

■ 김재현
■ 신성대학 물리치료과

Reliability and Validity of Gait Assessment Tools for Elderly Person

Jae-Hyun Kim, PT, PhD

Department of Physical Therapy, Shinsung University

Purpose: The examine the Reliability and Validity of the modified Emory Functional Ambulation Profile (mEFAP), Tinetti-Gait (TG), Timed Up & Go Test (TUG), Comfortable Gait Speed (CGS), Berg Balance Scale (BBS) in assessing gait function and balance in elderly person.

Methods: The 45 community-dwelling subjects were participated in this study. Reliability was determined by intra-class correlation coefficient ($ICC_{3,1}$), Bland and Altman method (Standard Error of Measurement (SEM), Smallest Real Difference (SRD)).

Results: Validity was examined by correlation the mEFAP, TG, TUG, CGS, BBS. The intra-rater reliability were High ($ICC_{3,1}$: mEFAP=0.95, TG=0.96, TUG=0.94, CGS=0.96, BBS=0.92) and Absolute reliability were excellent (SEM: mEFAP=1.90, TG=0.21, TUG=0.28, CGS=0.25, BBS=0.52), (SRD: mEFAP=5.26, TG=0.58, TUG=0.77, CGS=0.69, BBS=1.44). There were significant correlations between assessment tool ($r=0.58\sim 0.78$, $p<0.01$) indicating good validity. Our results provide strong evidence that the assessment tool has good reliability, validity for assessing elderly person undergoing rehabilitation.

Conclusion: The gait assessment tool is a useful scale for measuring walking function and recovery in elderly person.

Keywords: Balance, Gait, Old age, Reliability, Validity

논문접수일: 2009년 2월 16일

수정접수일: 2009년 3월 8일

게재승인일: 2009년 3월 9일

교신저자: 김재현, anatomy2@shinsung.ac.kr

1. 서론

노인에게서 나타나는 보행의 가장 큰 변화는 낙상과 기능적 능력의 제한, 보호자의 지지, 관절 가동 범위, 유연성, 근력, 근지구력 등이 관여한다. 노화로 인한 신체적 변화, 인지의 저하 그리고 낙상의 위험에 대처할 수 있는 민첩성, 환경적인 요소 등이 큰 문제가 된다.¹ 낙상으로 인하여 대퇴골두와 골반의 골절을 동반한 수술은 재활 후 보행능력을 개선시키는데 가장 큰 문제가 되고 있으며 기능적 보행 능력을 획득하는데 부정적인 영향을 초래한다.²

보행 능력의 재 획득 과정에서도 질적인 보행 수준의 저하, 휠체어와 전동차의 사용, 침상에서의 생활, 장애 정도에 따른 보행 보조 장비 사용과 지지 정도의 변화, 보행 영역의 감소 등 심각한 장애가 나타날 수 있다.³

이전의 연구는 대부분 보행과 낙상과의 관계와^{4,5} 보행 증진을 위한 재활 운동 프로그램 효과 연구⁶ 그리고 보행 분석⁷ 등 예방과 역학 조사 연구가 대부분이다. 또한 임상에서 보행을 컴퓨터로 전산처리 시켜 분석하는 방법(computerized gait methods),⁸ 생체역학적인 분석(biomechanical analysis), 운동학적 근전도 분석(kinesiological electromyography)⁹ 등 다양한 실험적 접근

방식이 있다. 그러나 이런 기술들의 적용은 많은 비용과 시간적 소모 그리고 정확한 데이터의 수집을 위한 능숙한 기술과 반복적인 검사가 필요하다.¹⁰ 그리고 결과와 해석의 어려움이 있어 임상적으로 매일 사용하는데 비실용적인 실험 보행 분석의 문제가 생길 우려가 있다. 임상적인 관점에서 보면 관절 각도, 운동학적 분석, 근력, 움직임의 패턴, 근육 활성화의 세밀한 분석보다 다양한 일상생활에서 직면하는 서로 다른 환경에서 보행의 기능적인 수준을 측정하는 것이 더 중요하다고 할 수 있다.¹¹

임상에서 많이 사용하는 보행 평가 도구를 이용하는 것은 낮은 비용, 관리와 해석의 편리함, 그리고 측정된 데이터 결과를 즉시 이용할 수 있고 환자의 기능적 보행 수준을 파악할 수 있어 치료적 중재의 다양성을 부여할 수 있는 이점을 가지고 있다.¹²

임상가와 치료사는 재활 운동 후 보행 능력의 기능적인 수준을 알아보는 신뢰도와 타당도가 높은 보행 평가도구의 사용이 필요하다. 한 시점에서 기능 상태를 객관적으로 나타내어 임상가와 치료사 간의 정보교환이 가능해야 하며, 변화된 기능 상태를 연속적으로 반복 검사하여 효과와 보조의 필요성을 판단할 수 있어야 한다.¹³ 또한 효과적인 재활 프로그램 전략을 위해 반드시 손상을 확인하고 적절한 치료를 제공하여 기능을 회복하고 기능부전을 방지하여야 하며, 측정 도구와 함께 평가도구를 이용하여 치료결과를 평가하여야 한다.¹⁴

임상에서 보행의 기능적 수준을 평가하는 도구로는 이전에 사용되었던 “get up and go test” 와 “postural stress test”, “timed balance test” 등이 있으며 이러한 도구들은 특별한 장비나 기술이 필요하지 않아 비교적 쉽게 사용할 수 있었지만 보행에 보다 많은 기능 장애가 있는 노인을 대상으로 적용하기 어려운 부분이 많았으며, 이러한 평가 도구는 평지에서 측정하는 것으로 다양한 주위 환경에서 직면하는 보행의 여러 상황을 이해할 수 없고 장애 정도를 파악하여 퇴원 후 지역 사회로 복귀 시 적절한 정보를 제공하는데 부족하다. 다양한 지형과 장애물, 계단보행과 같이 다양한 일상생활에서 직면하는 개개인의 기능적인 보행 수준의 현 상태를 파악할 수 있는 측정이 필요하다.¹⁵

Modified Emory Functional Ambulation Profile (mEFAP)은 Emory Functional Ambulation Profile (EFAP)과 Functional Ambulation Profile (FAP)의 최신 수정 보완된 도구로서 뇌졸중 환자와 재활프로그램에 참여하는 장애가 없는 노인뿐만 아니라 신경학적인 장애가 있는 환자들의 보행 수준 능력을 측정하기 위해 만들어 졌다. mEFAP는 과제 특이성 기능적 보행 능력을 측정하는 것으로 환자 개개인의 그 사용 수준에 따라 등급화 하여 기록하는 방식이다. 검사의 편리함과 천장 효과(ceiling effect)의 최소화, 과제 특이성 기능적 보행 속도를 검

사할 수 있는 장점을 지니고 있으며 높은 신뢰도와 타당도가 있다고 보고되었다.^{12,16,17}

Tinetti Gait (TG)는 일반적으로 특정 질환에 초점이 맞추어진 평가와는 달리 노인의 기동성과 보행의 형태를 평가하기 위해 개발되었으며 기능적 이동성의 저하로 나타나는 감각, 운동 인지 장애를 동반한 다발성 만성 장애를 가진 허약한 노인 환자의 기동성과 보행을 평가할 수 있도록 고안되었다.¹⁸ TG는 타당도와 신뢰도가 높은 평가 도구로서 누구나 쉽게 배워서 측정하기 쉽고 임상적으로 적용하기에 편리하다. 또한 보행 패턴을 하나의 구성 요소로 분리하여 기동성 문제를 평가하는데 초점이 맞추어져 있다.¹⁹ 최근 TG를 이용한 연구로는 파킨슨씨병을 대상으로 TG의 신뢰도 및 타당도 연구¹⁹와 민감도 분석,²⁰ GAITRite Portable Walkway system과 TG, 보행 속도 비교 연구,²¹ 만성 정맥 질환자의 약물 사용 후 TG를 이용한 보행과 보행 속도 관련 연구²² 등이 있으며 많은 연구에서 높은 타당도와 신뢰도를 보여 보행의 형태의 평가에 많이 이용된다.

또한 임상에서 널리 쓰이고 있는 안정보행속도(comfortable gait speed, CGS), Time Up & Go Test (TUG)와 Berg balance scale (BBS)를 포함하여 이러한 보행 평가도구들을 이용하여 본 연구에서는 보행 평가 도구들의 신뢰도를 분석하고 타당도를 조사하여 노인의 보행기능 평가에 있어서 그 유용성에 대해 알아보고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 서울시 강북구 번동에 거주하는 75세 이상의 노인으로 연구에 동의한 45명을 대상으로 2008년 2월부터 2008년 5월까지 실시하였으며 선정조건은 다음과 같다.

- 1) 연구내용을 이해하며 의사소통이 가능한 자.
- 2) 보조기 및 보조도구 없이 보행이 가능한 자
- 3) 균형에 영향을 주는 약물을 복용하지 않으며 하지에 정형외과적인 질환이 없는 환자
- 4) 심혈관계 질환이 없는 자

2. 실험방법

1) 측정도구

연구에 사용된 대상자의 일반적인 특성은 면담을 통하여 확인하였고, mEFAP, TG, TUG, CGS, BBS 순으로 실시하였으며 평가에 따른 학습효과를 배제하고 피로도를 최소화하기 위하여 1시간 휴식 또는 2일에 걸쳐 실시하였다. 대상자에게 실시한 모든 평가는 임상에서 치료 경험이 임상 경력 10년 이상인 검

사방법이 숙지되어있는 물리치료사 2인에 의해 실시되었고 각 평가 도구의 측정자간 신뢰도는 두 명의 측정자가 동일한 날에 환자의 움직임 수행을 보면서 동시에 점수화 하였다.

(1) modified Emory Functional Ambulation Profile (mEFAP) mEFAP는 서로 다른 주위 환경에서 5개의 과제를 수행하는데 걸린 보행 시간을 측정하는 검사방법이다. 견고하고 편평한 바닥에서 5m 걷기, 카페트에서 5m 걷기, 의자에서 일어나 3m 걸은 후 다시 의자에 앉기, 규격화된 장애물 코스를 가로지르기, 5개의 계단을 오르내리기로 이루어져 있다. mEFAP는 보조적 장치(assistance device)인 보조기(AFO)와 보조도구(assistance aids; cane, hemiwalker, quad cane)의 사용 유무에 관계 없이 사용 할 수 있다.

보조기와 보조도구의 사용 수준에 따라 등급화 하여 기록하고 5개 항목의 시간 측정의 총합은 mEFAP의 전체 점수이다.^{16,17} 측정자간 신뢰도는 0.99, 검사재검사자간 신뢰도는 0.99로 보고하였다.¹²

(2) Tinetti gait (TG)

평상시 걸음과 빠르지만 안정적인 자가 선택 속도를 평가하는 것으로 노인의 기동성 능력과 보행의 기능적 수준 정도를 평가하는 것이다. 보행의 시작, (좌,우)보폭과 걸음걸이의 높이, 걸음걸이의 대칭성, 연속성, 걸음걸이의 경로, 체간의 안정성, 걷는 동안 두발의 위치로 총 8개의 항목으로 구성되어 있다. 각 항목에 따라 0점에서 2점까지 점수를 산정하여 총 12점이 만점으로 점수가 높을수록 기능이 좋은 것이다.^{18,21} 본 연구에서는 평상시 걸음을 기준으로 평가하였다.

(3) Comfortable Gait Speed (CGS)

CGS를 측정하기 위하여 10m를 대상자 본인이 가장 안정적으로 느끼면서 편하게 걷는 속도를 측정하였다. 이검사는 $r=0.97\sim0.98$ 로 매우 높은 측정자간, 측정자 내 신뢰도를 보였다.²³

(4) Timed Up & Go Test (TUG)

기능적인 운동성과 이동능력, 균형을 빠르게 측정할 수 있는 검사로 팔걸이가 있는 의자에 앉아 실험자의 출발 신호와 함께 의자에서 일어나 3m거리를 걸어서 다시 되돌아와 의자에 앉는 시간을 측정하는 방법이다. 측정자내 신뢰도는 $r=0.99$ 이고, 측정자간 신뢰도는 $r=0.98$ 로 신뢰할 만한 도구이다.²⁴ 20초 이상이면 기능적인 운동 손상을 지적한다고 하였으며 이 검사는 노인의 균형능력과 기능적인 운동을 평가하여 넘어짐의 위험을 예측하기 위해 사용되어 왔고, 최근에는 허약한 노인뿐만 아니라, 뇌졸중, 파킨슨질환, 관절염질환이 있는 환자에게도 적용되

고 있다.²⁵

(5) Berg Balance Scale (BBS)

BBS는 노인의 기능적인 기립 균형을 측정하는 것으로 크게 앉기, 서기 자세, 자세 변화의 3개 영역으로 이루어져 있다. 최소 0점에서 최대 4점을 적용하여 14개 항목에 대한 총합은 56점이다. 전체 항목을 수행하는 데에는 약 15분이 소요되며, 점수가 높을수록 균형정도가 좋은 것으로 평가한다. 이 측정도구는 측정자 내 신뢰도와 측정자 간 신뢰도가 각각 $r=0.99$ 와 $r=0.98$ 로써 높은 신뢰도와 내적 타당도를 가지고 있다.²⁶

3. 자료분석

각 보행 평가 도구의 측정자간 신뢰도(interrater reliability)는 급간 내 상관계수($ICC_{3,1}$)를 이용하였고, 절대적 신뢰도는 Bland and Altman method의 Standard Error Measurement (SEM)[모든 측정자간 점수의 표준편차 $\times\sqrt{(1-ICC)}$]과 Small Reference Differences (SRD) ($1.96\times SEM\times\sqrt{2}$)를 이용하였다.^{27,28} 평가 도구간의 기준 관련 타당도 분석을 위하여 피어슨 상관계수(Pearson correlation)로 계산하여 평가하였으며, 유의도 수준 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

III. 결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

45명의 연구 대상자 중 남자는 28명, 여자는 17명이었으며, 무학은 20명, 초등학교 졸업은 17명, 중학교 졸업은 8명 이었다. 평균 연령은 남자 73.4세, 여자 71.8세, 평균 신장은 남자 166.7cm, 여자 155.3cm 이었고, 평균 체중은 남자 63.9kg, 여자 52.5kg 이었다(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects

Gender	Age(year)	Height(cm)	Weight(kg)
Male($n=28$)	73.40 \pm 1.14	166.69 \pm 3.52	63.91 \pm 4.37
Female($n=17$)	71.80 \pm 0.83	155.29 \pm 4.47	52.48 \pm 2.50
M \pm SD			

2. mEFAP, TG, TUG, CGS, BBS의 신뢰도 분석

측정자간 신뢰도($ICC_{3,1}$)는 mEFAP=0.95, TG=0.96, TUG=0.94, CGS=0.96, BBS=0.92였으며 절대적 신뢰도인 SEM과 SRD에서 mEFAP=1.90, 5.26, TG=0.21, 0.58, TUG=0.28, 0.77, CGS=0.25, 0.69, BBS=0.52, 1.44로 나타나 높

Table 2. Analysis of reliabilities on variables

Variables		Mean±SD(range)	ICC: 95% CI Reliability	SEM	SRD
mEFAP(sec)	test 1	32.73±2.46(29.42~36.43)	0.95(0.90, 0.98)	1.90	5.26
	test 2	32.34±2.55(28.45~36.78)			
TG(points)	test 1	10.16±1.07(9~12)	0.96(0.93, 0.98)	0.21	0.58
	test 2	10.06±1.06(9~12)			
TUG(sec)	test 1	9.55±1.15(7.35~11.32)	0.94(0.88, 0.97)	0.28	0.77
	test 2	9.64±1.26(7.11~12.98)			
CGS(sec)	test 1	9.52±1.29(6.12~11.34)	0.96(0.91, 0.98)	0.25	0.69
	test 2	9.61±1.19(6.98~11.45)			
BBS(points)	test 1	47.97±1.85(46~51)	0.92(0.83, 0.96)	0.52	1.44
	test 2	47.83±2.15(43~52)			

ICC: Intraclass Correlation Coefficient
 SEM: Standard Error Measurement
 SRD: Small Reference Differences
 mEFAP: modified Emory Functional Ambulation Profile
 TG: Tinetti Gait
 TUG: Timed Up & Go test
 CGS: Comfortable Gait Speed
 BBS: Berg Balance Scale

은 신뢰도를 보였다(Table 2).

3. mEFAP, TG, TUG, CGS, BBS의 기준관련 타당도 분석

mEFAP는 TG($r=-0.75$), BBS($r=-0.65$), TG는 TUG($r=-0.58$), CGS($r=-0.69$), TUG는 BBS($r=-0.72$), CGS는 BBS($r=-0.68$)와 음의 상관관계를 이루어 보행 속도가 빠를수록 보행능력과 균형 능력이 증가하는 것을 알 수 있었고, TG는 BBS($r=0.77$)와 정상관관계를 이루어 보행 능력이 좋을수록 균형이 증가하는 것을 알 수 있었다. 평가 도구간에 유의한 상관관계가 있었으며 매우 높은 타당도를 보였다(Table 3).

Table 3. Analysis of Validities between mEFAP, TG, TUG, CGS, and BBS

	mEFAP	TG	TUG	CGS
TG	-0.75**			
TUG	0.78**	-0.58**		
CGS	0.67**	-0.69**	0.73**	
BBS	-0.65**	0.77**	-0.72**	-0.68**

**p<0.01

IV. 고찰

보행은 목적과 의미 있는 활동을 위한 행동의 한 구성 요소로서 정확하게 보행능력을 평가하는 것은 중요하다. 인지, 균형,

시각과 관절 위치 감각, 근력, 보행 속도, 지구력등 이 모든 것이 환경적인 변화에 적응하는 것은 성공적인 보행에 있어 크게 관여한다.²⁹ 이러한 변수들의 변화는 노인에게 나타날 수 있고 느린 보행 속도와 입각기의 변화, 움직임과 에너지 소비의 조절, 보행 능력의 재획득에 부정적인 영향을 초래한다. 그러므로 노인들은 의자에서 일어나기, 계단을 오르거나 내려오거나 장애물을 피해서 보행하거나 환경적인 변화에 적응하는 것이 어렵다.

따라서 보행을 평가하는 평가 도구의 항목에는 다양한 지형과 장애물, 계단보행과 같은 일상생활에서 직면하는 다양한 변수들을 포함한 평가 도구의 개발과 질적·양적으로 보행 수준을 평가 할 수 있는 평가 도구의 사용이 필요하다.^{15,29}

기능적 보행(Functional ambulation)이란 다양한 주위 환경에서 최소한으로 최대한 독립적으로 보행을 할 수 있는 개인의 능력이다. 이런 점에서 보조도구의 사용과 지지의 유무, 보행 시간, 환경적인 요소 등과 같은 다량적인 변수의 변화를 알아보는 것은 특정한 중재를 적용하여 환자의 기능적 예후를 예측하는데 도움을 줄 수 있다.¹⁷

본 연구에서는 TG, mEFAP, TUG, CGS, BBS의 관련성을 알아보고, 신뢰도를 분석하여 노인의 보행기능 평가 유용성에 대해 알아보고자 하였다. 신뢰도 분석에서 측정자간 신뢰도(ICC_{3,1}) mEFAP=0.95, TG=0.96, TUG=0.94, CGS=0.96, BBS=0.92로 ICC 값이 0.8이상으로 매우 높은 신뢰도를 보였으며, Richman 등³⁰은 측정자간 신뢰도 분석에서 급간 내 상관계수인 ICC 값이 0.8 또는 그 이상이면 매우 높은 신뢰도를

보이고 0.6~0.8이면 중등도의 신뢰도를 보인다고 하였다.

Wolf 등¹⁷은 뇌졸중 환자와 장애가 없는 환자의 mEFAP (ICC_{2,1})는 각각 0.99, 0.99로 높은 신뢰도를 보였으며, Baer와 Wolf²는 26명의 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 한 연구에서 ICC=0.99였으며, Liaw 등¹⁶은 아급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 한 연구에서 ICC_{3,1}=0.99로 높은 신뢰도를 보여 본 연구와 같은 결과를 보였다.

TG의 신뢰도 분석에서 본 연구에서는 ICC 값을 이용하여 분석하였으나 Behrman 등²⁰은 25명의 노인을 대상으로 한 TG의 측정자간 신뢰도는 r=0.95, 만성 정맥 질환자의 약물 사용 후 TG를 이용한 보행과 보행 속도 관련 연구에서 TG의 측정자간 신뢰도는 r=0.86,²² 파킨슨씨병을 대상으로 한 연구에서 TG의 측정자간 신뢰도는 r=0.80이라고 보고하여¹⁹ 모두 상관 분석을 통하여 분석하였다. 측정자간 신뢰도를 순위 상관 분석을 통해 상관계수를 구하는 것은 급간 내 상관계수(intraclass correlation coefficient)에 비해 높게 나타난다. 상관계수가 높으면 신뢰도가 높은 것으로 판단 할 수 있지만 일치도(agreement)를 나타내는 것은 아니다. 오차로 인한 분산이 포함되어 있어 이러한 오차를 제거한 상태의 상관계수가 아니라는 점에서 진정한 의미의 신뢰도 계수라고 할 수 없다.

TUG의 측정자간 신뢰도 분석에서 0.96으로 높은 신뢰도를 보였는데 이는 An 등³¹이 보고한 노인의 기능적 수행 평가 도구의 적용과 비교 연구에서 TUG의 ICC_{2,1}=0.96, 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 한 연구에서 ICC=0.97,³² 지역 사회에 거주하는 노인을 대상으로 한 연구에서 ICC_{3,3}=0.98, ICC_{2,1}= 0.97, ICC_{2,1}=0.99 등³³과 비슷한 결과를 보였다.

CGS의 경우 Thompson 등³⁴은 뇌성 마비아동을 대상으로 한 연구에서 CGS의 ICC=0.81, 지역 사회에 거주하는 노인에서 ICC_{2,1}=0.98,¹³ 외상성 뇌손상 환자를 대상으로 한 연구에서 ICC_{3,1}=0.99로³⁵ 본 연구의 결과와 같은 높은 신뢰도를 보였다.

Thorbahn과 Newton³⁶은 노인을 대상으로 한 연구에서 BBS의 ICC=0.99, 65세 이상 건강한 노인을 대상으로 한 연구에서 ICC=0.98,³⁷ An 등¹³의 연구에서 ICC_{2,1}=0.98로 본 연구의 결과와 마찬가지로 BBS의 높은 측정자간 신뢰도를 확인할 수 있었다.

SEM은 각 측정된 점수의 오차 크기에 대한 추정치로 지표의 신뢰도를 반영하는 지수이다. SRD는 측정된 점수들간에 SEM의 95% 신뢰 수준으로 정의되며 측정 되어진 값의 변화에 대한 민감도 측정이 가능하고 지표의 신뢰도를 반영하는 또 다른 신뢰할만한 변화 지수이다. SEM과 SRD는 측정 오차를 알아보는데 많이 사용되며 측정의 표준오차는 신뢰도 지수와 역의 관계에 있으므로 신뢰도가 클수록 작아지며, 측정의 표준

오차가 작을수록 관찰된 점수의 정확성 및 정밀성을 신뢰할 수 있다는 것을 의미한다. SEM값이 측정된 평균값의 10% 미만 이거나 SRD 값이 측정된 값 중 최고점수의 10% 미만인 경우 측정 오차가 작아 신뢰할만하다고 하였다.³⁸

선행 연구에서는 측정의 표준 오차에 대한 연구결과가 없어 본 연구에서 절대적 신뢰도인 SEM과 SRD를 알아 본 결과 각각 mEFAP=1.90, 5.26, TG=0.21, 0.58, TUG=0.28, 0.77 CGS=0.25, 0.69, BBS=0.52, 1.44로 측정 오차의 10% 미만으로 나타나 더욱더 신뢰할만한 평가 지수임을 확인할 수 있었다.

노인 재활의 중요한 목표 중 하나는 효율적인 보행과 균형 확립이며 지역사회에서 독립적인 생활을 영위하기 위해서는 보행 속도와 보행의 기능적인 수준, 균형의 관계를 알아보는 것이 중요하다. 노인의 기능적 수행 평가 도구의 적용과 비교 연구에서 BBS는 TUG(r=-0.57)와 가장 현안한 안정보행속도 (comfortable gait speed, CGS)(r=-0.70), 안전하면서도 가장 빠르게 걸을 수 있는 최대보행속도(maximal gait speed, MGS)(r=-0.82)와 유의한 관계가 있으며, TUG는 CGC(r=0.78), MGS(r=0.79)와 유의한 관계가 있다고 하였다.¹³ Steffen 등³⁹은 지역 사회에 거주하는 노인 들을 대상으로 한 연구에서 BBS는 TUG(r=-0.76), CGS(r=-0.81), mEFAP (r=-0.60), Dynamic Gait Index(r=0.67)와 유의한 관계가 있다고 하였다. Sahin 등³⁷은 65세 이상 건강한 노인을 대상으로 한 연구에서 BBS는 TUG(r=-0.75)와 음의 상관관계가 있다고 하였다. 본 연구 또한 선행 연구와 같은 유의한 결과를 보였는데, 보행 시간을 측정하고 다양한 주위 환경에서의 보행 능력을 알아보는 mEFAP와 질적 및 양적인 보행 형태를 알아 보는 TG, 일정 시간 동안 발생하는 보행이동에 대한 균형을 유지하는 능력을 평가하는 TUG, 자가 선택하여 안정 보행 속도를 알아보는 CGS, 기본적인 활동 시 균형 능력을 평가하는 BBS의 기준 관련 타당도 분석에서 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타났다. mEFAP는 TG(r=-0.75), BBS(r=-0.65), TG는 TUG(r=-0.58), CGS(r=-0.69), TUG는 BBS(r=-0.72), CGS는 BBS(r=-0.68)와 음의 상관관계를 이루어 보행 속도가 빠를수록 보행능력과 균형 능력이 증가하는 것을 알 수 있었고, TG는 BBS(r=0.77)와 정상관관계를 이루어 보행 능력이 좋을 수록 균형이 증가하는 것을 알 수 있었다. 평가 도구간에 유의한 상관관계가 있었으며 매우 높은 타당도를 보였다.

Shore 등²¹은 치매를 동반한 뇌수종(hydrocephalus)환자 19명과 그 중 측로 수술(shunt surgery)을 받은 9명의 환자를 대상으로 TG와 보행 분석 시스템(GAITRite), CGS와의 분석 연구에서 전체 19명의 환자에서 TG와 보행능력을 측정하는

점수인 functional ambulation performance scoring system (FAP)의 상관관계를 분석하였는데 $r=0.78$, TG와 보행 속력 (velocity)에서 $r=0.72$ 로 유의한 정상관관계가 있었으며, 측로 수술 환자군(shunt surgery)은 수술 하기 전 TG와 FAP에서 $r=0.82$, TG와 CGS에서 $r=0.68$ 로 나타났다. 측로 수술 환자군의 수술 후 TG와 FAP점수의 관계에서 또한 $r=0.67$, TG와 CGS에서는 $r=0.59$ 로 유의한 관계가 있다고 하였으며 TG의 사용은 뇌수종과 신경학적인 장애를 가진 초기 환자에게 치료에 대한 결과를 예측하고 보행의 기능적 변화를 알아보는데 적합하다고 하였다. 이 연구에서 사용한 FAP점수는 본 연구에서 사용한 mFAP와는 다른 평가도구로서 FAP점수가 높을수록 보행 능력이 좋은 것이며 mFAP는 값이 낮을수록 높은 보행능력을 가지는 차이가 있다.

지역 사회에 거주하는 노인과 재가 노인, 노인 재활병원의 환자에게 있어 보행 수준과 균형능력은 신체적 기능 수행의 정도와 밀접한 관련이 있다. 이동능력, 균형, 보행과 같은 많은 기능적인 과제 수행은 기본적인 운동 능력으로서 장기적인 기능 개선과 관련이 있고 그 기능이 약화될수록 일상생활에 장애를 받게 되어 독립성을 감소시키는 원인이 될 수 있다. 이러한 기능적인 보행 능력의 평가를 위한 평가도구의 신뢰도 및 타당도 연구가 앞으로도 계속되어야 하며 본 연구결과에서 선행연구들과 수치적인 차이만 있을 뿐 보행 평가 도구들 모두 높은 신뢰도와 타당도를 보였다. 따라서 이러한 보행 평가 도구들은 일상적으로 임상에서 흔히 사용할 수 평가 도구로서 유용하다고 사료된다. 하지만 측정시간 신뢰도를 위하여 보다 많은 치료사들의 평가 결과의 신뢰도 비교와 보다 많은 보행 평가 도구간의 타당도를 연구하여야 하는 부분이 연구의 제한점이라 사료되며 앞으로 이러한 보행 평가 도구들의 적극적인 활용과 이에 대한 지속적인 연구가 필요하리라 생각된다.

V. 결론

노인의 보행능력을 측정하는 평가도구의 표준이 되는 기준과 척도는 없다. 보행 분석 시스템은 보행 패턴과 움직임의 과학적인 분석을 이해하는데 중요한 역할을 일상적으로 임상에서, 보다 경제적이고 적용하기 쉽고 신뢰할만한 보행 척도의 표준화 개발과 타당성이 있는 평가 도구들이 요구된다. 보행 평가 도구의 사용에 대한 논쟁은 많은 의견이 분분 하지만, 다양한 일상생활에서 직면하는 개개인의 기능적인 보행 수준의 현 상태를 파악할 수 있는 적절한 평가 도구의 선택과 활용은 필요하다. 신체적 기능 수행 평가가 현재의 기능적 상태를 나타내거나 예측할 수 있는 변수가 될 수 있으나 그 결과에 대해 신체적 능

력에 따른 노인 재활과 프로그램 적용, 물리치료 후 평가, 재활 전략을 위해서는 포괄적인 평가로 재해석 하여야 할 것이다. 이 연구에서 사용된 mFAP, TG, CSC, TUG, BBS 또한 물리치료 후 효과를 평가하고 기능적 예후를 알아보는 데에 있어 보조적인 평가 도구로 활용이 가능할 것으로 여겨진다.

Author Contributions

Research design: Kim JH
 Acquisition of data: Kim JH
 Analysis and interpretation of data: Kim JH
 Drafting of the manuscript: Kim JH
 Research supervision: Kim JH

참고문헌

1. Iinattiniemi S, Jokelainen J, Luukinen H. Exercise and risk of injurious fall in home-dwelling elderly. *Int J Circumpolar Health*. 2008;67(2-3):235-44.
2. Holt G, Smith R, Duncan K et al. Outcome after surgery for the treatment of hip fracture in the extremely elderly. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90(9):1899-905.
3. Stretton CM, Latham NK, Carter KN et al. Determinants of physical health in frail older people: the importance of self-efficacy. *Clin Rehabil*. 2006;20(4):357-66.
4. Lim MR, Huang RC, Wu A et al. Evaluation of the elderly patient with an abnormal gait. *J Am Acad Orthop Surg*. 2007;15(2):107-17.
5. Lee HS, Choi JH. Correlation Between BBS, FRT, STI, TUG, MBI, and Falling in Stroke Patients. *J Kor Soc Phys Ther*. 2008;20(4):1-6.
6. Park H, Kim KJ, Komatsu T et al. Effect of combined exercise training on bone, body balance, and gait ability: a randomized controlled study in community-dwelling elderly women. *J Bone Miner Metab*. 2008;26(3):254-9.
7. Schulz BW, Ashton-Miller JA, Alexander NB. The effects of age and step length on joint kinematics and kinetics of large out-and-back steps. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2008;23(5):609-18.
8. Moe-Nilssen R, Helbostad JL. Estimation of gait cycle characteristics by trunk accelerometry. *J Biomech*. 2004;37(1):121-6.
9. Hurkmans HL, Bussmann JB, Benda E et al. Techniques for measuring weight bearing during standing and walking. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2003;18(7):576-89.

10. Pomeroy VM, Chambers SH, Giakas G et al. Reliability of measurement of tempo-spatial parameters of gait after stroke using GaitMat II. *Clin Rehabil.* 2004;18(2):222-7.
11. Mehrholz J, Wagner K, Rutte K et al. Predictive validity and responsiveness of the Functional Ambulation Category in hemiparetic patients after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88(10):1314-9.
12. Baer HR, Wolf SL. Modified Emory functional ambulation profile an outcome measure for the rehabilitation of poststroke gait dysfunction. *Stroke.* 2001;32(4):973-9.
13. An SH, Park CS, Lee HJ. Correlation between balance, walking test and functional performance in stroke patients : BBS, TUG, Fugl-Meyer, MAS-G, C-MGS, and MBI. *J Kor Ac Phys Ther.* 2007;14(3):64-71.
14. Yang KH, An SH, Park CS et al. Validity and reliability of hemiplegic motor behavior test for stroke patients. *J Ko So Occup Ther.* 2007;15(2):55-65.
15. Means KM. The obstacle course: a tool for the assessment of functional balance and mobility in the elderly. *J Rehabil Res Dev.* 1996;33(4):413-29.
16. Liaw LJ, Hsieh, CL, Lo SK et al. Psychometric properties of the modified Emory functional ambulation profile in stroke patients. *Clin Rehabil.* 2006;20(5):429-37.
17. Wolf SL, Catlin PA, Gage K et al. Establishing the reliability and validity of measurements of walking time using the Emory Functional Ambulation Profile. *Phys Ther.* 1999;79(12):1122-33.
18. Tinetti ME. Performance oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatr Soc.* 1986;34(2):119-26.
19. Kegelmeyer DA, Kloos AD, Thomas KM et al. Reliability and validity of the Tinetti Mobility Test for individuals with Parkinson disease. *Phys Ther.* 2007;87(10):1369-78.
20. Behrman AL, Light KE, Miller GM. Sensitivity of the Tinetti Gait Assessment for detecting change in individuals with Parkinson's disease. *Clin Rehabil.* 2002;16(4):399-405.
21. Shore WS, deLateur BJ, Kuhlemeier KV et al. A comparison of gait assessment methods: Tinetti and GAITRite electronic walkway. *J Am Geriatr Soc.* 2005;53(11):2044-5.
22. Piper B, Templin TN, Brik TJ et al. Chronic venous disorders and injection drug use: impact on balance, gait, and walk speed. *J Wound Ostomy Continence Nurs.* 2008;35(3):301-10.
23. Hunt SM, Mckenna SP, Williams J. Reliability of a population survey tool for measuring perceived health problems: a study of patients with osteoarthritis. *J Epidemiol Community Health.* 1981;35(4):297-300.
24. Podisadlo 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.
25. Morris S, Morris ME, Ianssek R. Reliability of measurements obtained with Parkinson disease. *Phys Ther.* 2001;81(2):810-8.
26. Bøgl Thorbahn LD, Newton RA. Use of the Berg Balance Test to predict falls in elderly persons. *Phys Ther.* 1996;76(6):576-85.
27. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986;1(8476):307-10.
28. Goldsmith CH, Boers M, Bombardier C et al. Criteria for clinically important changes in outcomes: Development, scoring and evaluation of rheumatoid arthritis patient and trial profiles. OMERACT Committee. *J Rheumatol.* 1993;20(3):561-5.
29. Simondson JA, Goldie P, Greenwood KM. The mobility scale for acute stroke patients: concurrent validity. *Clin Rehabil.* 2003;17(5):558-64.
30. Richman J, Makrides L, Prince B. Research methodology and applied statistics. Part 3: measurement procedures in research. *Physiotherapy.* 1980;32:253-7.
31. An SH, Lee HS, Cho BM et al. Application & correlation between functional performance measures in older people. *International Journal of coaching Science.* 2007;9(3):159-68.
32. Shamay S, Christina W, Hui C. The timed up & go test: its reliability and association with lower-limb impairments and locomotor capacities in people with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(8):1641-7.
33. Shumway-Cook A, Brauer G, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the timed up & go test. *Phys Ther.* 2000;80(9):896-903.
34. Thompson P, Beath T, Bell J et al. Test-retest reliability of the 10-metre fast walk test and 6-minute walk test in ambulatory school-aged children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2008;50(5):370-6.
35. Van Loo MA, Moseley AM, Bosman JM et al. Interrater reliability and concurrent validity of walking speed measurement after traumatic brain injury. *Clin Rehabil.* 2003;17(7):775-9.

36. Thorbahn LD, Newton RA. Use of the Berg balance test to predict falls in elderly persons. *Phys Ther.* 1996;76(6):576-83.
37. Sahin F, Yilmaz F, Ozmaden A et al. Reliability and validity of the Turkish version of the Berg Balance Scale. *J Geriatr Phys Ther.* 2008;31(1):32-7.
38. Liaw LJ, Hsieh CL, Lo SK et al. The relative and absolute reliability of two balance performance measures in chronic stroke patients. *Disabil Rehabil.* 2008;30(9):656-61.
39. 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. *Phys Ther.* 2002;82(2):128-37.