



대한물리치료과학회지

Journal of Korean Physical Therapy Science
2025. 03. Vol. 32, No.1 pp. 28-41

아급성기 뇌졸중 환자의 10m 보행 검사와 6분 보행 검사와의 관계

김은주¹ · 양성필² · 이준민² · 신병주² · 최수지² · 안승현²

¹국립재활원 재활의학과 · ²국립재활원 보행랩

The relationship between 10meter walk test and 6minute walk test in subacute stroke patients

Eun Joo Kim¹ M.Sc., M.D. · Sung Phil Yang², B.Sc., P.T. · Jun Min Lee², Ph.D., P.T.

Beong Ju Shin², B.Sc., P.T. · Su Ji Choi², B.Sc., P.T. · Seung Heun An², Ph.D., P.T.

¹Dept. of Rehabilitation Medicine, Rehabilitation Hospital, National Rehabilitation Center

²Dept. of Gait Lab of National Rehabilitation Center

Abstract

Background: This study was to examine the response rate, concurrent validity, and predictive validity of the 10meter Walk Test(10mWT) walking speed and the 6Minute Walk Test(6MWT) total walking distance in sub-acute stroke patients

Design: Observational study or cross-sectional study

Methods: This study utilized data collected from 53 sub-acute stroke patients. The evaluations included the 10mWT, 6MWT, Berg Balance Scale(BBS), Timed Up & Go test(TUG), and 5-times Sit to Stand test (5-times STS). The study investigated the Standard Response Mean(SRM) and the concurrent validity of the 10mWT and 6MWT before and after 4 weeks of treatment. Additionally, it examined the predictive validity of the 10mWT walking speed for estimating the total walking distance of the 6MWT before and after 4 weeks of treatment.

Results: The SRM of the 10mWT was found to be high at 1.33, while the total distance covered in the 6MWT also showed a high SRM of 1.28. There was a very strong correlation between the 10mWT and 6MWT before treatment($r=.937$, $p<.01$). The concurrent validity of the 10mWT showed significant relationships with the TUG ($r=-.805$), 5Times STS($r=-.651$), and BBS($r=.719$)($p<.05\sim.01$). Similarly, the concurrent validity of the 6MWT was significantly correlated with TUG($r=-.760$), 5Times STS($r=-.643$), and BBS($r=.717$) before treatment. Variables such as age, sex, duration of illness,

cognition, TUG, 5Times STS, and BBS were excluded from predicting 6MWT outcomes, leaving only 10mWT, which explained 87% of the variance in 6MWT performance.

Conclusion: In subacute stroke patients, the response rates of 10mWT gait speed and 6MWT total distance (greater than 1.0) were high, showing a very strong correlation before treatment. This indicates that both assessments measure similar aspects of walking ability. The tasks and components of the TUG, 5Times STS, BBS include movements and activities that can influence the walking speed and distance measured by the 10mWT and 6MWT, demonstrating moderate concurrent validity. The 10mWT gait speed explained 87% of the variance in the 6MWT total distance, validating its predictive power. Unlike the 6MWT, the 10mWT does not require long corridors or controlled environments, allowing for rapid assessment of walking ability. Therefore, it is useful for repeated measurements or initial diagnosis and can serve as a supplementary method to indirectly estimate the 6MWT total distance.

Key words: Endurance, Speed, Stroke, Validity, Walking

교신저자

안승현

서울특별시 강북구 삼각산로 58

T: 02-901-1408, E: ptlove1@hanmail.net

I. 서론

뇌졸중 후 보행 여부는 기능적인 예후를 결정하는 요소로 보행능력의 재획득은 재활치료의 중요한 목표이다 (Graham 등, 2008; Moore 등, 2018). 특히 보행능력을 체계적으로 평가하고 관리되어야 한다. 기능적인 능력의 변화를 감지하고 적합한 재활 환경에서 평가되어야 하며, 유효하고 타당성이 검증된 표준화된 평가 도구를 사용하여야 한다(Kwakkel 등, 2017). 뇌졸중 환자에게 권장되는 기능적 보행 검사에는 10m 보행 검사(10-meter Walk Test; 10mWT)와 6분 보행 검사(6-Minute Walk Test-30meter walkway; 6MWT-30m)가 있으며 이는 표준화된 지침이 있다(Fulk 등, 2017; Moore 등, 2018). 6MWT는 개인의 기능적 능력(유산소 능력과 지구력)을 평가하는데 사용되는 최대하 측정 방법으로 자가 인식된 노력으로 6분 동안 최대 보행 속도를 유지하여 운동강도를 증가시키고 그 수준을 유지할 수 있어야 한다(Cheng 등, 2020; Salbach 등, 2017). 6MWT는 제한된 시간 안에 가능한 빠르게 지속적인 걷기 활동을 요구한다는 점에서 표준화된 10mWT의 자가선택 보행속도 평가와 다르다(Salbach 등, 2017). 그럼에도 불구하고 다양한 구간에서 측정된 보행속도(5m, 8m, 10m)와 6MWT(15m, 30m)의 타당도($r=.84\sim.94$)는 매우 높은 관련성이 있다(Cheng 등, 2019; Moore 등, 2018). 특히 6MWT는 짧은 거리에서 측정된 보행속도와 매우 밀접한 관련이 있다. 신뢰도와 타당성의 증거는 표준화된 평가도구의 선택에 영향을 미친다(Salbach 등, 2017). 10mWT와 6MWT에 대한 표준지침에는 경로 모양, 위치, 길이, 지침 및 권장 사항이 다양하고 통제된 환경에서 평가되므로 평가 결과에 영향을 미친다(Cheng 등, 2020; Dunn 등, 2015; Salbach 등, 2017). 5mWT, 8mWT 6MWT(15m)는 각각 10mWT와 6MWT(30m)를 대체할 수 있는 평가 방법으로 신뢰도와 타당도는 입증되었다(Cheng 등, 2020; 2021; Ng 등, 2011; 2012).

그러나 Salbach 등(2001)은 급성기 뇌졸중 환자의 5m 보행로가 10m 보행로보다 편안한, 최대 보행속도 모두 빨랐지만, 반면 만성 뇌졸중 환자들 경우 보행속도 검사(5m, 8m, 10m 구간)와 6MWT(10m, 15m, 20m, 30m)에서 보행로 길이가 보행속도에 미치는 영향에 대해 서로 다른 연구 결과가 보고되었다(Cheng 등, 2020; 2021; Dobkin 등, 2006; Ng 등, 2011; 2012). 특히 체력수준이 낮은 뇌졸중 환자의 경우 보행 구간에 따라 심리적인 부담이 증가하여 자가 선택된 보행 전략과 속도에 영향을 준다(Ng 등, 2011). 게다가 회복기 단계인 아급성기 환자들 경우 보행속도와 이동거리가 과대(예, 짧은 구간, 5mWT, 6MWT-10m) 또는 과소(더 긴 구간, 10mWT, 6MWT-30m) 평가될 수 있다(Valet 등, 2022). 정확하게 뇌졸중 환자의 기능 수준을 예측하거나 판별하기 위해서 표준화된 절차와 지침을 사용해야 한다(Moore 등, 2018). 보행이 가능한 뇌졸중 환자의 10mWT와 6MWT는 바닥 효과와 천장효과가 거의 없는 연속변수로 반응률과 민감도가 높은 평가방법이다(Kosak과 Smith, 2005). 뇌졸중 환자들은 자가 인지된 최대노력으로 얼마든지 보행속도와 이동거리는 개선될 수 있다. Dean 등(2001)은 만성 뇌졸중 환자 14명을 대상으로 10mWT(편안한 속도)는 6MWT의 총 이동거리를 예측할 수 없다고 하였으나, Dalgas 등(2012)은 10mWT로 6MWT의 총 이동거리를 예측할 수 있고, Eng 등(2002)은 지역사회에 거주하고 있는 뇌졸중 환자(25명)의 8mWT는 6MWT(42m 직사각형 경로)를 예측할 수 있다고 제안하였다. 그러나 10mWT와 6MWT 매우 밀접한 관련이 있음에도 불구하고, 상반되는 연구결과가 존재하는 이유는 평가 방법의 차이와 피실험자들의 특이성(인구통계학적 특성, 표본 수의 크기, 유병기간, 장애 수준, 기능 수행 능력의 차이, 보행보조 도구 유무에 상관없이 보행이 가능한 자)으로 인하여 연구설계와 결과에 대한 방법론적인 문제가 제기된다. 10mWT와 6MWT는 표준화된 지침이 있으나 아급성기 환자에 대한 두 평가의 신뢰도와 예측 타당성을 뒷받침하는 연구가 부족하며 명확하게 규명되지 않았다(Pattison 등, 2015). 현재까지 아급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 표준화된 10mWT와 6MWT(30m 경로)의 반응률과 10mWT의 보행속도가 6MWT의 총 이동 거리를 예측할 수 있는지 예측 타당도는 보고된 적이 없다. 10mWT와

6MWT는 매우 밀접한 관련이 있으므로 10mWT가 환자의 전반적인 보행 능력을 반영할 수 있음을 시사한다. 게다가 6MWT의 임상적용시 표준 지침은 30미터 길이의 보행로와 장애물이 없는 통제된 환경을 필요로 하지만 국내 병원의 물리적 환경과 여건상 이 검사를 구현하기 어려운 경우가 많다(Chang 등, 2019; Holland 등, 2014). 이러한 이유로 10MWT는 공간과 시간이 제한된 임상환경에서 중요한 임상적 대안이 될 수 있다. 따라서 10mWT가 6MWT의 이동거리를 효과적으로 예측할 수 있을 것으로 판단된다.

따라서 본 연구의 목적은 10mWT와 6MWT의 표준지침에 따라 첫째, 치료 전과 4주 후 아급성기 뇌졸중 환자들의 10mWT와 6MWT의 총 이동거리의 변화량(%) 및 반응률을 비교하고, 둘째, 10mWT와 6MWT의 집중타당도 및 동시타당도를 알아보고, 셋째, 치료 전 10mWT의 보행속도가 6MWT의 총 이동거리를 예측할 수 있는지 알아보고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 피실험자들은 뇌졸중으로 인하여 편마비 진단을 받고 국립재활원에 입원하여 2023년 7월에서 2024년 4월 까지 보행 랩(Gait Lab)에서 치료를 받은 아급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 의무기록지(일반의학적인 특성)와 기능수행 평가지의 데이터를 수집 분석하였다. 연구 대상자 선정 기준은 MMSE 24점 이상이며, 보행 보조 도구 유무에 관계없이 독립적으로 10m이상 보행이 가능한 자이다(Ng 등, 2012). 연구 제외 대상은 6MWT시 미국 흥부 학회(Holland 등, 2014)의 평가 지침에 따라 시험이 금기되는 심폐질환을 나타내는 협심증, 심근 경색, 심장질환자, 안정시 심박수가 120bpm 이상, 수축기 혈압이 180mmHG이상, 이완기 혈압이 100mmHG 이상 인자, 보행 능력에 영향을 미치는 근골격계 또는 신경학적 장애 및 양측 편마비와 2차 발병 뇌졸중 환자는 제외하였다. 피실험자들의 표본 산출은 G Power 3.1.9.7 프로그램을 이용하여, 다중회귀분석에 필요한 효과 크기 0.30, 유의수준 0.05, 파워 검정력 0.8, 예측되는 독립 변수는 총 6개를 기준으로 하였을 때, 최소 표본수가 53명 이었다. 따라서 본 연구의 표본 수 크기는 53명을 목표 피험자 수로 하였다. 본 연구는 국립재활원 윤리위원회의 승인을 받은 후 진행하였으며(NRC-2024-04-021), 연구 대상자의 일반적인 특성에 대한 정보로 성별, 나이를 수집하였고, 의학적인 자료는 뇌졸중 발병 후 유병기간, 뇌졸중 유형, 마비측 부위, 한국형 간이정신 상태 검사를 수집하였다. 개인정보를 보호하기 위하여 기능수행 평가 결과 자료 수집 외 맹검 여부의 투명성에 대해 처리 그룹의 정보 및 고유 개인 식별번호를 수집하지 않았으며, 수집된 자료는 연구 목적으로만 사용하였다.

2. 연구절차

피실험자들은 보행 랩에서 집중 보행 훈련을 받았으며, 총 4주 동안 주 5회, 1회당 30분씩, 총 20세션으로 이루어졌다. 훈련은 Walkmate 프로그램을 이용하여 빠르게 걷기, 걷기 속도 조절, 원거리 이동, 장애물 넘기, 불안정한 지면에서의 보행 훈련, 공을 이용한 균형 훈련 등을 환자들의 상태에 맞게 적절히 조합하여 진행하였다. 치료전과 4주 후 통상적으로 시행하는 기능수행 평가인 기능적 보행 지수(Functional Ambulation Category; FAC), 10mWT, 6MWT, 버그 균형 척도(Berg Balance Scale; BBS)는 3~4일에 걸쳐 평가하였다. 추가적으로 일어나 걸어가기 검사(Timed Up & Go test; TUG)와 5회 일어서고 앉기 검사(5-times Sit to Stand test; 5-times STS)는 치료 전과 후에 평가되었으며, 모든 검사마다 1~2분간의 휴식을 갖도록 하였다. 모든 평가는 신경학적인 장애가 있는 환자를 치료한 경험과 평가 도구에 익숙한 15년 차 이상인 물리치료사에 의해 평가되었다. 4주 종료 후 유병기간이 6개월

미만인 아급성기 뇌졸중 환자들의 10mWT의 보행속도와 6MWT의 총 이동거리 및 6MWT에 소요된 보행속도의 변화량(%), 반응률(Standard Response Mean, SRM), 전·후 변화량에 대한 차이를 알아보았다. 치료 전 10mWT와 6MWT의 집중 타당도와 10mWT와 6MWT의 동시타당도는 TUG, 5Times STS, BBS와의 관련성을 조사하고, 10mWT의 보행속도가 6MWT의 총 이동거리를 예측할 수 있는지 검증하고자 하였다.

3. 측정도구

(1) 기능적 보행 지수(Functional Ambulation Category; FAC)

FAC은 보행보조도구 사용 유무와 관계없이 보행 시 얼마나 많은 도움이 필요한지 그 여부에 따라 보행능력을 평가하는 것으로 6점 척도로 구성되어 있다. 뇌졸중 환자의 FAC 측정자간·검사-재검사 신뢰도 Kappa는 각각 0.950~0.905로 매우 우수하다(Mehrholz 등, 2007).

(2) 10m 보행검사(10meter Walk Test; 10mWT)

10mWT를 이용하여 자가 선택 편안한 보행속도를 측정하였다. 10mWT의 보행 구간은 총 14m로 2m 가속구간과 2m 감속구간을 뺀 10m 구간을 보행하는데 소요된 시간을 초 단위로 측정하여 편안한 보행속도를 계산하였다. 측정 기록 구간은 피실험자의 첫 발이 2m 표지를 넘을 때 시작하여 첫 발이 12m 표지를 넘을 때 멈췄으며, 피실험자에게 계속해서 14m지점까지 걸어가도록 요청하였다. 3회 평균값을 사용하였으며, 10mWT에 소요된 시간이 <0.4m/s(실내보행), (0.4m/s~0.8m/s(제한된 지역사회 보행), >0.8m/s(지역사회 보행)로 분류된다(Perry 등, 1995). 10mWT의 검사-재검사 신뢰도 ICC=0.93으로 보고되었다(Salbach 등, 2001).

(3) 일어나 걸어가기 검사(Timed Up & Go test; TUG)

이동성과 균형을 빠르게 측정할 수 있는 검사로 팔걸이가 있는 의자에 앉은 상태에서 출발 신호와 함께 의자에서 일어나 3m 거리를 걸어서 다시 되돌아와 의자에 앉기까지 소요되는 시간을 측정하는 검사(Podsiadlo와 Richardson, 1991)로 3회 시도 후 평균값을 사용하였다. 이 검사의 검사-재검사 신뢰도는 ICC=0.96으로 보고되었다(Flansbjerg 등, 2005).

(4) 6분 보행 검사(6Minute Walk Test; 6MWT)

6MWT는 Holland 등(2014)의 표준지침에 따라 피실험자는 장애물이 없고 조용한 환경에서 실시하되 평소 신는 신발을 착용하고 6분 동안 30m구간을 반환점으로 하여 최대한 빠른 속도로 걸도록 하였다. 매분 마다 격려(빠르게 걸으세요. 힘내세요. 1분, 2분 지났습니다, 마지막 6분입니다)가 제공되었으며, 6분 동안 걸은 총거리를 기록하였다. 6MWT의 총 이동거리가 <205m(실내 보행), 205m~288m(제한된 지역사회 보행), >288m(지역사회 보행)로 분류된다(Perry 등, 1995). 이 검사의 측정자간 신뢰도는 ICC=0.95로 보고되었다(Cheng 등, 2020).

(5) 5회 일어서고 앉기 검사(5times Sit to Stand test; 5Times STS)

일어나 앉기 동작을 5회 반복 검사를 위해 5-times STS 검사를 이용하였다. 이 검사는 등받이가 있고 팔걸이가 없는 의자에 앉아 양팔을 가슴에 교차한 후 상지의 도움 없이 일어서 앉는 동작을 5회 실시하는 데 소요되는 시간을 측정하는 것이다(Whitney 등, 2005). 이 검사의 측정자간 신뢰도 ICC=.999로 보고되었다(Mong 등, 2010).

(6) 버그 균형 척도(Berg Balance Scale; BBS)

BBS는 균형 능력을 측정하는 것으로 평가 항목은 크게 앉기, 서기 자세, 자세 변화 등 3개 영역으로 이루어져 있으며, 최소 0점에서 최대 4점을 적용하여, 14개 항목에 대한 총 점수는 56점으로, 점수가 높을수록 동적 균형 능력이 우수하다고 할 수 있다(Berg 등, 1992). 이 도구의 측정자간 신뢰도는 ICC=0.95로 보고되었다(Flansbjer 등, 2012)

4. 자료분석

본 연구에서 윈도우 10 SPSS Ver. 21.0을 이용하여 통계적 분석을 시행하였다. 모든 자료는 Shapiro-wilk 검정 방법을 통해 정규성 검정을 하였고, 대상자들의 일반적인 특성과 치료 전 기능 수행 평가는 빈도분석과 기술통계를 하였다. 치료 전과 4주 종료 후 아급성기 뇌졸중 환자들의 10mWT의 보행속도와 6MWT의 총 이동거리 및 6MWT에 소요된 보행속도(6MWT 총 이동거리(m)/360초)의 변화량(%)[실험 전·후 변화량/실험 전의 평균 $\times$ 100%]과 반응을 (Standard Response Mean, SRM)[실험 전·후 변화량/실험 전·후 변화량의 표준편차]을 구하고 전·후 변화량에 대한 차이는 대응 T검정을 이용하였다. 10mWT와 6MWT의 집중 타당도와 10mWT와 6MWT의 동시타당도는 TUG, 5Times STS, BBS와의 관련성은 피어슨 상관계수를 이용하였다. 치료 전 10mWT의 보행속도가 6MWT의 총 이동거리를 예측할 수 있는지 회귀방정식을 구하고자 단계적 다중 회귀 분석(Stepwise multiple linear regression)을 이용하였다. 통계적 유의수준 $\alpha=.05$ 로 한다.

III. 연구결과

1. 피실험자들의 일반의학적 특성과 수행 평가

본 연구에 참여한 뇌졸중 환자는 53명으로 남자는 30명(56.6%), 여자는 23명(43.4%), 평균 연령은 58.79 ± 15.63 세, 뇌졸중 후 유병 기간은 4.43 ± 1.39 개월, 뇌경색은 31(58.5%), 뇌출혈 22명(41.5%), 좌우측 편마비는 각각 25명(47.2%), 28명(52.8%), MMSE-K는 28.26 ± 1.83 점이다. 기능수행 평가로 FAC 3점과 4점은 각각 36명(67.9%), 17명(32.1%), 10mWT 보행속도를 기준으로 지역사회 보행 군(>0.8 m/s)은 12명(22.6%), 제한된 지역사회 보행 군($0.4 \sim 0.8$ m/s)은 22명(42.5%), 실내보행 군(<0.4 m/s)은 19명(35.8%)이었다. 6MWT 총 이동거리를 기준으로 지역사회 보행 군(>288 m)은 10명(18.9%), 제한된 지역사회 보행 군($205 \sim 208$ m)은 8명(15.1%), 실내보행 군(<205 m)은 35명(66.6%)이었다. TUG는 26.04 ± 12.23 (초), 5Times STS 21.80 ± 9.42 (회), BBS 46.01 ± 4.92 (점)이었다(Table 1).

Table 1. Clinical characteristics and outcome measures of the subject (N=53)

Parameters	N(%) or M $\pm$ SD(Min~Max)
Sex(male/female)	30(56.6)/23(43.4)
Age(year)	58.79 $\pm$ 15.63(28~84)
Onset(months)	4.43 $\pm$ 1.39(2~6)
Diagnosis(infarction/hemorrhage)	31(58.5)/22(41.5)
Paretic side(left/right)	25(47.2)/28(52.8)
MMSE-K(score)	28.26 $\pm$ 1.83(25~30)
FAC(score) 3/4	36(67.9)/17(32.1)
[†] Walking speed(10mWT at baseline)	
CW(>0.8m/s)/ LCW(0.4~0.8m/s)/ HW(<0.4m/s)	12(22.6)/ 22(42.5)/ 19(35.8)
[†] Walking distance(6MWT scale classification)	
CW(>288m)/ LCW(205~288m)/ HW(<205m)	10(18.9)/ 8(15.1)/ 35(66.0)
TUG(sec)	26.04 $\pm$ 12.23(9~61.56)
5Times STS(times)	21.80 $\pm$ 9.42(9.50~46.72)
BBS(score)	46.01 $\pm$ 4.92(36~56)

[†]Pre-test outcome measure, MMSE-K: Mini mental state examination-Korean version, FAC: Functional ambulation category, 10mWT: 10meter Walk Test, CW: Community walker, LCW: Limited community walker, HW: Household walker, 6MWT: 6Minute Walk Test, TUG: Timed up & Go test, 5Times STS: 5times sit to stand test, BBS: Berg Balance Scale

2. 피실험자들의 치료 전과 후 10mWT 보행속도와 6MWT 총 이동거리 및 보행속도 결과

치료 전과 4주 후 아급성기 뇌졸중 환자의 10mWT 보행속도(변화량 47.05%)와 6MWT의 총 이동 거리(43.94%) 및 보행속도(106.6%) 모두 유의하게 개선되었으며($p<0.01$), 10mWT의 SRM은 1.33, 6MWT의 총 이동 거리는 1.28, 6MWT의 보행속도는 1.84로 높은 것으로 확인되었다(Table 2).

Table 2. Pre – post results for 10mWT and 6MWT total distance and walking speed in 6MWT (N=21)

Measures	pre	post(4weeks)	MD ± SD	Change (%)	SRM	p
	Mean ± SD(min~max)					
10mWT(m/s)	0.51±0.23 (0.20~0.89)	0.75±0.32 (0.35~1.39)	0.24±0.18	47.05	1.33	.001*
6MWT(m)	174.87±81.86 (88.00~321.40)	251.73±111.83 (110~448)	76.85±59.66	43.94	1.28	.001*
6MWT(m/s)	0.45±0.22 (0.24~0.89)	0.96±0.43 (0.42~1.72)	0.48±0.26	106.6	1.84	.001*

SD: Standard deviation, MD: Mean difference, SRM: Standard response mean, 10mWT: 10meter Walk Test, 6MWT: 6Minute Walk Test, * $p<.001$

3. 10mWT와 6MWT의 집중 타당도와 동시 타당도

10mWT와 6MWT의 집중 타당도는 치료 전 매우 높은 상관관계가 있었다($r=.937$, $p<.01$). 10mWT의 동시 타당도는 치료 전 TUG($r=-.805$), 5Times STS($r=-.651$), BBS($r=.719$)와 유의한 관계가 있었고($p<.05\sim.01$) 6MWT의 동시 타당도는 치료 전 TUG($r=-.760$), 5Times STS($r=-.643$), BBS($r=.717$)와 유의한 관계가 있는 것으로 확인되었다($p<.05\sim.01$)(Table 3).

Table 3. Convergent and concurrent validity of 10mWT and 6MWT (N=53)

Convergent validity		Concurrent validity			
pre	10mWT(m/s) vs 6MWT(m)	Pre	TUG	5Times STS	BBS
		10mWT(m/s)	-.805**	-.651*	.719**
	.937**	6MWT(m)	-.760**	-.643*	.717**

10mWT: 10meter Walk Test, 6MWT: 6Minute Walk Test, TUG: Timed up & Go test, 5Times STS: 5times sit to stand test, BBS: Berg Balance Scale, * $p<.05$, ** $p<.01$

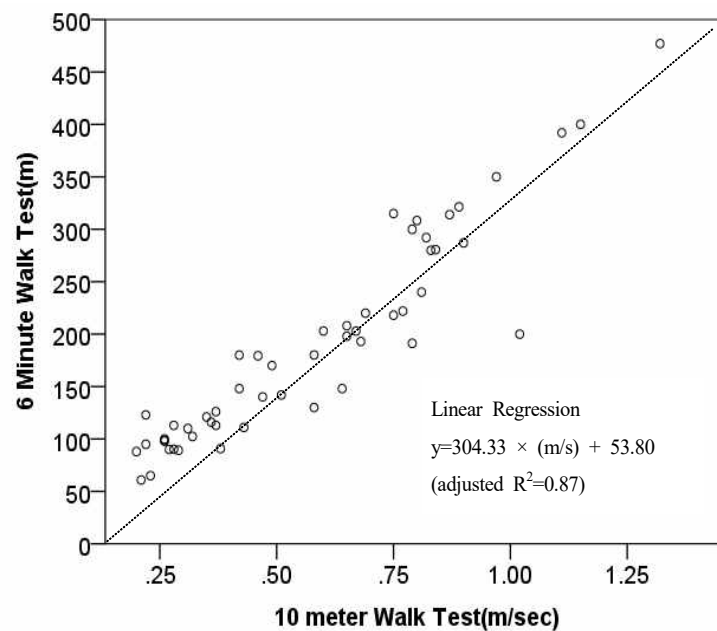
4. 10mWT가 6MWT의 이동거리 예측을 위한 단계적 다중 회귀 분석

피실험자들의 나이, 성별, 유병기간, 인지, TUG, 5times STS, BBS는 6MWT를 예측할 수 있는 변수에서 모두 제외되었고, 10mWT의 1개의 변수가 6MWT를 예측할 수 있는 설명력은 87%이었다($p<.001$). 10mWT와 6MWT간의 회귀 모형식은 $6MWT = 304.33 \times (\text{gait speed in m/s}) + 53.80$ 이다(Table 4)(figure 1).

Table 4. Stepwise multiple linear regression analysis was conducted to examine the predictive value of 10mWT on the 6MWT ($N=53$)

Pre	B	SE	R ² (Adjusted)	β	p
Constnat	53.805	134.051			
10mWT	304.332	36.040	0.871	0.882	.001*
TUG	0.233	0.785		0.032	.768
BBS	0.836	1.619		0.042	.608
5Times STS	-0.861	0.819		-0.084	.299
MMSE-K	-0.608	2.824		-0.011	.831
Sex	-13.048	11.356		-0.061	.257
Age	-0.362	0.331		-0.058	.316
Onset	-4.055	3.997		-0.058	.280

SE: Standard Error, Dependent variable - 6MWT: 6Minute Walk test, Independent variables - 10mWT: 10meter Walk Test, TUG: Timed up & Go test, BBS: Berg Balance Scale, 5Times STS: 5times sit to stand test, MMSE-K: Mini mental state examination-Korean version, Sex, Age, Onset * $p<.001$



(Figure 1) Distance covered by each participant during the 6 minute walk test presented as a function of the gait speed covered during the 10 meter walk test

IV. 고 찰

아급성기 뇌졸중 환자의 10mWT의 보행속도는 6MWT 총 이동 거리와 우수한 집중, 동시, 예측 타당도가 있는 것으로 확인되었다. 4주 후 아급성기 뇌졸중 환자의 10mWT 보행속도와 6MWT의 총 이동 거리 및 보행속도 모두 유의하게 개선되었으며, 10mWT 보행속도의 SRM은 1.33, 6MWT의 총 이동 거리는 1.28, 6MWT 보행속도의 SRM은 1.84로 높은 것으로 확인되었다. 이는 급성기 뇌졸중 환자의 10mWT(SRM=0.74~0.92)(Cheng 등, 2021; Hosoi 등, 2023; Scrivener 등, 2014)와 만성 뇌졸중 환자의 6MWT의 총 이동 거리(SRM=1.52)(Kosak 등, 2005)와 유사하거나 조금 더 높은 수치이다. 이러한 차이는 피실험자들은 집중적인 보행 훈련을 받았기 때문에 보행속도가 조금 더 높게 나타난 것이다.

뇌졸중 환자의 보행속도 자체가 보행 시간에 민감하므로 10mWT의 개별 보행속도로 측정된 자가 선택적인 보행속도를 기반으로 6MWT의 총 이동거리를 예측하는 것은 실제 총 이동 거리를 과대평가 될 수 있다(Dean 등, 2001). Dean 등(2001)의 연구에서 피실험자들의 6MWT 동안 보행속도의 변동폭이 크고 피로 때문인 것으로 확인되었다. 6MWT의 총 6분 동안 보행속도의 감소는 동기보다 피로에 의해 제약을 받을 수 있다(Kosak 등, 2005). 6MWT는 개인이 선택한 보행속도와 직접적인 관련이 있는 것으로 보행속도를 유지할 수 있는 능력이 우수할수록 6분 동안 더 많은 거리를 이동할 수 있으며, 이는 더 나은 보행 지구력을 나타내는 것이다. 피로가 시작되면 보행속도가 감소하고 총 이동거리가 짧아져 지구력 수준이 낮아진다(Fujita 등, 2021). 이러한 피로는 뇌졸중 환자에게 흔히 나타나는 증상으로 6MWT에 영향을 줄 수 있다. 또한 환자의 자가 선택한 편안한 보행속도가 6분 동안 빠르게 걷기를 요청한 경우와 다를 수 있으므로 환자 동기에도 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 10mWT의 자가선택 보행속도가 >0.63m/s인 환자들의 경우 심폐지구력을 반영하는 VO₂peak와 유의한 상관관계가 있으며, VO₂peak는 6MWT 총 이동거리에 영향을 준다($R^2=26$). 따라서 상대적으로 보행속도가 느린 환자일수록 체력수준이 낮아 피로(심폐지구력)에 영향을 받는다(Patterson 등, 2007; Ryan 등, 2000).

본 연구에 참여한 피실험자들에게 피로도에 대한 평가를 하지 않았으나 피로에 영향을 덜 받은 것으로 추정된다. 이에 대해 4주 후 보행속도는 0.51m/s에서 0.75m/s로 0.24m/s(변화량 47.05%) 개선되었고, 총 이동거리는 174.87m에서 251.73m로 76.85m(변화량 43.94%)로 비례적으로 개선되어 피로에 영향을 받지 않은 것으로 볼 수 있다. 치료 후 변화량인 0.24m/s, 76.85m 수치는 치료 중재 후 효과크기(개선)와 임상상의사 결정을 반영하는 최소 식별 변화(Minimal Detectable Change, MDC)로 검증할 수 있다(Geiger 등, 2019). 아급성기와 만성 뇌졸중 환자 보행속도의 MDC는 0.18m/s~0.40m/s(Fulk & Echternach, 2008; Hiengkaew 등, 2012; Hosoi 등, 2023), 6MWT 총 이동거리의 MDC는 39m~67.5m에 해당하는 수치로 본 연구 피실험자들의 실제 계획한 범위 내에서 치료 중재 4주 후 진정한 실제 변화량으로 볼 수 있다(Cheng 등, 2020; Fulk 등, 2008). 본 연구에서 10mWT와 6MWT의 집중타당도는 치료 전 매우 높은 관련성($r=.937$)이 있었는데, 이는 두 평가 도구가 모두 연속형 변수로 이루어져 있기 때문이다. 6MWT는 단거리 보행 속도(5m, 8m, 10m)와도 높은 상관관계($r=.84\sim.94$)를 보여, 10mWT와의 상관성이 매우 높다는 사실과 일치한다(Cheng 등, 2020; Moore 등, 2018). 이러한 높은 상관관계는 두 평가 도구가 다른 기능 수행 평가와도 유사한 동시 타당도를 나타내는 것이다. 치료 전 10mWT와 6MWT의 동시 타당도는 TUG($r=-.760, -.805$), 5Times STS($r=-.643, -.651$), BBS($r=.717, .719$)와 중등도의 관련성이 있는 것으로 확인되었다. 이는 6MWT와 TUG($r=-.89$)(Flansbjer 등, 2005), 6MWT와 BBS($r=.729$)(Awad 등, 2014), 5Times STS와 BBS($r=-.551$)(Mong 등, 2010) 사이의 상관관계와 일치한다. TUG는 6MWT의 한 구성 요소인 180°회전과 보행능력을 반영하는 평가 도구이며, 5Times STS는 일어서고 앉는 동작에서 마비측 엉덩관절의 굽힘근($r=-.587$), 무릎관절의 펴기근($r=-.687$), 발바닥

굽힘 근력($r=-.406$)과 관련이 있다(Mong 등, 2010). 이 근력들은 보행 속도와 지구력에 영향을 미치는 요소로 알려져 있다(Mg 등, 2011, 2012). BBS는 포괄적인 균형 능력을 평가하며, 계단 오르내리기, 한발로 서기(단하지 지지기, 유각기) 등은 10mWT와 6MWT의 구성 요소를 포함하는 평가 도구이다. 이러한 요소들을 고려할 때, 10mWT와 6MWT는 TUG, 5-times STS, BBS와의 강한 동시 타당도를 입증하는 데 기여했을 가능성이 높다.

최종적으로, 다양한 평가 도구(TUG, 5Times STS, BBS)와의 관계를 통해 10mWT와 6MWT 사이의 높은 상관성을 기술할 수 있으며, 이로 인해 두 평가 도구 간의 동시 타당도가 강하게 입증되었다. 이는 10mWT와 6MWT가 서로 유사한 평가 도구로 사용될 수 있음을 시사하는 것이다. 피실험자들의 10mWT(0.51m/s 에서 0.75m/s 개선)를 전체 6MWT의 보행속도와 비교하여 체계적으로 개선되었다. 이는 6MWT의 총 이동거리에 대한 평균 보행속도가 0.45m/s 에서 0.96m/s 로 0.48m/s (변화량 106.6%)까지 개선되었다. 치료 전 6MWT의 평균 보행속도는 0.45m/s 로 10mWT의 보행속도(평균 0.51m/s)보다 낮았으나 4주 후 6MWT의 보행속도(0.96m/s)가 10mWT(0.75m/s)보다 빠르게 개선되었다. 이는 피실험자들의 대부분이 6MWT의 6분 동안 평균적으로 피로에 영향을 받지 않고 자가 인지된 노력으로 최대보행 속도를 유지하는 것이 가능한 것으로 판단된다. 만성 뇌졸중 환자의 10mWT 편안한 보행속도($0.69\sim 0.94\text{m/s}$)와 비교하여 6mWT의 보행속도($0.81\sim 1.11\text{m/s}$)(Dalga 등, 2012; Flansbjer 등, 2005; Kelly 등, 2003)는 비례적으로 개선되어 두 변수간의 관련성($r=.89\sim .91$)은 매우 높은 결과로 나타났다. 이는 페이스 패턴(Pacing Pattern)으로 보행 훈련 시 보행속도를 일정하게 유지하도록 훈련하여 속도 조절과 균형을 향상시키는 동시에 이동거리를 스스로 조절할 수 있는 것(리듬 형성, 피드백 제공)으로(Sollie 등, 2021), 10mWT가 6MWT에 미치는 회귀방정식에 고려될 수 있다.

본 연구 피실험자들의 치료 전 10mWT 1개의 변수가 6MWT의 총 이동거리를 예측할 수 있는 변수로 설명력은 87%이었다. 따라서 6MWT의 총 이동거리(m)는 $6\text{MWT} = 304.33 \times (\text{gait speed in m/s}) + 53.80$ 로 추정하였다. Dean 등(2001)은 뇌졸중 환자의 보행속도가 0.5m/s 미만인 경우 6MWT의 총 이동거리를 84.4%를 예측할 수 있다고 하였고, Patterson 등(2007)은 9.1m-WT 의 보행속도가 0.51m/s 이상이면 6MWT의 총 이동거리를 78%를 예측할 수 있다고 하였으나 보행속도($\leq 0.48\text{m/s}$)가 느린 환자의 경우 BBS가 6MWT에 가장 영향을 미치는 변수($r^2=.42$)이므로 상대적으로 설명력이 본 연구보다 낮은 것이다. 또한 두 연구 모두 회귀 모형식은 언급하지 않았다. 지역사회에 거주하고 있는 만성 뇌졸중 환자의 10mWT 보행속도가 6MWT의 총 이동거리를 예측할 수 있는 회귀방정식에서 6MWT의 총 이동거리(m)는 $320.9 \times (\text{편안한 보행속도 m/s}) + 11.7$ 이다(Eng 등, 2002). Eng 등(2002)의 피실험자들의 보행속도는 0.80m/s 이고, 6MWT의 총 이동거리는 267.7m 로 두 변수간의 관련성은 $r=.92$ 이었다. 본 연구 피실험자들은 치료 전 보행 속도와 총 이동거리는 각각 0.51m/s , 174.87m 로 그 관련성은 $r=.967$ 로서 거의 일치하여 본 연구결과를 지지하고 있다. 10mWT 보행속도는 6MWT의 총 이동거리를 예측할 수 있는 타당성을 입증하는데 충분하였다. 10mWT는 간단하고 짧은 시간 내에 수행할 수 있어, 환자의 부담을 줄이는 장점이 있으며, 특히 6MWT와 달리 긴통로와 통제된 환경이 필요하지 않아 다양한 임상 환경에서 쉽게 적용할 수 있다. 이러한 특성은 10mWT가 뇌졸중 환자의 보행 능력 평가에서 더 널리 사용될 수 있음을 의미한다. 10mWT는 신속하게 환자의 보행 능력을 평가할 수 있어, 반복적인 측정이나 초기 진단에서 유용하며, 6MWT의 대체 평가 도구로도 활용될 수 있다.

따라서 아급성기 뇌졸중 환자들의 10mWT와 6MWT간의 선형 회귀 모형식을 이용하여 간접적으로 6MWT 총 이동거리를 추정하는데 보조적인 방법으로 사용할 수 있을 것이다. 그러나 본 연구에서 10mWT와 6MWT간의 관계를 검증하는데 한계가 있었다. 본 연구의 제한점으로 첫째, 본 연구에서 피실험자들의 10mWT와 6MWT와의 관계를 규명하는데 TUG, 5Times STS, BBS의 한정된 변수만을 사용하였다. 둘째, 약물 사용이 연구 결과에 미치는 영향을 고려할 수 없었으며 실제로 통제하기 어려웠다. 일반적으로 뇌졸중 환자의 혈압을 인위적으로 낮추기 위하여 ACE억제제와 베타 차단제를 복용할 경우 최대 심박수가 25%~30% 정도 감소한다(Tanaka 등, 2011). 이와 더불어 경직과 인지에 영향을 줄 수 있는 약물은 피실험자들의 운동기능과 체력수준에 영향을 미치기 때문에 자가 인지된 노력이 증가하여

실제 10mWT의 보행속도와 6MWT 총 이동거리가 과대 평가되었을 수 있다. 셋째, 상대적으로 BBS가 평균 46점(만점 56점)으로 균형 능력이 우수하였고, 피실험자들은 국립재활원 보행 랩(Gait Lab)에서 보행 재활 프로그램 중재에 참여하여 집중적인 보행속도와 이동 거리 개선을 목표로 훈련을 받았으므로 이는 페이스 패턴으로 인한 효과로 본 연구설계에 부합한 환자들에게 일반화할 수 있다. 따라서 추후 연구에서 다양한 환자들을 대상으로 최대 보행속도, 피로, 동기 부여, 하지 경직과 근력, 균형 자신감, 심혈관 건강 상태 등의 변수들을 포함한 6MWT의 총 이동거리와 유산소 능력(VO2peak)과의 관계 및 요인을 규명하는 연구가 필요할 것이다.

V. 결 론

아급성기 뇌졸중 환자의 10mWT 보행속도와 6MWT 총 이동거리의 반응률(>1.0)은 높고, 치료 전 매우 높은 상관성을 보여, 두 평가 도구가 유사한 보행능력을 측정함을 확인하였다. TUG, 5Times STS, BBS의 수행과제는 10mWT와 6MWT의 보행속도와 이동거리에 영향을 줄 수 있는 유사한 과제와 구성 동작을 포함하고 있으며, 이는 동시 타당도에서 중등도의 관련성이 있었다. 10mWT 보행속도가 6MWT의 총 이동거리를 예측할 수 있는 설명력은 87%로 타당성을 입증하는데 충분하였다. 10mWT는 6MWT와 달리 긴통로와 통제된 환경이 필요하지 않아 신속하게 환자의 보행능력을 평가할 수 있으므로 반복적인 측정이나 초기 진단에서 유용하며, 간접적으로 6MWT 총 이동거리를 추정하는데 보조적인 방법으로 사용할 수 있을 것이다.

참사의 글

본 연구결과물은 국립재활원 내부 연구과제(24-C-02)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- Awad LN, Reisman DS, Wright TR. et al. Maximum Walking Speed Is a Key Determinant of Long Distance Walking Function After Stroke, Topics in Stroke Rehabilitation, 2014;21(6):502-509.
- Berg KO, Maki B, Williams JL. et al. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. Arch Phys Med Rehabil. 1992;73(11):1073-1080.
- Cheng DK, Dagenais M, Nealy KA. et al. Distance-limited walk tests post-stroke: A systematic review of measurement properties. NeuroRehabilitation. 2021;48(4):413-439.
- Cheng DK, Nelson M, Brooks D. et al. Validation of stroke-specific protocols for the 10-meter walk test and 6-minute walk test conducted using 15-meter and 30-meter walkways, Topics in stroke rehabilitation. 2020;27(4):251-261.
- Dalgas U, Severinsen K, Overgaard K. Relations between 6 minute walking distance and 10 meter walking speed in patients with multiple sclerosis and stroke. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2012;93(7):1167-1172.
- Dean C, Richards C, Malouin F. Walking speed over 10 metres overestimates locomotor capacity after

- stroke. Clinical rehabilitation. 2001;15(4):415-421.
- Dobkin BH. Short-distance walking speed and timed walking distance: redundant measures for clinical trials? Neurology 2006;66(4):584-586.
- Dunn A, Marsden DL, Nugent E. et al. Protocol variations and six-minute walk test performance in stroke survivors: a systematic review with meta-analysis. Stroke research and treatment. 2015:484813.
- Eng JJ, Chu KS, Dawson AS. et al. Functional Walk Tests in Individuals With Stroke: Relation to Perceived Exertion and Myocardial Exertion. Stroke, 2022;33(3):756-761.
- Flansbjer UB, Blom J, Brogårdh C. The reproducibility of Berg Balance Scale and the Single-leg Stance in chronic stroke and the relationship between the two tests. Physical medicine and rehabilitation. 2012;4(3):165-170.
- Flansbjer UB, Holmbäck AM, Downham D. et al. Reliability of gait performance tests in men and women with hemiparesis after stroke. Journal of rehabilitation medicine. 2005;37(2):75-82.
- Fujita K, Kobayashi Y, Hitosugi M. Temporal Changes in Electromyographic Activity and Gait Ability during Extended Walking in Individuals Post-Stroke: A Pilot Study. Healthcare(Basel), 2021;9(4):444.
- Fulk GD, Echternach JL. Test-Retest Reliability and Minimal Detectable Change of Gait Speed in Individuals Undergoing Rehabilitation After Stroke. journal of neurologic physical therapy. 2008;32(1):8-13.
- Fulk GD, He Y, Boyne P. et al. Predicting home and community walking activity post stroke. Stroke. 2017;48(2):406-411.
- Geiger M, Supiot A, Pradon D. et al. Minimal detectable change of kinematic and spatiotemporal parameters in patients with chronic stroke across three sessions of gait analysis. Human movement science, 2019;64:101-107.
- Graham JE, Ostir GV, Fisher SR. et al. Assessing walking speed in clinical research: a systematic review. Journal of evaluation in clinical practice. 2008;14(4):552-562.
- Hiengkaew V, Jitaree K, Chaiyawat P. Minimal detectable changes of the Berg balance scale, Fugl-Meyer assessment scale, timed "up & go" test, gait speeds, and 2-minute walk test in individuals with chronic stroke with different degrees of ankle plantarflexor tone. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2012;93(7):1201-1208.
- Holland AE, Spruit MA, Troosters T. et al. An official European respiratory society/American thoracic society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease. The European respiratory journal. 2014;44(6):1428-1446.
- Hosoi Y, Kamimoto T, Sakai K. et al. Estimation of minimal detectable change in the 10-meter walking test for patients with stroke: a study stratified by gait speed. Frontiers in neurology. 2023;14:1219505.
- Kelly JO, Kilbreath SL, Davis GM. et al. Cardiorespiratory fitness and walking ability in subacute stroke patients. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2003;84(12):1780-1785.

- Kosak K, Smith, T. Comparison of the 2-, 6-, and 12-minute walk tests in patients with stroke. *Journal of rehabilitation research & development*. 2005;42(1):103-108.
- Kwakkel G, Lannin NA, Borschmann K. et al. Standardized measurement of sensorimotor recovery in stroke trials: consensus-based core recommendations from the stroke recovery and rehabilitation roundtable. *international journal of stroke*. 2017;12(5):451-461.
- Mehrholtz J, Wagner K, Rutte K. et al. Predictive validity and responsiveness of the functional ambulation category in hemiparetic patients after stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2007;88(10):1314-1319.
- Moore JL, Potter K, Blankshain K. et al. A core set of outcome measures for adults with neurologic conditions undergoing rehabilitation: A clinical practice guideline. *Journal of neurologic physical therapy*. 2018;42(3):174-220.
- Mong Y, Teo T, Ng SS. 5-repetition sit-to-stand test in subjects with chronic stroke: reliability and validity. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2010;91(3):407-413.
- Ng SS, Tsang WW, Cheung TH. et al. Walkway length, but not turning direction, determines the six-minute walk test distance in individuals with stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2011;92(5):806-811.
- Ng SS, Ng PC, Lee CY. et al. Walkway lengths for measuring walking speed in stroke rehabilitation. *Journal of rehabilitation medicine*, 2012;44(1):43-46.
- Patterson SL, Forrester LW, Rodgers MM. et al. Determinants of walking function after stroke: differences by deficit severity. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2007;88(1):115-119.
- Pattison KM, Brooks D, Cameron JL. et al. Factors influencing physical therapists' use of standardized measures of walking capacity poststroke across the care continuum. *Physical therapy*, 2015;95(11):1507-1517.
- Perry J, Garrett M, Gronley K. et al. Classification of walking handicap in the stroke population. *Stroke*. 1995;26(6): 982-989.
- Podsiadlo D, Richardson, S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatric Society*. 1991;39(2):142-148.
- Ryan A, Dobrovolsky C, Silver K. et al. Cardiovascular fitness after stroke: role of muscle mass and gait deficit severity. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases*. 2000;9(4):185-191.
- Salbach NM, Mayo NE, Higgins J. et al. Responsiveness and predictability of gait speed and other disability measures in acute stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2001;82(9):1204-1212.
- Salbach NM, O'Brien KK, Brooks D. et al. Considerations for the selection of time-limited walk tests poststroke: a systematic review of test protocols and measurement properties. *Journal of neurologic physical therapy*. 2017;41(1):3-17.
- Scrivener K, Schurr K, Sherrington C. Responsiveness of the ten-metre walk test, Step Test and Motor Assessment Scale in inpatient care after stroke. *BMC neurology*. 2014;14:129.
- Sollie O, Gløersen Ø, Gilgien M. et al. Differences in pacing pattern and sub-technique selection be-
-

tween young and adult competitive cross-country skiers. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2021;31(3):553-563.

Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. (2001) Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the american college of cardiology* 2001;37(1):153-156.

Valet M, Pierchon L, Lejeune T. The 2-min walk test could replace the 6-min walk test in ambulant persons with subacute or chronic stroke: a two-stage retrospective study. *International journal of rehabilitation research*. 2022;46(1):41-45.

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. *Physical therapy*. 2005;85(10):1034-1045.
