



대한물리치료과학회지

Journal of Korean Physical Therapy Science
2024. 12. Vol. 31, No 4, pp. 1-12

아급성기 뇌졸중 환자의 보행속도가 지역사회 보행에 미치는 예측과 판별타당도

김은주¹ · 양성필² · 이준민² · 신병주² · 최수지² · 안승현²

¹국립재활원 재활의학과 · ²국립재활원 보행랩

Predictive and discriminative validity of walking speed for community ambulation 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 determine the cut-off values of pre- and post-training walking speeds in subacute stroke patients that could predict community ambulation four weeks after training, and to assess their predictive and discriminative validity.

Design: Retrospective(cross-sectional) study

Methods: Data were collected from 39 stroke patients(FAC 3 points), evaluating functional ambulation category (FAC), 10-meter walk test(10mWT), 6-Minute walk test(6MWT), and Berg balance scale(BBS) before and four weeks after training. The study analyzed whether pre- and post-training 10mWT speeds could predict the total distance covered in the 6MWT after training.

Results: The pre- and post-training 10mWT speeds were significant predictors of total distance in the 6MWT, explaining 83% and 90% of the variance, respectively. The cut-off values and AUC for predicting or distinguishing community ambulation (>288m) using the 10mWT were >0.43 m/s (0.879, $p<.014$) before training and >0.65 m/s (0.964, $p<.003$) after training. The pre-training cut-off value of 0.43 m/s had a sensitivity of 75%, specificity of 68%, positive predictive value of 21%, negative predictive value of 96%, and overall accuracy of 69% in predicting community ambulation. Patients with a pre-training 10mWT speed >0.43 m/s were 6.5 times more likely to achieve community ambulation after four weeks

compared to those with speeds ≤ 0.43 m/s ($B=2.178$, $p<.037$). The post-training cut-off value of 0.65 m/s had a sensitivity of 75%, specificity of 91%, positive predictive value of 50%, negative predictive value of 96%, and overall accuracy of 90% in distinguishing community ambulation. Patients with a post-training 10mWT speed >0.65 m/s were 32 times more likely to achieve community ambulation after four weeks compared to those with speeds ≤ 0.65 m/s ($B=3.466$, $p<.008$).

Conclusion: Walking speed in subacute stroke patients is closely related to walking endurance and is a crucial predictor of community ambulation. To enhance community ambulation ability, rehabilitation interventions should aim for a minimum walking speed of 0.43–0.65 m/s, with an emphasis on walking endurance training.

Key words: Community ambulation, Endurance, Stroke, Walking speed, Walking distance

교신저자

안승현

서울특별시 강북구 삼각산로 58

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

I. 서론

뇌졸중 후 보행능력의 획득은 물리치료의 중요한 목표 중 하나이다. 최근에는 단순히 보행능력 회복에서 지역사회 보행을 강조하고 있다. 지역사회 보행(Community ambulation)이란 고르지 않은 지형, 개인 장소, 쇼핑센터 및 기타 공공장소를 자신 있게 스스로 이동할 수 있는 능력을 포함하여 집 밖에서 외부 도움 없이 독립보행을 할 수 있는 것으로 정의된다(Lord 등, 2004). 뇌졸중 환자의 약 75%는 지역사회 보행능력 획득이 필수이며 생존하고 있는 과정에서 매우 중요한 부분을 차지한다(Lord 등, 2004; 김혜은, 2024; 인태성, 2022; 유요한, 2023; Choi, SH, 2022). 일반적으로 뇌졸중 후 환자의 약 20~66%가 독립보행을 재획득 하나(Lord 등, 2004; Viosca 등, 2005) 실질적으로 지역사회에서 독립보행을 하는 비율은 이보다 훨씬 적다(Lord 등, 2004). 이에 대한 중재로 일상생활에서 직면하는 보행하는 동안 운동과 인지적인 과제가 포함되어 있는 물건들고 걷기, 대화하며 걷기, 횡단보도 건너기, 빠른 보행, 장거리 이동, 연석 넘기, 계단 오르내리기 등이 조합된 훈련은 지역사회 보행능력을 획득하는데 유용한 방법이 될 수 있다(Fulk 등, 2010; 2017).

지역사회 보행이 가능하기 위해서는 10m 보행속도(10-meter walk test, 10mWT)가 분당 약 73m(약 1.22^m), 6분 보행 검사(6-minute walk test, 6MWT)의 이동거리가 300m이상을 걸을 수 있어야 하며, 계단 오르내리기와 연석(턱)을 넘을 수 있어야 한다고 정의하고 있으며, 3가지 요건이 충족되어야 한다(Fulk 등, 2010; Van de Port 등, 2008). 뇌졸중 환자의 지역사회 보행수준을 예측할 수 있는 지표로 보행속도는 0.66^m~ 1.2^m(Bijleveld-Uitman 등, 2013; Perry 등, 1995; van de Port 등, 2008), 1일 Step 수(≥ 7500 회), BBS(>48 점)(Fulk 등, 2017), 지역사회 보행에 필요한 이동거리는 최소 288~500m수준을 강조하고있다(Bijleveld-Uitman 등, 2013; Fulk 등, 2010; 2017). 뇌졸중 환자의 보행속도와 이동거리는 지역사회 보행을 예측할 수 있는 지표이긴 하나 매우 다양하게 보고되었다. 보행의 한 구성 요소인 보행속도와 이동거리는 뇌졸중 환자의 지역사회 보행능력을 항상 예측할 수 있는 방법은 아니다(Durcan 등, 2016; Fulk 등, 2010; 2017). 대다수의 뇌졸중 환자가 독립보행을 재획득하고 이동성 평가에서도 높은 점수를 받았음에도 불구하고 FAC ≥ 4 점(Lord 등, 2004; Veerbeek 등, 2011)인 뇌졸중 환자의 경우 실제 약 32%~47%는 실제 외부의 도움이나 관찰 없이 지역사회 보행이 불가능하다고 하였다. 지역사회에 거주하고 있는 만성 뇌졸중 환자의 경우 지역사회 참여 정도와 활동 특이성 균형 자신감 척도(Activities-specific balance confidence scale, ABC)와 유의한 관련이 있다(Durcan 등, 2016; Lord 등, 2004).

선행연구들의 대부분은 지역사회에 거주하고 있는 만성 뇌졸중 환자들을 대상으로 지역사회 보행과 관련된 요인들에 대한 조사가 주를 이루었다. 국내 아급성기 뇌졸중 환자의 물리치료는 일반적으로 보행능력과 균형 회복에 중점을 두고 있을 뿐 지역사회 보행에 대하여 관심의 대상이 되지 못하였다. 보행속도와 이동거리 외에 지역사회 보행 가능 여부를 판단하는 방법으로 4~6점 척도로 구성된 실내보행과 제한된 지역사회 보행 및 지역사회 보행 분류를 위한 자가 보고 설문지(Holden 등, 1986; Lord 등, 2004, Perry 등, 1995; Rosa 등, 2005)와 1일 스텝수(1주일 간 평균 보행 활동)가 있으나 아급성기 뇌졸중 환자에게 적용할 수 없고, 더군다나 지역사회 보행 경험은 없으며, ABC척도는 실제 경험하지 않은 항목이 포함되어 있으므로 적용하는데 문제가 있다. ABC척도는 아급성기 뇌졸중 환자에게 적용하는 경우 자기 효능감 척도가 되기 때문에 과대 또는 과소평가 될 수 있다.

현실적으로 아급성기 뇌졸중 환자의 지역사회 보행 가능 여부를 예측하거나 구분할 수 있는 지표는 10mWT의 보행속도와 6MWT의 총 이동 거리이며 이는 회귀 방정식에서도 입증되었다(Eng 등, 2002; Dean 등, 2001; Dunn 등, 2015; Patterson 등, 2007). 두 변수의 관련성은($r=0.84\sim 0.94$) 매우 밀접한 관계에 있다(Cheng 등, 2021; 2020; Dalgas 등, 2012; Graham 등, 2008; Moore 등, 2018). 10mWT와 6MWT는 연속변수로서 보행속도가 빠를수록

총 이동거리(지구력)는 많기때문에 지역사회 보행을 예측할 수 있는 보조적인 평가 방법이 될 수 있다(Awad 등, 2014). 따라서 본 연구의 목적은 아급성기 뇌졸중 환자들의 훈련 전(후) 보행속도가 훈련 4주 후 지역사회보행 가능 유무(6MWT 총 이동거리, >288m)를 예측(구분)할 수 있는지 각 선별기준값을 구하고, 예측과 판별 타당도를 조사하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구에 대상자들은 뇌졸중으로 인한 편마비 진단을 받고 국립재활원에 입원하여 2023년 7월에서 2024년 4월 까지 보행 랩(Gait Lab)에서 치료를 받은 아급성기 환자들로 의무기록지의 데이터를 수집하여 분석하였다. 연구 대상자 선정 기준은 MMSE >24점이며, 보행 보조 도구 유무에 관계없이 독립적으로 100m이상 보행이 가능한 자이다. 연구 제외 대상은 6MWT시 미국 흉부 학회(Holland 등, 2014)의 평가 지침에 따라 금기되는 협심증, 심근 경색, 심장질환자, 안정시 심박수 >120bpm, 수축기와 이완기 혈압이 >180mmHG, >100mmHG인자와 보행 능력에 영향을 미치는 근골격계 또는 신경학적 장애 및 양측 편마비와 2차 발병 뇌졸중 환자는 제외하였다. 피실험자들의 표본 수 산출은 G Power 3.1.9.7 프로그램을 이용하여, 선형회귀분석에 필요한 효과 크기 0.5, 유의수준 0.05, 파워 검정력 0.95, 예측되는 독립 변수를 총 2개를 기준으로 하였을 때, 최소 표본수가 39명 이었다. 본 연구의 표본 수 크기는 39명을 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 기능적 보행 지수(Functional ambulation category, FAC) 3점에 해당하는 아급성기 뇌졸중 환자들로 보행 랩에서 집중적인 보행 훈련을 받은 자들로 훈련 전과 4주 후 기능수행 평가인 FAC, 10mWT, 6MWT, 버그 균형 척도(Berg balance scale, BBS)를 수집하였다. 훈련 전(후) 10m 보행속도가 훈련 후 6MWT의 총 이동거리를 예측(판별)할 수 있는지 데이터를 수집하여 분석하였다.

3. 측정도구

(1) 기능적 보행 지수

FAC은 보행보조도구 사용 유무와 관계없이 외부 지지 정도와 그 여부에 따라 보행수준을 객관적으로 평한다. 이는 총 6점 척도로 구성되어 있으며, 각 단계는 다음과 같이 정의된다. FAC 0은 보행이 불가능한 경우, 또는 2인 이상의 도움이 필요하다. FAC 1은 균형을 잡거나 신체중심을 이동하기 위해 1인의 지속적인 도움이 필요하다. FAC 2는 균형이나 협응을 돕기 위해 1인의 간헐적인 도움이 필요한 경우이다. FAC 3은 신체적 도움 없이 지시 또는 관찰이 필요한 경우이다. FAC 4는 독립적으로 평지는 걸을 수 있으나 계단이나 경사로, 불안정한 평지를 걸을때에 도움이 필요하다. FAC 5는 독립보행이 가능한 경우이다. 뇌졸중 환자의 FAC 측정자간·검사-재검사

신뢰도 Kappa는 각각 0.950~0.905로 보고되었다(Mehrholz 등, 2007).

(2) 10m 보행검사

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 <math><0.4\%</math>(실내보행), $(0.4\% \sim 0.8\%$(제한된 지역사회 보행), $>0.8\%$(지역사회 보행)로 분류된다(Perry 등, 1995). 10mWT의 검사-재검사 신뢰도 ICC=0.93으로 보고되었다(Salbach 등, 2001).

(3) 6분 보행 검사

6MWT는 Holland 등(2014)의 표준지침에 따라 피실험자는 장애물이 없는 통제된 환경에서 실시하였다. 피실험자들은 평소 신는 신발을 착용하고 6분 동안 30m구간을 반환점으로 하여 최대한 빠른 속도로 걷도록 요청하였다. 매분마다 격려(더 빨리 걸으세요. 힘내세요. 각 분마다 1분, 2분, 3분 남았습니다. 최종적으로 마지막 6분입니다)가 제공되었으며, 6분 동안 걸은 총 이동거리를 기록하였다. 6분 동안 빠르게 걷는 과정에서 휴식시간도 포함되었으며 6MWT의 총 이동거리가 <math><205\text{m}</math>(실내 보행), $205\text{m} \sim 288\text{m}$(제한된 지역사회 보행), $>288\text{m}$(지역사회 보행)로 분류된다(Perry 등, 1995). 이 검사의 측정자간 신뢰도는 ICC=0.95이다(Cheng 등, 2020).

(4) 버그 균형 척도

BBS는 일반적인 균형 능력을 평가하는 것으로 평가 항목은 앉기, 서기 자세, 자세 변화 등 3개 영역으로 이루어져 있으며, 최소 0점에서 최대 4점을 적용하여, 14개 항목에 대한 총 점수는 56점이다. 점수가 높을수록 동적 균형 능력이 우수하며, 이 검사의 측정자간 신뢰도는 ICC=0.95이다(Flansbjerg 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 특성은 빈도분석과 기술통계를 하였다. 훈련 전과 4주 후 10mWT의 보행속도와 BBS가 6MWT- 총 이동거리에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 선형 회귀분석(Univariate linear regression analysis)을 하였다. 훈련 전(후) 보행속도가 4주 후 지역사회 보행(6MWT의 총 이동거리, >288m)을 예측(판별)할 수 있는지 수용자 작업 특성 곡선(receiver operating characteristic curve, ROC)의 Youden지수를 이용하여 선별 기준값을 결정하였다. 곡선 하 면적이(Area under the curve, AUC) 0.7~<math><0.9</math>는 중등도의 정확성, ≥ 0.9이면 정확성이 높은 것으로 간주 된다(Greiner 등, 2000). 게다가 민감도(sensitivity)와 특이도(specificity), 양·음성 예측도(positive-negative predictive validity), 정확도(accuracy), 교차비(odds ratio)를 구하였으며, 통계적 유의수준 $\alpha=0.05$ 로 한다.

III. 결 과

1. 피실험자들의 일반의학적인 특성과 수행 평가

본 연구에 참여한 아급성기 뇌졸중 환자는 39명으로 남자는 21명(53.8%), 여자는 18명(46.2%), 평균 연령은 58.87±16.44세, 유병 기간은 4.46±0.99개월, 뇌경색은 24명(61.5%), 뇌출혈 15명(38.5%), 좌·우측 편마비는 각각 20명(51.3%), 19명(48.7%), MMSE-K는 28.41±1.77점이다. 훈련 전과 후 FAC은 3점, 3.59점, 10mWT의 보행속도는 0.41±0.17^{m/s}, 0.56±0.23^{m/s}, 6MWT의 총 이동거리는 131.62±46.68m, 180.93±73.24m, BBS는 43.23±4.11점, 46.89±4.27점으로 개선되었다(Table 1).

Table 1. Clinical characteristics and outcome measures of the subject (N=39)

Parameters	N(%) or M ± SD(min ~ max)	
Gender(male/female)	21(53.8)/18(46.2)	
Age(year)	56.87±16.44(28 ~ 74)	
onset(months)	4.46±0.99(3 ~ 5)	
Diagnosis(infarction/hemorrhage)	24(61.5)/15(38.5)	
Paretic side(left/right)	20(51.3)/19(48.7)	
MMSE(score)	28.41±1.77(25 ~ 30)	
	Pre	post(4-weeks)
	M ± SD(min ~ max)	
FAC(score)	3.00	3.59±0.54(3 ~ 5)
10mWT	0.41±0.17(0.17 ~ 0.77)	0.56±0.23(0.20 ~ 1.08)
6MWT	131.62±46.68(43 ~ 222)	180.93±73.24(72 ~ 323)
BBS(score)	43.23±4.11(30 ~ 49)	46.89±4.27(33 ~ 55)

MMSE: mini mental state examination-Korean version, FAC: functional ambulation category, 10mWT: 10meter walk test, 6MWT: 6Minute walk test, BBS: Berg balance scale

2. 10mWT의 보행속도와 BBS가 6MWT- 총 이동거리에 미치는 선형 회귀분석

피실험자들은 훈련 전과 훈련 4주 후 BBS는 유의변수에서 제거되었고, 10mWT가 6MWT-총 이동거리에 영향을 줄 수 있는 변수로 설명력은 각각 83%, 90%이었다. 훈련 전과 4주 후 10mWT는 6MWT(r=.83, .91)와 유의한 관련이 있었다(Table 2).

Table 2. The linear regression analysis was conducted to examine the impact of walking speed from the 10mWT and BBS on the total distance covered in the 6MWT

Variables	B	SE	R ² (Adjusted)	β	P
pre					
Constant	-21.528	34.645			
10mWT(m/s)	230.183	21.275	.835	.850	.001*
BBS	1.316	.892		.113	.149
post(4 weeks)					
Constant	-48.647	45.470			
10mWT(m/s)	290.174	20.644	.904	.900	.001*
BBS	1.423	1.099		.083	.204

SE: standard error, 10WT: 10meter walk test, BBS: Berg balance scale, * $p < .001$

3. 지역사회 보행 예측과 구분(>288m)을 위한 10mWT의 선별 기준값

훈련 전 10mWT의 보행속도가 4주 후 지역사회 보행을 예측할 수 있는 선별 기준값은 >0.43m/s로 AUC는 0.879($p < .014$)로 중등도의 정확성이 있었고, 훈련 후 10mWT의 보행속도는 4주 후 지역사회 보행을 구분할 수 있는 선별 기준값은 >0.65m/s로 AUC는 0.964($p < .003$)로 정확성이 우수한 것으로 확인되었다(Table 3).

Table 3. The cut-off value of the 10mWT for predicting and discriminating community Ambulation (>288m)

Variable	cut-off value	AUC	95(CI)	SE	p
pre 10mWT(m/s)	>0.43m/s	0.879	.739~1.000	.071	.014*
post 10mWT(m/s)	>0.65m/s	0.964	.906~1.000	.030	.003**

6MWT(4weeks later): 6minute walk test(dependent variable) [>288m=community ambulator, $\leq 288m$ =non-community ambulator], AUC: area under the curve, 95(CI): 95 confidence interval, SE: standard error, * $p < .05$, ** $p < .01$

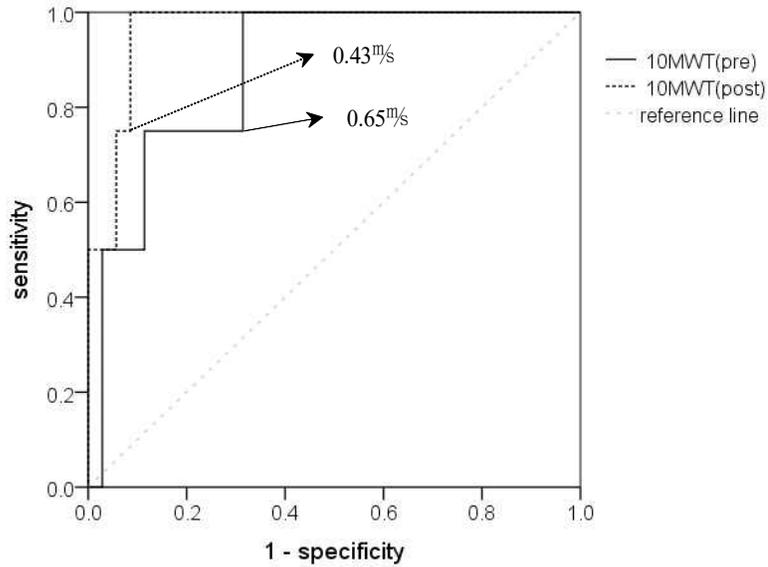
4. 10mWT의 선별 기준값의 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도, 정확도, 교차비

훈련 전 10mWT 선별기준값(0.43m/s)은 훈련 4주 후 지역사회 보행 예측 타당도 검증에서 민감도 75%, 특이도 68%, 양성예측도 21%, 음성예측도 96%로 전체 정확도는 69%이었다. 훈련 전 10mWT가 >0.43m/s인 아급성기 뇌졸중 환자는 $\leq 0.43m/s$ 인 환자들에 비해 4주 후 지역사회 보행(>288m)이 가능할 확률이 6.5배(교차비) 높은 것으로 확인되었다($B=2.178$, $p < .037$). 훈련 후 10mWT 선별기준값(0.65m/s)은 훈련 4주 후 지역사회 보행 판별 타당도 검증에서 민감도 75%, 특이도 91%, 양성예측도 50%, 음성예측도 96%, 전체 정확도는 90%이었다. 훈련 후 10mWT가 >0.65m/s인 아급성기 뇌졸중 환자는 $\leq 0.65m/s$ 인 환자들에 비해 4주 후 지역사회 보행(>288m)이 가능할 확률이 32배(교차비) 높은 것으로 확인되었다($B=3.466$, $p < .008$)(Table 4)(figure 1).

Table 4. Sensitivity, specificity, positive and negative predictive values, accuracy, and odds ratio based on the cutoff values of the 10mWT

cut-off value	6MWT(m)		total	Se(%)	Sp(%)	PPV (%)	NPV (%)	Ac(%)	OR
	>288	≤288							
>0.43 ^{m/s}	3	11	14	3/4	24/35	3/14	24/25	27/39	(3/11)/(1/24)
≤0.43 ^{m/s}	1	24	25	(75)	(68)	(21)	(96)	(69)	=6.5
>0.65 ^{m/s}	3	3	6	3/4	32/35	3/6	32/33	35/39	(3/3)/(1/32)
≤0.65 ^{m/s}	1	32	33	(75)	(91)	(50)	(96)	(90)	=32

10mWT: 10meter walk test(pre=0.43^{m/s}, post=0.65^{m/s}), 6MWT(4weeks later): 6minute walk test(dependent variable) [$>288m$ =community ambulator, $\leq 288m$ =non-community ambulator], Se: sensitivity Sp: specificity, PPV: positive predictive value, NPV: negative predictive value, Ac: accuracy, OR: odds ratio



(Figure 1) Receiver operating characteristic curve for 10mWT(cut-off value)

IV. 논의

본 연구의 아급성기 뇌졸중 환자들은 훈련 전과 4주 후 10mWT의 보행속도가 6MWT-총 이동거리에 영향을 주는 변수로 설명력은 각각 83%, 90%이었다. 4주 후 보행속도는 0.41^{m/s}에서 0.56^{m/s}로 0.14^{m/s} 개선되었고, 6MWT의 총 이동거리는 131.62m에서 180.93m로 49.31m 향상되었다. 6MWT는 보행속도와 유의한 관련이 있다($r=.84 \sim .94$)(Cheng 등, 2020; Fulk 등, 2017; 2010; Moore 등, 2018). 또한 보행속도와 이동거리는 페이스잉 패턴(Pacing Pattern)으로 보행 훈련 시 보행속도를 일정하게 유지하거나 자가 인지된 노력에 의해 최대 보행속도로 이동거리

를 조절할 수 있다(Sollie 등, 2021), 이는 10mWT가 6MWT에 미치는 영향으로 회귀 방정식으로 고려될 수 있다. Dean 등(2001)과 Patterson 등(2007)은 보행속도가 0.5% 또는 0.51%이상이면 6MWT의 이동거리를 예측할 수 있는 설명력은 78%~84.4%로 본 연구 피실험자들의 4주 후 보행속도는 평균 0.56%(6MWT 총 이동 거리 예측 설명력 90%)로 이에 해당하는 수치로 유사하였다.

지역사회에 거주하고 있는 만성 뇌졸중 환자들의 10mWT 보행속도가 6MWT의 총 이동거리를 예측하는 회귀 방정식에서 6MWT의 총 이동거리(m)는 $320.9 \times (\text{편안한 보행속도 } \%) + 11.7$ 로 알려져 있다(Eng 등, 2002). Eng 등(2002)의 연구에서 피실험자들의 보행속도는 0.80%이고, 6MWT의 총 이동거리는 267.7m로 두 변수간의 관련성은 $r=0.92$ 이었다. 본 연구의 아급성기 뇌졸중 환자는 Eng 등(2002)의 지역사회에 거주하고 있는 만성 뇌졸중 환자들의 보행속도와 이동 거리에 약 68%~70%에 해당하는 수치이며, 두 변수간의 관련성은 $r=0.91$ 로 유사하였다.

본 연구에서 아급성기 뇌졸중 환자들은 훈련 전 10mWT의 보행속도가 4주 후 지역사회 보행을 예측(6MWT-총 이동거리, >288m)할 수 있는 선별기준값으로 >0.43%, AUC는 0.879로 중등도의 정확성이 있었고, 훈련 후 10mWT의 보행속도가 4주 후 지역사회 보행을 구분할 수 있는 선별 기준값은 >0.65%로 AUC는 0.964로 정확성이 우수한 것으로 확인되었다.

아급성기 뇌졸중 환자의 지역사회 보행을 예측할 수 있는 보행속도의 선별기준값은 0.43%로 선행 연구들과 비교할만하였다(Fulk 등, 2017; Perry 등, 1995; Rosa 등, 2015). Perry 등(1995)에 의하면 FAC 5점(독립적으로 지역사회 보행이 가능)을 기준으로 실내 보행과 지역사회 보행을 구분할 수 있는 보행속도는 $\geq 0.42\%$ 로, 예측확률은 44%으로 낮았다. 이러한 이유는 FAC ≥ 4 점(Lord 등, 2004; Veerbeek 등, 2011)인 뇌졸중 환자들의 경우 실제 약 32%~47%는 실제 외부의 도움이나 관찰 없이 지역사회 보행이 불가능하였기 때문이다. Fulk 등(2017)은 1일 걸음 수를 기준으로 실내 보행(100~2499회)과 지역사회 보행(≥ 7500 회)을 분류할 수 있는 보행속도는 0.49% (6MWT의 총 이동거리는 205m)로 AUC는 0.799, 민감도 87%, 특이도 61%, 정확도는 76%이었다. Rosa 등(2015)은 지역사회 보행설문지를 이용하여 뇌졸중 발병 후 3주 이내 >0.42%는 6개월 후 지역사회 보행이 가능하다고 하였는데 AUC=0.83(0.95), 민감도 89%(100%)와 일치율은 80%~91.40%로 높았으나 상대적으로 특이도 23%는 낮았으며, 양·음성예측도와 정확도가 언급되지 않았다.

선행 연구들과 비교하여 볼 때 지역사회 보행을 구분하는 방식은 서로 다르나 본 연구 아급성기 뇌졸중 환자들의 보행속도의 선별 기준값은 0.42%~0.49%에 해당하는 수치로 일치하였다. 그러나 새로운 검사 방법에 대해서 진단 기법의 가치는 검사방법이 얼마나 정확한지를 의미하는 것으로 실제 이에 해당하는 대상자를 얼마나 잘 구분할 수 있는지(민감도)와 해당되지 않는 대상자를 얼마나 잘 구분할 수 있는지(특이도)가 높아야 한다(Greiner 등, 2000). 게다가 민감도와 특이도 모두 높더라도 실제 이에 해당하는 대상자를 정확히 구별할 수 있는 양성과 음성 예측도와 이 4가지 측정 방법을 종합하였을 때 정확도는 높아야 한다. 본 연구의 10mWT의 정확도는 69%~90%수준으로 수용할 수 있었다. 본 연구에서 피실험자들의 훈련 전 10mWT 선별기준값(0.43%)이 훈련 4주 후 지역사회 보행 예측 타당도 검증에서 4주 후 지역사회 보행이 가능한 환자(>288m, 4명) 중 훈련 전 >0.43% (3명)에 해당하는 환자는 75%이었고(민감도), 4주 후 지역사회 보행이 불가능한 환자(≤ 288 m, 35명) 중 훈련 전 $\leq 0.43\%$ (24명)에 해당하는 환자는 68%이었다(특이도). 훈련 전 >0.43%에 해당하는 환자(14명) 중 4주 후 지역사회 보행이 가능한 환자(>288m, 3명)를 정확히 예측할 수 있는 양성예측도는 21%이었고, 훈련 전 $\leq 0.43\%$ 에 해당하는 환자(25명) 중 4주 후 지역사회 보행이 불가능한 환자(≤ 288 m, 24명)를 정확히 예측할 수 있는 음성예측도는 96%이었다. 훈련 전 10mWT가 >0.43%인 아급성기 뇌졸중 환자는 $\leq 0.43\%$ 인 환자들에 비해 4주 후 지역사회 보행(>288m)이 가능할 확률이 6.5배(교차비) 높은 것으로 확인되었다.

보행속도를 이용하여 지역사회 보행을 구분하는 판별 타당도 연구를 살펴보면 van de Port 등(2008)에 의하면

자가보고 지역사회 보행 설문지를 이용하여 지역사회 보행 유무를 구분할 수 있는 보행속도 선별기준값은 0.66%로 AUC는 0.85, 양성예측도는 93%, 음성예측도는 57%로 전체 정확도는 43%로 낮았다. 보행속도가 0.66%인 환자는 지역사회 보행이 가능할 확률이 18.2배 높다고 하였으나, 피실험자들의 평균 보행속도는 0.74%이었다. 평균 보행속도에 비해 선별기준값인 0.66%는 상대적으로 최소 지역사회 보행속도인 0.8%에 미치지 못하는 수치이다 (Fulk 등, 2017; Perry 등, 1995). 보행속도가 충분함에도 불구하고 음성 예측도에서 실제 지역사회 보행이 불가능한 환자를 구분할 수 있는 확률이 57%로 낮기 때문에 정확도가 낮으며, 이는 지역사회에 거주하고 있는 뇌졸중 환자는 보행속도보다 체력 수준과 삶의 만족도, 스트레스, 피로도가 지역사회 보행에 더 영향을 받기 때문이다 (Durcan 등, 2016; Robinson 등, 2011a, 2011b). Bijleveld-Uitman 등(2013)은 자가보고 지역사회 보행 설문지를 이용하여 지역사회 보행군과 지역사회 보행이 불가능한 군을 구분할 수 있는 보행속도 선별기준값은 0.78%로 (6MWT-총 이동거리, >367.5m)로 AUC는 0.86, 민감도 89%, 특이도 70%, 양성 예측도 92%, 음성예측도 71%, 정확도는 85%이었으며, 피실험자들의 평균 보행속도는 1.0%(0.4), 6MWT는 391.7m(136.7)이었다.

본 연구 피실험자들은 훈련 후 10mWT 선별기준값(0.65%)이 훈련 4주 후 지역사회 보행 판별 타당도 검증에서 4주 후 지역사회 보행이 가능한 환자(>288m, 4명) 중 훈련 후 >0.65%(3명)에 해당하는 환자를 구분할 수 있는 민감도는 75%였고, 4주 후 지역사회 보행이 불가능한 환자(≤288m, 35명) 중 훈련 후 ≤0.65%(32명)에 해당하는 환자를 구분할 수 있는 특이도는 91%이었다. 훈련 후 >0.65%에 해당하는 환자(6명) 중 4주 후 지역사회 보행이 가능한 환자(>288m, 3명)를 구분할 수 있는 양성예측도는 50%였고, 훈련 후 ≤0.65%에 해당하는 환자(33명) 중 4주 후 지역사회 보행이 불가능한 환자(≤288m, 32명)를 구분할 수 있는 음성예측도는 96%로 전체 정확도는 90%이었다. 게다가 훈련 후 10mWT가 >0.65%인 아급성기 뇌졸중 환자는 ≤0.65%인 환자들에 비해 4주 후 지역사회 보행(>288m)이 가능할 확률이 32배(교차비) 높은 것으로 확인되었다.

지역사회에 거주하고 있는 만성 뇌졸중 환자의 지역사회 보행을 구분할 수 있는 보행속도의 선별 기준값은 0.66%~0.78%로(Bijleveld-Uitman 등; 2013; van de Port 등, 2008), 본 연구의 아급성기 뇌졸중 환자들의 선별 기준값은 0.65%로 유사하였으나 4주 후 평균 보행속도는 0.56%로, 지역사회에 뇌졸중 환자들의 평균 보행속도(0.74%~1.0%)에 비해 여전히 느린 수치이다. 비록 보행속도의 선별 기준값은 지역사회 보행과 실내 보행을 구분할 수 있는 평가 방법으로 사용할 수 있으나 실제 보행 활동을 과대 추정할 수 있으므로 보행속도만으로 지역사회 보행을 예측할 수 있는데 한계가 있다(Fulk 등, 2017, Lord 등, 2004; van de Port 등; 2008). 이는 개개인의 신체적 능력과 복잡한 행동요소, 보행 능력, 균형 자신감(Durcan 등, 2016), 낙상의 두려움(Fletcher와 Hirdes, 2004), 운동 기능(van de Port 등, 2008), 심리학적 요소(우울, 불안, 삶의 만족도, 스트레스, 피로도 등)(Choi-Kwon 등, 2005; Durcan 등, 2016; Robinson 등, 2011a)이 지역사회 보행에 중요한 역할을 하기 때문이다.

본 연구의 제한점으로 첫째, 아급성기 뇌졸중 환자들로 심리학적 요소들을 고려하지 못하였으며 적용은 쉽지 않았다. 둘째, 보행속도와 6MWT는 매우 밀접한 관계에 있다는 근거하에 보행속도와 이동거리 및 균형에 관한 한정된 변수만을 사용하였으며, 4주 까지 조사되었을 뿐 퇴원 시 추적관찰 하지 못하였다. 셋째, 본 연구에 참여한 피실험자들은 국립재활원 보행 랩(Gait Lab)에서 보행 재활 프로그램 중재에 참여하여 집중적인 보행속도와 이동 거리 개선을 목표로 훈련을 받았고, 통제된 실험 환경에서 평가되었으므로 모든 아급성기 뇌졸중 환자에게 일반화할 수 없다. 따라서 추후 연구에서 아급성기 뇌졸중 환자의 지역사회 보행에 영향을 주는 변수들의 요인분석에 관한 다각적인 연구가 필요할 것이다.

V. 결 론

아급성기 뇌졸중 환자의 보행속도는 보행 지구력과 밀접한 관련이 있으며, 지역사회 보행을 예측할 수 있는 가장 중요한 변수이다. 따라서 지역사회 보행능력을 개선하기 위해서 최소 보행속도는 0.43~0.65m/s에 도달할 수 있도록 재활 중재가 필요하며 아울러 보행 지구력 훈련도 강조되어야 한다.

참고문헌

- 김혜은, 조기훈. 일상생활활동 수행능력에 따른 뇌졸중 환자의 신체 및 인지기능의 변화. 대한물리치료과학회지. 2023;31(1):98-109.
- 인태성, 정경심. 가벼운 터치 자극을 이용한 균형훈련이 뇌졸중 환자의 자세동요와 보행속도에 미치는 영향. 대한물리치료과학회지. 2022;29(2):20-27.
- 유요한, 한진태. 뇌졸중 환자의 탄력-비탄력 발목 테이핑 적용이 자세균형과 보행능력에 미치는 일시적 효과. 대한물리치료과학회지. 2023;30(1):52-61.
- 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.
- Bijleveld-Uitman M, van de Port I, Kwakkel G. Is gait speed or walking distance a better predictor for community walking after stroke? Journal of rehabilitation medicine. 2013;45(6):535-540.
- 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.
- Choi-Kwon S, Han SW, Kwon SU. et al. Poststroke fatigue: characteristics and related factors. Cerebrovascular disease. 2005;19(2):84-90.
- Choi SH, Lee JY, Lee BH. The effect of balance training using visual information on the trunk control, balance and gait ability in patients with subacute stroke: Randomized controlled trial. Journal of Korean Physical Therapy Science. 2022;29(2):1-13.
- 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.
- Durcan S, Flavin E, Horgan F. Factors associated with community ambulation in chronic stroke. Disability and rehabilitation. 2016;38(3):245-249.
- 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.
- Fletcher PC, Hirdes JP. Restriction in activity associated with fear of falling among community-based seniors using home care services. *Age ageing*. 2004;33(3):273-279.
- Fulk GD, He Y, Boyne P. et al. Predicting home and community walking activity post stroke. *Stroke*. 2017;48(2):406-411.
- Fulk GD, Reynolds C, Mondal S. et al. Predicting home and community walking activity in people with stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2010;91(10):1582-1586.
- 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.
- Greiner M, Pfeiffer D, Smith RD. Principles and practical application of the receiver-operating characteristic analysis for diagnostic tests. *Prev Vet Med*. 2000;45(1-2):23-41.
- Holden M, Gill K, Magliozzi M. Gait assessment for neurologically impaired patients. *Physical therapy*. 1986;66(10):1530-1539.
- 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.
- Lord SE, McPherson K, McNaughton HK. et al. Community ambulation after stroke: how important and obtainable is it and what measures appear predictive? *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2004;85(2):234-239.
- Mehrholz 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.
- 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.
- Perry J, Garrett M, Gronley K. et al. Classification of walking handicap in the stroke population. *Stroke*. 1995;26(6):982-989.
- Robinson CA, Shumway-Cook A, Matsuda PN. et al. Understanding physical factors associated with participation in community ambulation following stroke. *Disability and rehabilitation*. 2011a;33(12):1033-1042.
- Robinson CA, Shumway-Cook A, Ciol MA. et al. Participation in community walking following stroke: subjective versus objective measures and the impact of personal factors. *Physical therapy*. 2011b;91(12):1865-1876.
- Rosa MC, Marques A, Demain S, et al. Fast gait speed and self-perceived balance as valid predictors and discriminators of independent community walking at 6 months post-stroke - a preliminary study. *Disability and rehabilitation*. 2015;37(2):129-314.
- 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.

- Sollie O, Gløersen Ø, Gilgien M. et al. Differences in pacing pattern and sub-technique selection between young and adult competitive cross-country skiers. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2021;31(3):553-563.
- Van de Port IG, Kwakkel G, Lindeman E. Community ambulation in patients with chronic stroke: how is it related to gait speed? *Journal of rehabilitation medicine*, 2008;40(1):23-27.
- Veerbeek J, Kwakkel G, van Wegen E. et al. Early prediction of outcome of activities of daily living after stroke: a systematic review. *Stroke*. 2011;42(5):1482-1488.
- Viosca E, Lafuente R, Martinez JL. et al. Walking recovery after an acute stroke: assessment with a new functional classification and the Barthel Index. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2005;86(6):1239-1244.
-