

뇌졸중 환자의 180 ° 회전 검사의 신뢰도와 수렴 타당도 및 회전 방향이 소요시간과 걸음 수에 미치는 효과

안승현¹ · 이병권^{2*}

¹국립재활원 보행 랩 책임연구원 · ^{2*}건양대학교 물리치료학과 교수

The Reliability and Convergent Validity of the 180 ° Turn Test in Stroke Patients and the Effects of Turn Direction on Time and Step Count

Sung-Heon An, PT, Ph.D¹ · Byoung-Kwon Lee, PT, Ph.D^{2*}

¹Dept. of Gait Lab of National Rehabilitation Center, Primary Investigator

^{2*}Dept. of Physical Therapy, Konyang University, Professor

Abstract

Purpose : This study aimed to investigate the test-retest reliability, minimal detectable change (MDC), and the effect of turning direction on the time and number of steps taken during the 180 ° turn test in subacute stroke patients. Additionally, it examined the concurrent validity of the 180 ° turn test.

Methods : The study included 28 subacute stroke patients. The test-retest reliability of the 180 ° turn test according to the direction of rotation (paretic and non-paretic sides) by comparing the consistency between the initial assessment and a reassessment conducted 7 days later. Concurrent validity was examined by assessing the correlation of the 180 ° turn test with the Fugl-Meyer assessment of lower extremity (FMA-L/E), Berg balance scale (BBS), 10-meter walk test (10 mWT), and timed up and go test (TUG).

Results : The ICC for the time taken to turn 180 ° to the affected and unaffected sides were 0.971 and 0.918, respectively, indicating excellent reliability. The ICC for the number of steps were 0.944 and 0.932, respectively. The MDC for the time taken were 0.33 seconds (affected side) and 0.67 seconds (unaffected side). The MDC for the number of steps were 0.49 (affected side) and 0.63 (unaffected side). The paired t-test showed the limited community ambulator group took significantly longer to turn to the unaffected side ($p < .048$). Significant correlations were found between the 180 ° turn test and FMA-L/E ($r = -0.395$ to -0.416), BBS ($r = -0.622$ to -0.684), 10 mWT ($r = 0.720$ to 0.730), and TUG ($r = 0.684$ to 0.790) ($p < .05$ to $.01$).

Conclusion : The 180 ° turn test demonstrated excellent test-retest reliability and high validity when correlated with other functional measures in subacute stroke patients. MDC values indicated high reliability. Faster walking speeds (≥ 0.95 m/s) were unaffected by turning direction, while slower speeds (< 0.58 m/s) showed significant effects. The 180 ° turn test is a simple, sensitive, and reliable tool for evaluating turning ability in subacute stroke patients.

Key Words : balance, gait velocity, rotation, step, stroke

*교신저자 : 이병권, lbk6326@konyang.ac.kr

제출일 : 2024년 7월 2일 | 수정일 : 2024년 8월 12일 | 게재승인일 : 2024년 8월 16일

I. 서론

1. 연구의 배경 및 필요성

회전은 이동의 기본 기술이며, 일상생활 활동 수행에 필수적인 동작이다(Jung 등, 2017). 화장실 가기와 같은 기본적인 활동은 10걸음 당 2회 이상의 회전을 필요로 하며(Robinson & Ng, 2018). 복잡한 주위 환경과 좁은 주책에서 회전의 빈도는 더욱더 증가한다. 뇌졸중으로 인한 편마비 환자들은 마비측 다리 근력 약화와 균형 및 보행 능력에 장애가 있다(Li 등, 2018), 이는 안전하게 방향을 전환하거나 장애물을 피하며 회전하는 능력에 어려움을 주므로 낙상을 초래하기도 한다(Djurovic 등, 2021). Robinson과 Ng(2018)은 가정환경에서 8가지 기능 활동 중 발생하는 회전 각도를 조사하고 정량화하였다. 활동의 예로는 침실로 걸어가서 신발과 양말 신기, 걸어가서 가상의 화장실을 이용하는 것을 포함하고 있다. 조사된 8가지 기능 활동 중 모든 회전의 86.6%가 30°~165° 범위 내에서 발생하며, 100%의 회전이 30°~255° 범위 내에서 발생한다고 하였다. 360° 회전은 버그 균형 척도(Berg balance scale; BBS)의 한 요소이며, 180° 회전은 일상생활에서 가장 많이 일어나는 활동 중 하나이다(Ng 등, 2023).

8자형 보행 검사(figure-of-eight walk test; F8WT)(Oka 등, 2023), 일어나 걸어가기 검사(timed up and go; TUG) 검사(Hafsteinsdóttir 등, 2014), 6분 보행 검사(6minute walk test; 6MWT)(Cheng 등, 2020)와 같은 측정 도구는 180° 회전을 포함한 평가 과제가 있으나 회전은 걷는 동안 발생한다. 걷는 동안 회전을 가능하게 하려면 몸이 앞으로 나아가는 모멘텀을 줄이고, 회전한 다음 새로운 방향으로 가속할 수 있어야 한다(Colombo 등, 2019; Soangra 등, 2021). 이는 회전이 시작되고 끝나는 시점을 결정하는 데 측정결과에 관한 방법론적인 문제가 제기된다. F8WT, TUG 검사, DGI, 6MWT는 뇌졸중 환자에게 우수한 신뢰성과 타당성이 입증되었으나 개인의 회전 능력을 독립적으로 평가하지 않는다. 걷기와 회전은 노인 낙상에서 흔히 보고되는 원인이며, 회전 중 발생한 낙상은 직선 걷기 중 발생한 낙상보다 엉덩관절 골절을 일으킬 가능성이 7.9배 더 높다(Djurovic 등, 2021). 보행

과 균형을 조정하고 방향을 안전하게 전환할 수 있는 능력은 가정과 지역사회 내에서 독립성을 유지하는 데 필수적이다.

편마비 환자를 평가하기 위한 180° 회전 검사의 신뢰성과 타당성 검증이 필요하다. 이에 대해 Robinson과 Ng(2018)은 만성 뇌졸중 환자의 마비측과 비마비측 180° 회전 검사 소요시간과 걸음 수의 측정자간·내 신뢰도와 검사-재검사 신뢰도(ICC= 0.930~0.990)는 매우 높고 타당도는 퓨글 마이어 다리 기능 평가(Fugl Meyer assessment-lower/extremity; FMA-L/E), BBS, TUG, 5회 일어나 앉기 검사(5-times sit to stand; 5-TSTS), 발목 등굽힘 근력과 유의한 관련성이 있다고 하였다. 게다가 회전 방향이 180° 회전 검사의 소요시간과 걸음 수에 영향을 주지 않는다고 하였다. 그러나 180° 회전 검사는 지정된 영역 내에서 회전 능력을 평가하는 것으로 이와 유사한 180° 회전과 보행속도를 평가할 수 있는 TUG 검사는 마비측 회전 시 비마비측 회전보다 더 빠르다고 하였다(Heung & Ng, 2009; Son & Park, 2019). Son과 Park(2019)에 의하면 10 m 보행검사 분류에서 보행속도가 ≤0.8 m/s(평균 0.52 m/s)인 뇌졸중 환자는 TUG마비측 회전 시 비마비측보다 더 빠르다고 보고하였다. 이는 균형 장애가 심하고 마비측 다리 조절 능력이 떨어지는 심각한 보행 기능 장애가 있는 뇌졸중 환자는 비마비측으로 회전 시 소요시간이 더욱 길어진다고 하였다(Heung 등, 2009; Son & Park, 2019).

현재 까지 아급성기 뇌졸중 환자들의 180° 회전 검사의 신뢰도와 측정오차 수준을 나타내는 측정의 표준오차(standard error of measurement; SEM)와 치료 효과 크기를 반영하는 임상 의사 결정 지수인 최소 감지 변화(minimal detectable change; MDC)(Geiger 등, 2019) 및 타당도는 보고되지 않았다. 게다가 뇌졸중 환자의 보행 속도 정도에 따른 마비측과 비마비측 회전 방향이 180° 회전 검사의 소요시간과 걸음 수에 미치는 영향은 조사되지 않았으며, 국내 연구는 소개된 적이 없다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 첫째, 180° 회전 검사의 마비측과 비마비측 회전 방향에 따른 소요시간과 걸음 수의 검사-

재검사 신뢰도 및 최소 감지 변화를 구하고, 둘째, 회전 방향이 180° 회전 검사의 소요시간과 걸음 수에 미치는 영향을 조사하고자 하였으며, 셋째, 180° 회전 검사의 수렴 타당도는 FMA-L/E, BBS, 10 mWT, TUG와의 관련성으로 알아보하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자 및 절차

본 연구의 피실험자들은 ○○○병원에서 입원 또는 외래치료를 받고 있는 뇌졸중 환자 중 본 연구 내용을 이해하고 동의한 환자 28명을 대상으로 하였다. 연구대상자 선정 기준은 간단한 지시내용을 이해하고 의사소통이 가능한 자, 보행 보조도구 유무에 상관없이 10 m 이상 독립보행이 가능한 자, 발바닥 굽힘근의 근긴장도가 수정된 어숄드 척도(modified ashworth scale; MAS) 2 점 미만인자(Son & Park, 2019)로 하였다. 연구 대상자 제외기준으로 간이 정신 상태 검사(mini mental state examination; MMSE)에서 <24점 인자, 시지각과 안뜯기능 장애가 있는 자, 뇌졸중 병변 외에 근육뼈대계 질환을 동반한 자는 제외하였다. 피실험자 표본 수는 G*power 프로그램(version 3.1.9.7)을 이용하여 산출하였다. 뇌졸중 환자의 180° 회전 검사의 ICC=0.90을 검증하기 위해서 효과 크기 0.5, 유의수준 $\alpha=0.05$, 85% 파워 검정력(양측 검정)에 필요한 최소 표본 수는 29명이었다. 데이터 수집 과정에서 10% 탈락율을 감안하여 32명을 모집하였으나 응급 퇴원 2명, 기타 2명으로 인해 총 28명의 자료를 수집하여 분석하였다. 모든 자료 수집과 평가는 연구와 임상 경험이 20년 이상인 물리치료사에 의해 수행되었다.

마비측과 비마비측 회전방향에 따른 180° 회전 검사의 소요시간과 걸음 수의 검사-재검사 신뢰도를 조사하기 위해 무작위 순서로 실시하였다. 검사자는 피실험자에게 2번의 시현 후 180° 회전 검사 시 마비측과 비마비측으로 회전하는 것을 교대로 3회 요청하였으며, 시행 후 1~2분간의 휴식을 갖도록 하였다. 자료 수집은 3회 시도의 평균값을 사용하였으며, 재검사는 1주일 후 동일

한 방식으로 진행하였다. 뇌졸중 환자의 발바닥 굽힘근의 근긴장도는 보행속도와 보행의 비대칭성에 영향($R^2=0.45\sim0.76$)(Hsu 등, 2003)을 주는 변수이다. 회전 시 비마비측을 중심으로 회전할 경우 회전하는 방향의 다리가 축 역할을 하며, 반대쪽 마비측 다리의 걸음 수가 증가하게 된다. 뇌졸중 환자의 경우 마비측 발바닥 굽힘근 강직으로 인하여 들림기 시 발의 끌림현상이 나타나 낙상의 위험성이 증가한다(Ng & Hui-Chan 등, 2012; Son & Park, 2019). 따라서 실험 전 연구대상자 선정 기준(G^2 미만)의 충족 여부를 결정하기 위해 MAS로 평가하였다. 기능수행 평가인 푸글 마이어 하지 기능 평가(Fugl Meyer assessment-lower/extremity; FMA-L/E)와 버그 균형척도(Berg balance scale; BBS), 10 m 보행검사(10meter walk test; 10 mWT), TUG검사는 무작위로 2~3일에 걸쳐 평가되었다. 피실험자들을 10 mWT의 보행속도에 따라 >0.8 m/s(지역사회 보행군), 0.4~0.8 m/s(제한된 지역사회 보행군)으로 분류한 후(Perry 등, 1995), 마비측과 비마비측 회전방향이 180° 회전 검사의 소요시간과 걸음 수에 미치는 효과를 비교하였다.

2. 연구 도구

1) 180° 회전 검사(180° turn test)

180° 회전 검사에서 시작 위치를 표시하기 위해 바닥에 노란색 테이프를 부치고, 피실험자는 팔짱을 끼고 두 발은 편하게 벌린 상태로 서 있도록 하였다. 피실험자는 서 있는 제자리 위치에서 지정된 영역 내에서 180° 회전해야 한다. 검사자는 피실험자에게 "최대한 빨리" 회전하도록 지시하며, 평소에 신는 신발을 착용한 상태로 진행하도록 하였다. 초시계로 "시작"이라는 구령과 함께 피실험자가 180° 회전하는데 소요된 시간과 걸음 수를 기록하였다. 피실험자에게 마비측과 비마비측으로 회전하는 것을 교대로 3회 시행하였으며, 1회 시도 후 1분간의 휴식 시간을 갖도록 하였다. 마비측과 비마비측 180°회전 검사 소요시간과 걸음 수의 측정자간 신뢰도는 ICC=0.93~.098로 보고되었다(Robinson & Ng, 2018).

2) 푸글 마이어 하지 기능 평가(Fugl Meyer assessment-lower/extremity; FMA-L/E)

뇌졸중 환자의 마비측 다리 운동 조절 기능을 평가하는 것으로 반사, 운동 및 협응을 평가하는 17개 항목으로 구성되어 있다. 각 항목은 0~2점까지 3점 척도이며, 총 만점은 34점이다. 34점은 정상, 29~33점은 경미한 장애(mild), 23~28점은 중등도 장애(moderate), 18~22점은 현저한 장애(marked), 17점 이하는 중증장애(severe)로 분류되며 점수가 낮을수록 다리 운동 장애가 크다고 할 수 있다. FMA-L/E의 세부항목에 대한 측정자간·내 신뢰도의 일치율은 90 %~100 %이다(Hernández 등, 2021).

3) 버그 균형 척도(Berg balance scale; BBS)

BBS는 일상활동에서 기능적 균형 능력을 평가하는 것으로 앉아서 일어나기, 지지없이 서기, 자세 변경 등 크게 3가지 영역으로 이루어져 있다 이 평가는 5점 척도(0~4)로 14개의 기능 과제로 구성되어 있으며, 최대 점수는 56점이다. 뇌졸중환자의 측정자 간 신뢰도 ICC=0.99이다(Alghadir 등, 2018).

4) 10 meter 보행 검사(10 meter walk test; 10 mWT)

피실험자들은 평소 자가 선택적인 보행 속도로 10 m 보행 검사를 이용하여 보행속도 (m/s)를 측정하였다. 10 mWT는 14 m 보행 구간에서 2 m 가속 구간과 2 m 감속 구간을 뺀 10 m 구간을 걸어가는데 소요된 시간을 측정하는 것으로 3회 실시 후 평균값을 이용하였다. ≥0.8 m/s는 지역사회 보행군, 0.4 ~0.8 m/s는 제한된 지역사회 보행군, <0.4 m/s는 실내보행군으로 분류된다. 10 mWT의 검사-재검사 신뢰도 ICC= 0.93이다(Cheng 등 2020).

5) 일어나 걸어가기 검사(timed up & go test; TUG)

TUG-검사는 피실험자가 의자의 높이는 43 cm, 팔걸이가 있으며 등받이가 있는 의자에 앉아 있는 동안 검사자가 "시작"이라는 구두 명령을 내리면 피실험자는 의자에서 일어난 후, 직선 3 m 를 걸어 회전 지점에 도달하여 방향을 바꾸고, 다시 의자로 돌아와 앉도록 하였다(Podsiadlo 등, 1991). 모든 검사는 완료하는데 소요된 시간을 기록하였으며, 3회 평균값을 이용하였다. TUG-검사의 검사-재검사 신뢰도 ICC는 마비측= 0.97, 비마비측 = 0.97로 보고되었다(Son & Park, 2019).

3. 분석 방법

윈도우 10 IBM SPSS Ver 21.0을 이용하여 통계적 분석을 하였다. 모든 데이터는 정규성과 동질성을 평가하기 위해 샤피로 윌크 검정(Shapiro-Wilk test)을 하였다. 일반의학적인 특성은 빈도분석을 기능수행 평가들은 기술통계를 이용하여 평균값과 표준편차, 최소, 최대값으로 표기하였다. 180 ° 회전 검사의 마비측과 비마비측 회전방향에 따른 검사-재검사 신뢰도는 급간내 상관계수(intraclass correlation coefficient; ICC_{2,1} =이차원 변량, 단일 평가자의 절대 동의서)를 이용하였다. 첫 평가 후 피실험자의 학습효과를 최소화하기 위하여 7일 뒤 재평가하여 일치도를 비교하였다. ICC가 0.75~0.90는 양호, >0.90이면 매우 우수한 신뢰성을 나타낸다(Koo & LI, 2016). 측정 오차를 규명하기 위하여 측정의 표준오차(standard error of measurement; SEM= =검사-재검사자 간 점수의 표준 편차×√1-ICC))와 최소 감지 변화(minimal detectable change; MDC=MDC=1.96×SEM×√2)를 알아보았다. SEM은 평균 소요시간의 20 % 미만(Hosoi 등, 2023), MDC는 측정된 값 중 획득 가능한 최고 시간의 20 % 미만인 경우 측정 오차 수준은 신뢰할 수 있다(Furlan & Sterr 2018; Seamon 등, 2022). 180 ° 회전 검사의 마비측과 비마비측 회전방향에 따른 소요시간과 걸음 수의 차이는 대응표본 검증(paired t-test)을 이용하였고, 10 m 보행속도 분류에 따른 지역사회 보행군과 제한된 지역사회 보행군의 180 ° 회전 검사의 마비측과 비마비측 회전방향에 따른 소요시간과 걸음 수의 차이는 독립 T-검정(independent t-test)를 이용하여 분석하였다. 180 ° 회전 검사의 수렴타당도는 FMA-L/E, BBS, 10 mWT, TUG와의 관련성을 스피어만 상관계수(Spearman correlation coefficient)로 분석하였다. 모든 통계학적 유의 수준은 α= .05로 하였다.

III. 결 과

1. 피실험자들의 일반적인 특성과 기능수행 평가

본 연구에 참여한 피실험자들은 총 28명으로 남자는

18명(64.3 %), 여자는 10명(35.7 %), 평균 나이는 58.36±12.52세, 유병 기간은 8.82±2.54개월, 뇌경색 19명(67.9 %), 뇌출혈 9명(32.1 %), 왼쪽, 오른쪽 편마비는 각각 12명(42.9 %), 16명(57.1 %), MMSE-K는 26.00±1.63점, 발바닥 굽힘근의 강직에서 G(0) 6명(21.4%), G(1) 8명(28.6 %), G(1+) 14명(50 %)이었다. 마비측 다리 운동 기능 장애를 반영하는 FMA-L/E의 전체 평균점수는

25.93±5.07점으로 정상(FMA-L/E=34점) 3명(10.7 %), 경증 장애(FMA-L/E=29~33점) 6명(21.4 %), 중증 장애(FMA-L/E=23~28점) 10명(35.7 %), 현저한 장애(FMA-L/E=18~22점) 9명(32.1 %), BBS는 48.64±4.10점, 10 mWT는 0.78±0.23 ㎉, 지역사회 보행군은 10명(35.7%), 제한된 지역사회 보행군은 18명(64.3 %), TUG는 14.09±4.82초이었다(Table 1).

Table 1. The characteristics and functional outcomes of the participants

Characteristic	n (%) or Mean ±SD (min~max)
Gender (male/female)	18 (64.3)/10 (35.7)
Age (y)	58.36±12.52 (34~82)
Onset (months)	8.82±2.54 (6~16)
Diagnosis (infarction/hemorrhage)	19 (67.9)/9 (32.1)
Paretic side (left/right)	12 (42.9)/16 (57.1)
MMSE-K (score)	26.00±1.63 (24~29)
Ankle plantar-flexor muscle, MAS score (G 1~G= 1+)	
G= 0/ G= 1/ G= 1+	6 (21.4)/8 (28.6)/14 (50.0)
FMA-L/E (score)	25.93±5.07 (18~34)
Normal (34score)	3 (10.7)
Mild (29-33 score)	6 (21.4)
Moderate (23-28 score)	10 (35.7)
Marked (18-22 score)	9 (32.1)
BBS (score)	48.64±4.10 (40~55)
Walking speed deficit [10 mWT (㎉) at baseline]	.78±.23 (.40~1.32)
Community walker (>.8㎉),	10 (35.7)/.95±.14 (.81~1.32)
Limited community walker (.4~.8㎉),	18 (64.3)/.58±.13 (.40~.78)
TUG (sec)	14.09±4.82 (8.10~25.40)

SD; standard deviation, MMSE-K; mini mental state examination-Korean version, MAS; modified ashworth scale, FMA-L/E; Fugl-Meyer assessment of lower extremity, BBS; Berg balance scale, 10 mWT; 10 m walking test, TUG; timed up and go test

2. 180 ° 회전 검사의 검사-재검사 신뢰도와 SEM 및 MDC

180 ° 회전 검사의 마비측과 비마비측 회전 소요시간의 ICC는 각각 0.971, 0.918, 마비측과 비마비측의 걸음수의 ICC는 각각 0.944, 0.932로 일치율은 매우 우수하였다. 180 °회전 검사의 마비측과 비마비측 소요시간의 SEM은 각각 0.12초, 0.24초, 마비측과 비마비측의 걸음수의 SEM은 각각 0.18회, 0.23회로 검사-재검사 간 평균 소요시간과 횟수의 20 % 미만으로 수용할 수 있는 수준

이었다. 180 ° 회전 검사의 마비측과 비마비측 소요시간의 MDC는 각각 0.33초, 0.67초, 마비측과 비마비측의 걸음수의 MDC는 각각 0.49회, 0.63회로 측정 당시 측정된 검사-재검사 간 획득 가능한 최고 소요시간과 걸음수의 20 % 미만으로 수용할 수 있는 수준이다. 180 ° 회전 검사의 마비측과 비마비측 회전 소요시간과 걸음수의 검사-재검사자 간 평균값에 대한 대응표본 t검증에서 유의한 차이가 없으므로 구조적인 편향은 나타나지 않았다 ($p = .161 \sim p = .573$)(Table 2).

Table 2. The test-retest reliability and SEM, MDC of the timed 180 ° turn test

Variable	Mean±SD Median (Q1 ~Q3) Min ~Max		MD (SD)	ICC _{3,1} (95% CI)	SEM	MDC	p
	1st test	2nd test					
Affected (sec)	3.40±.76 3.34 (2.56 ~4.12) 2.21 ~4.35	3.33±.74 3.22 (2.54 ~4.11) 2.12 ~4.44	.07 (.18)	.971 (.938 ~.986)	.12	.33	.371
Unaffected (sec)	3.48±.86 3.34 (2.67 ~4.29) 2.12 ~5.11	3.33±.88 3.25 (2.38 ~4.18) 2.00 ~5.00	.14 (.35)	.918 (.831 ~.961)	.24	.67	.243
Affected (steps)	5.13±.80 5 (4.25 ~6) 4 ~6	5.07±.76 5 (4.25 ~6) 4 ~6	.07 (.26)	.944 (.883 ~.974)	.18	.49	.161
Unaffected (steps)	5.14±.93 5 (4 ~6) 4 ~7	5.17±.86 5 (4.25 ~6) 4 ~7	.08 (.17)	.932 (.858 ~.968)	.23	.63	.573

SD; standard deviation, Q1; first quartile, Q3; third quartile, MD; mean difference, ICC; intraclass correlation coefficient, CI; confidence interval, SEM; standard error of measurement=standard deviation of all the test-retests score $\times\sqrt{(1-ICC)}$, MDC; minimal detectable change= $1.96\times SEM\times\sqrt{2}$, p was based on paired t test

3. 180 ° 회전 검사의 회전 방향에 따른 소요시간과 걸음 수 비교

180 ° 회전 검사의 마비측 회전 소요시간과 걸음 수 (각각 3.36초±0.75초, 5.10±0.77회)는 비마비측(각각

3.40±0.87회, 5.16±0.88회)과 비교하여 소요시간이 빠르고 걸음 수는 적었으나 유의한 차이는 없었다(p<.415 ~.425)(Table 3).

Table 3. The comparison of the time taken and the number of steps for the 180 ° turn test between the affected and unaffected side

Measures	Affected	Unaffected	Mean difference	t	p
Time (s)	3.36±.75 (2.12 ~4.45)	3.40±.85 (2.00 ~5.11)	.04±.27	-.81	.425
Steps	5.10±.77 (4 ~6)	5.16±.88 (4 ~7)	.05±.34	-.83	.415

Using the mean values from test-retest assessments

4. 지역사회 보행군과 제한된 지역사회 보행군의 180 ° 회전 검사 회전 방향에 따른 소요시간과 걸음 수 비교

제한된 지역사회 보행군은 비마비측으로 회전시 마비측보다 느린것으로 나타났다(p<.048). 지역사회 보행군

은 마비측으로 회전 시 소요시간이 빠르고, 지역사회 보행군과 제한된 지역사회 보행군 모두 마비측으로 회전 시 걸음수가 적은 것으로 나타났으나 유의한 차이는 없었다(Table 4).

Table 4. Comparison of the time and number of steps for the 180 ° turn test according to turning direction in community walkers and limited community walkers

Group	Affected (time)	Unaffected (time)	Mean difference	t	p
CW (n= 10)	2.45±.28	2.56±.36	.10±.27	-1.18	.268
LCW (n= 18)	3.81±.47	3.93±.54	.12±.24	-2.13	.048*
t	-7.98	-7.82	-.06		
p	.001	.001	.951		

Group	Affected (step)	Unaffected (step)	Mean difference	t	p
CW (n= 10)	4.20±.34	4.30±.48	.10±.21	-1.50	.168
LCW (n= 18)	5.55±.48	5.69±.57	.13±.37	-1.57	.135
t	-6.60	-6.76	-1.08		
p	.001	.001	.291		

Using the mean values from test-retest assessments

CW; community walker (>.8 m/s walking speed), LCW; limited community walker (.4~.8 m/s walking speed)

5. 180 ° 회전 검사의 수렴타당도

180 ° 회전 검사의 마비측 소요시간과 걸음 수는 FMA-L/E(r= -0.395, -0.416), BBS(r= -0.622, -0.684), 10 mWT(r= 0.720, 0.730), TUG(r= 0.684, 0.790), 180 ° 회전

검사의 비마비측 소요시간과 걸음 수는 FMA-L/E(r=-.354, -.428), BBS(r=-0.603, -0.562), 10 mWT(r= 0.631, 0.729), TUG(r= 0.603, 0.677)와 유의한 관련이 있었다(p<.05 ~ p<.01)(Table 5).

Table 5. Convergent validity of the 180 ° turn test

Variable	The timed 180 ° turn test for affected side		The timed 180 ° turn test for unaffected side	
	sec	steps	sec	steps
FMA-L/E (score)	-.395*	-.416*	-.428*	-.354*
BBS (score)	-.684**	-.622**	-.562**	-.603**
10 mWT (m/s)	.730**	.720**	.729**	.631**
TUG (sec)	.684**	.790**	.677**	.603**

FMA-L/E; Fugl-Meyer assessment of the lower extremity, BBS; Berg balance scale, 10 mWT; 10m walking test, TUG; timed up and go test, *p<.05, **p<.01

IV. 고찰

본 연구는 아급성기 뇌졸중 환자의 180 ° 회전 검사의

회전 방향에 따른 소요시간과 걸음 수의 검사-재검사 신뢰도와 최소 감지 변화 및 회전 방향이 소요시간과 걸음 수에 미치는 효과와 수렴 타당도를 조사하고자 하였다.

180 ° 회전 검사의 마비측과 비마비측 회전 소요시간의 검사-재검사 신뢰도(ICC=0.971, 0.918)와 마비측과 비마비측의 걸음 수(ICC=0.944, 0.932)의 일치율은 매우 우수하였다. 이는 Robinson과 Ng(2018)의 마비측과 비마비측 소요시간의 검사-재검사 신뢰도(ICC=0.982~0.985)와 걸음 수(ICC=0.961~0.978)와 유사하였다. 그러나 ICC는 신뢰도를 나타내는 지수이긴 하나 반복 측정 시 대체적으로 일치율이 높게 나타나며, 측정의 불일치와 측정 오차의 크기 알 수 없다(Furlan 등, 2018; Hosoi 등, 2023).

임상가와 연구가는 피실험자의 측정결과가 실제 계측 가능한 범위에서 관찰된 점수(관찰점수)인지 아니면 측정 오차(변동)에 의해 발생한 점수인지 규명할 수 있어야 한다. 즉 관찰점수에서 측정 오차를 차감한 진점수를 파악할 수 있어야 한다(Furlan 등, 2018; Seamon 등, 2022). 180 ° 회전 검사의 마비측과 비마비측 소요시간의 SEM은 각각 0.12초, 0.24초, 마비측과 비마비측의 걸음 수의 SEM은 각각 0.18회, 0.23회로 검사-재검사 간 평균 소요시간(예, 마비측 회전 소요 시간 평균 3.36초)과 횡수(예, 마비측 회전 걸음 수 5.1회)의 20 % 미만에 해당하였다. 피실험자의 검사 결과는 실제 계측 가능한 95 % 신뢰수준 범위내에 존재하므로 신뢰할 수 있다고 할 수 있다. 180 ° 회전 검사의 마비측과 비마비측 소요시간의 MDC는 각각 0.33초, 0.67초, 마비측과 비마비측의 걸음 수의 MDC는 각각 0.49회, 0.63회로 계측 당시 측정된 검사-재검사 간 획득 가능한 최고 소요시간과 걸음 수의 20 % 미만으로 신뢰할 수 있다. MDC는 치료 중재 후 치료 효과 크기를 반영하는 임상 의사 결정 지수로 코호트 연구에서 중요시된다(Hosoi 등, 2023; Seamon 등, 2022). 본 연구의 피실험자는 계측 당시 측정값인 마비측과 비마비측 회전 소요시간(각각 3.36초, 3.40초)은 추후 각각 0.33초, 0.67초 더 빨라질 수 있고, 마비측과 비마비측 회전 시 걸음 수(각각 5.10회, 5.16회)는 향후 각각 0.49회, 0.63회로 걸음 수가 줄어들어 개선될 수 있음을 의미한다. 이는 Robinson과 Ng(2018)의 연구에서 피실험자들의 180°회전 검사의 마비측과 비마비측 소요시간의 MDC는 각각 0.62초, 0.64초, 마비측과 비마비측 걸음 수의 MDC는 각각 0.83회, 0.81회로 본 연구결과와 유사하였다.

게다가 본 연구에서 180 ° 회전 검사의 마비측과 비마비측 회전 소요시간과 걸음 수의 검사-재검사자 간 평균

값의 유의한 차이가 없으므로 검사-재검사의 일치율이 높아 체계적인 오차는 나타나지 않았다. 결론적으로 본 연구의 180 ° 회전 검사의 ICC는 높고 SEM과 MDC는 역의 관계에 있으며, ICC값이 높을수록 SEM과 MDC수치는 낮아 매우 신뢰할 수 있다(Hosoi 등, 2023). 180 ° 회전 검사의 신뢰도가 우수한 이유는 검사 방법의 세부적인 검사 절차와 피실험자들에게 명확한 지시 사항 및 숙련된 평가자들이 표준화된 프로토콜을 준수하였기 때문에 일치율이 높게 나타난 것으로 판단된다. 따라서 아 급성기 뇌졸중 환자의 회전 능력을 평가하는데 신뢰도(ICC)와 민감도(SEM, MDC)가 높은 임상 평가도구로 추천할 수 있다.

본 연구 피실험자들의 180 °회전 검사의 마비측 회전 소요시간과 걸음 수(각각 3.36초±0.75초, 5.10±0.77회)는 비마비측(각각 3.40±0.87회, 5.16±0.88회)과 비교하여 유의한 차이는 없었다. 이는 Robinson과 Ng(2018)의 연구에서 180 ° 회전 검사의 회전 방향이 마비측과 비마비측 회전 소요시간과 걸음 수 결과에 유의미한 영향을 미치지 않는다는 결과와 일치하였다. 뇌졸중 환자들의 경우 회전 방향은 TUG 검사의 완료 시간(de Morais Faria 등, 2009), 6분 보행 검사에서 이동한 총 거리(Ng 등, 2011), 그리고 360 ° 회전 소요 시간과 걸음 수(Kobayashi 등, 2015)에 유의미한 영향을 미치지 않는다. 이는 만성 뇌졸중 환자들이 마비측과 비마비측 간의 장애와 비대칭성을 보완하기 위해 보상 전략을 사용하며, 이러한 조정이 양방향에서 유사한 회전 수행을 초래한다는 가설을 뒷받침하는 것으로 판단된다(Kobayashi 등, 2015).

이와는 반대로 Son과 Park(2019)과 Heung 등(2009)은 마비측으로 회전시 TUG 소요시간이 더 빠르다고 하였고, de Morais Faria 등(2009)은 차이가 없다고 하였으며, Kobayashi 등(2015)은 비마비측으로 회전 시 더 빠르다고 하였다. 이는 본 연구 피실험자들의 10 mWT는 0.78초 TUG는 14.09초, Son과 Park(2019)의 연구에서 피실험자의 10 mWT는 0.71%, TUG는 17초인 반면 Kobayashi 등(2015)은 10 mWT는 평균 0.48 %, TUG는 평균 35.5초이었다. 이러한 피실험자들의 다리 기능수행 차이로 인한 것이다.

180 ° 회전 검사는 정적인 자세에서 평가되는 반면 10 mWT는 14 m 구간에서 2 m 가속과 2 m 감속이 있는 직

선 보행을 편안하게 또는 최대한 빠르게 걷는 보행속도를 측정한다. 단시간내에 광범위한 노력이 요구되기 때문에 10 mWT는 다리 근육 중 보행 속도를 결정짓는 다리 근육 중 발목관절의 발등·발바닥 굽힘근력이 중요한 역할을 한다(Ng 등, 2012). 본 연구에서 10 mWT의 보행속도에 근거하여 피실험자들을 지역사회 보행군(>0.8%, 평균 보행속도: 0.95%)과 제한된 지역사회 보행군(0.4~0.8%, 평균 보행속도: 0.58%)으로 분류하였다. 주목할 점은 지역사회 보행군은 회전 방향이 소요시간과 걸음 수에 영향을 주지 않았으나 제한된 지역사회 보행군은 비마비측으로 회전시 마비측보다 더 느린 것으로 나타났다. 이는 Son과 Park(2019)의 연구와 일치하였는데 보행속도가 0.52%이하인 뇌졸중 환자는 회전 방향에 따라 TUG소요시간에 유의한 차이가 있었고 비마비측으로 회전 시 더 느리다고 하였다.

일반적으로 사람이 회전할 때 회전하는 방향의 다리가 축 역할을 하며, 반대쪽 다리의 걸음 수가 증가한다. 뇌졸중 환자의 경우 마비측 다리로 회전할 때 비마비측 다리의 들림기 움직임이 쉽기 때문에 소요시간이 단축된다. 이와는 반대로 비마비측으로 회전시 마비측 발의 끌림과 걸음 수가 증가하여 낙상의 두려움이 증가하므로 소요시간이 늘어난다. 따라서 보행속도($\geq 0.95\%$)가 빠를수록 회전방향이 소요시간과 걸음 수에 영향을 주지 않으나 보행 속도($\leq 0.58\%$)가 느릴수록 마비측 다리의 조절 능력 결핍과 낙상에 대한 두려움으로 인하여 회전 방향이 소요시간에 영향을 주기 때문에 뇌졸중 환자는 일반적으로 마비측으로 회전하는 것을 선호한다고 할 수 있다(de Morais Faria 등, 2009; Son & Park, 2019).

180° 회전 검사와 뇌졸중 환자의 특이성 장애를 반영하는 측정 도구의 상관관계를 조사한 결과 180° 회전 검사의 마비측과 비마비측의 소요시간과 걸음 수는 FMA-L/E ($r = -0.354 \sim -0.428$), BBS($r = -0.562 \sim -0.684$)와 음의 상관관계가 있었다. FMA-L/E는 하지 반사, 협응 및 마비측 다리 운동 기능을 평가하는 것으로, 회전동작은 엉덩관절과 다리 및 발목관절의 분리된 협응 움직임을 요구하기 때문에 두 변수 간의 관련성이 있다. 게다가 BBS의 360° 회전, 서서 발을 교대로 발판에 올리기, 한 발로 서기 항목은 180° 회전 검사의 체중 이동, 교대로 발을 딛기, 한 발로 서기 등의 요소를 포함하는 유사한

과제들로 구성되어 있다. 이러한 관련성은 Robinson과 Ng(2018)의 연구에서 만성뇌졸중 환자의 180° 회전 검사의 마비측과 비마비측의 소요시간과 걸음 수는 FMA-L/E($r = -0.460 \sim -0.661$), BBS($r = -0.521 \sim -0.722$)와의 관련성과 유사하였다. 10 m보행속도와 TUG검사는 180° 회전 검사의 마비측과 비마비측의 소요시간과 걸음 수(각각 $r = 0.631 \sim 0.730$, $r = 0.603 \sim 0.790$)와 양의 관련성이 있었다. 이는 TUG검사의 180° 회전 동작의 한 구성요소가 포함되어 있다. 회전 능력이 우수할수록 TUG소요시간과 보행속도 또한 우수할 것으로 예상된다. 뇌졸중 환자들은 회전 시 낙상이 빈번히 일어나고 회전 시 소요시간과 걸음 수가 증가하는 것은 낙상의 두려움(44%) 때문이다(Flansbjer 등, 2006; Heung 등, 2009; Son & Park, 2019). 본 연구에서 낙상의 두려움과 180° 회전 검사의 관련성은 조사하지 않았으나 본 연구의 180° 회전 검사의 소요시간과 걸음 수는 BBS와 TUG와 유의한 관련이 있고, 10 mWT는 BBS($r = -0.627$)(Wolf 등, 1999), TUG($r = 0.84$)(Flansbjer 등, 2005)와의 관련성이 있다. 이는 180° 회전 검사 과제와 상호 유사점을 고려하여 볼 때 수렴 타당도를 입증하는데 기여했을 가능성은 충분하다.

본 연구의 제한점으로 첫째, 피실험자들의 180° 회전 검사의 마비측과 비마비측의 소요시간과 걸음 수에 중점을 두었을 뿐 회전 전략과 움직임의 질 및 균형 자신감을 고려하지 못하였다. 회전 전략과 움직임의 질을 평가하면서 시간을 측정하고 걸음 수를 기록하는 것은 복잡한 과제이다. 둘째, 회전 전략에 관한 것으로 스텝 턴(step turn)은 회전할 때 연속적인 발걸음을 사용하는 안전성을 증진한 회전 방식으로 더 넓은지지 기저면을 요구하고 발목관절의 조절이 덜 필요한 반면 스핀 턴(spin turn)은 한 발을 축으로 하여 빠르게 회전하는 방식으로 덜 안정적이지만 빠르기 때문에 발목조절이 더욱 필요하다(Lewallen 등, 2021; Soangra 등, 2021). 피실험자들이 선택한 회전 전략으로 인하여 표본 내에 상당한 이질성이 존재할 수 있다. 이는 소요시간과 스텝 수의 신뢰도 및 평가도구 간의 관련성에 영향을 미칠 수 있는 요인으로 작용할 수 있다. 그러나 뇌졸중 환자들은 보상 전략을 사용하여 손상과 비대칭을 조정하고, 이로 인해 어느 방향으로든 유사한 결과를 낼 것으로 가정된다. 따라서 회전 전략과 움직임의 질을 평가할 수 있는 생체역학적

인 연구가 필요하다. 셋째, 더 많은 표본 수를 대상으로 회전 전략과 다리의 근력 및 안정성 한계(몸통의 안정성) 등이 회전 능력에 미치는 요인 분석 연구가 필요할 것이다.

V. 결론

아급성기 뇌졸중 환자의 180° 회전 검사의 회전 방향에 따른 소요시간과 걸음 수의 검사-재검사 일치율은 우수하였고, SEM과 MDC는 매우 신뢰할만하였고, 180° 회전 검사는 FMA-L/E, BBS, 10 mWT, TUG와 유의한 관련성이 있었다. 게다가 보행속도(≥ 0.95 m/s)가 빠를수록 회전방향이 소요시간과 걸음 수에 영향을 주지 않으나 보행속도(< 0.58 m/s)가 느릴수록 회전 방향이 소요시간에 영향을 주는 것을 확인하였다. 따라서 180° 회전 검사는 아급성기 뇌졸중 환자의 회전 능력을 평가하는데 쉽고 간단하게 평가할 수 있으며, 민감도가 있는 임상 평가도구로 추천할만하다.

참고문헌

Alghadir AH, Al-Eisa ES, Anwer S, et al(2018). Reliability, validity, and responsiveness of three scales for measuring balance in patients with chronic stroke. *BMC Neurol*, 18(1), Printed Online. DOI: 10.1186/s12883-018-1146-9

Cheng DK, Nelson M, Brooks D, et al(2020). Validation of stroke-specific protocols for the 10-meter walk test and 6-minute walk test conducted using 15-meter and 30-meter walkways. *Top Stroke Rehabil*, 27(4), 251-261. DOI: 10.1080/10749357.2019.1691815

Colombo PC, Mehra MR, Goldstein DJ, et al(2019). Comprehensive analysis of stroke in the long-term cohort of the momentum 3 study. *Circulation*, 139(2), 155-168. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.118.037231

de Moraes Faria CD, Teixeira-Salmela LF, Nadeau S(2009). Effects of the direction of turning on the timed up & go test with stroke subjects. *Top Stroke Rehabil*, 16(3), 196-206. DOI: 10.1310/tsr1603-196

Djurovic O, Mihaljevic O, Radovanovic S, et al(2021). Risk factors related to falling in patients after stroke. *Iran J Public Health*, 50(9), 1832-1841. DOI: 10.18502/ijph.v50i9.7056

Flansbjerg U, Downham D, Lexell J(2006). Knee muscle strength, gait performance, and perceived participation after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 87(7), 974-980. DOI: 10.1016/j.apmr.2006.03.008

Flansbjerg UB, Holmback AM, Downham D, et al(2005). Reliability of gait performance tests in men and women with hemiparesis after stroke. *J Rehabil Med*, 37(2), 75-82. DOI: 10.1080/16501970410017215

Furlan L, Sterr A(2018). The applicability of standard error of measurement and minimal detectable change to motor learning research—a behavioral study. *Front Hum Neurosci*, 12(95), Printed Online. DOI: 10.3389/fnhum.2018.00095

Geiger M, Supiot A, Pradon D, et al(2019). Minimal detectable change of kinematic and spatiotemporal parameters in patients with chronic stroke across three sessions of gait analysis. *Hum Mov Sci*, 64, 101-107. DOI: 10.1016/j.humov.2019.01.011

Hafsteinsdóttir TB, Rensink M, Schuurmans M(2014). Clinimetric properties of the timed up and go test for patients with stroke: a systematic review. *Top Stroke Rehabil*, 21(3), 197-210. DOI: 10.1310/tsr2103-197

Heung TH, Ng SS(2009). Effect of seat height and turning direction on the timed up and go test scores of people after stroke. *J Rehabil Med*, 41(9), 719-722. DOI: 10.2340/16501977-0411

Hernández ED, Forero SM, Galeano CP, et al(2021). Intra- and inter-rater reliability of Fugl-Meyer assessment of lower extremity early after stroke. *Braz J Phys Ther*, 25(6), 709-718. DOI: 10.1016/j.bjpt.2020.12.002

Hosoi Y, Kamimoto T, Sakai K, et al(2023). Estimation of

- minimal detectable change in the 10-meter walking test for patients with stroke: a study stratified by gait speed. *Front Neurol*, Printed Online. DOI: 10.3389/fneur.2023.1219505
- Hsu AL, Tang PF, Jan MH(2003). Analysis of impairments influencing gait velocity and asymmetry of hemiplegic patients after mild to moderate stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 84(8), 1185-1193. DOI: 10.1016/s0003-9993(03)00030-3
- Jung KM, Joo MC, Jung YJ(2017). Effects of rotation direction during curved walking on gait parameters in stroke patients. *Qual Improv Health Care*, 23(2), 11-20. DOI: 10.14371/QIH.2017.23.2.11
- Kobayashi M, Takahashi K, Sato M, et al(2015). Association of performance of standing turns with physical impairments and walking ability in patients with hemiparetic stroke. *J Phys Ther Sci*, 27(1), 75-78. DOI: 10.1589/jpts.27.75
- Koo TK, LI MY(2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *J Chiropr Med*, 15(2), 155-163. DOI: 10.1016/j.jcm.2016.02.012
- Lewallen LK, Srivastava S, Kautz SA, et al(2021). Assessment of turning performance and muscle coordination in individuals post-stroke. *J Biomech*, 114(110113), Printed Online. DOI: 10.1186/s12883-018-1146-9
- Li S, Francisco GE, Zhou P(2018). Post-stroke hemiplegic gait: new perspective and insights. *Front Physiol*. 9(1021), Printed Online. DOI: 10.3389/fphys.2018.01021
- Ng SS, Tsang WW, Cheung TH, et al(2011). Walkway length, but not turning direction, determines the six-minute walk test distance in individuals with stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 92(5), 806-811. DOI: 10.1016/j.apmr.2010.10.033
- Ng SS, Hui-Chan CW(2012). Contribution of ankle dorsiflexor strength to walking endurance in people with spastic hemiplegia after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 93(6), 1046-1051. DOI: 10.1016/j.apmr.2011.12.016
- Ng SS, Tse MM, Chen P, et al(2023). Assessing the turning ability during walking in people with stroke using L test. *Int J Environ Res Public Health*, 20(4), Printed Online. DOI: 10.3390/ijerph20043618
- Oka S, Tokunaga T, Yamamoto R(2023). The relevance of figure-of-eight walk test to hip muscle strength in healthy young males. *J Phys Ther Sci*, 35(12), 789-792. DOI: 10.1589/jpts.35.789
- Robinson RL, Ng SS(2018). The timed 180 ° turn test for assessing people with hemiplegia from chronic stroke. *Biomed Res Int*, 2018, Printed Online. DOI: 10.1155/2018/9629230
- Seamon BA, Kautz SA, Bowden MG, et al(2022). Revisiting the concept of minimal detectable change for patient-reported outcome measures. *Phys Ther*, 102(8). Printed Online. DOI: 10.1093/ptj/pzac068
- Soangra R, Krishnan V, John J, et al(2021). Comparison of 360° turn cycles among individuals after stroke and healthy older adults. *Applied Sciences*, 11(7). Printed Online. DOI:10.3390/app11073202
- Son HE, Park CH(2019). Effect of turning direction on timed up and go test results in stroke patients. *Eur J Phys Rehabil Med*, 55(1), 35-39. DOI: 10.23736/S1973-9087.18.05202-4
- Wolf SL, Catlin PA, Gage K, et al(1999). Establishing the reliability and validity of measurements of walking time using the emory functional ambulation profile. *Phys Ther*, 79(12), 1122-1133.