

Research Article

Open Access

만성 뇌졸중 환자의 체간 조절 평가의 재현성과 Barthel Index구분을 위한 임상 유용성

안승헌 · 박대성[†]

국립재활원 보행랩, ¹건양대학교 물리치료학과

Reproducibility of Trunk Control Assessment and the Clinical Utility of the Distinguishing Barthel Index in Chronic Stroke Patients

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

Department of Gait Rab of National Rehabilitation Center

¹Department of Physical Therapy, Konyang University

Received: March 28 2024 / Revised: April 15 2024 / Accepted: May 23 2024

© 2024 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study examined the test-retest reliability and clinical utility of the Modified Trunk Impairment Scale (mTIS), Trunk Control Test (TCT), and Postural Assessment Scale for Stroke – Trunk Control (PASS-TC) in patients with chronic stroke.

METHODS: Thirty-eight stroke patients were reassessed using the mTIS, TCT, and PASS-TC with a seven-day interval between assessments. The test-retest reliability was evaluated using the intraclass correlation coefficient (ICC_{2,1}), the standard error of measurement (SEM), the minimal detectable change (MDC), and MDC%, as well as Bland–

Altman analysis. The relationship between the mTIS, TCT, PASS-TC scores, and the Barthel Index (BI) was also investigated.

RESULTS: The test-retest reliability for the mTIS, TCT, and PASS-TC was high, with ICC values ranging from .91 to .94 (95% confidence interval: .83–.97). The MDCs for the mTIS and TCT were 2.35 and 13.9, respectively, while the MDC for the PASS-TC was 2.54, all below 20% of the maximum possible score, indicating reliable measurement. The optimal mTIS cut-off score for distinguishing between mild (75–95 points) and severe (50–74 points) dependence on the BI was ≥ 9.5 , with an accuracy of 79%. Patients with an mTIS score ≥ 9.5 (out of 15) showed an 18-fold higher likelihood of achieving a mild level of functional independence than those with a score < 9.5 .

CONCLUSION: The mTIS, TCT, and PASS-TC showed high test-retest reliability and no systematic errors in chronic stroke patients. The MDC values were reliable, indicating meaningful change. Among these, the mTIS is a sensitive and

[†]Corresponding Author : Dae-Sung Park

daeric@konyang.ac.kr, <http://orcid.org/0000-0003-4258-0878>

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

a useful tool for predicting functional independence in clinical practice and is straightforward to apply.

Key Words: Barthel index, Minimal detectable change, Reproducibility, Stroke, Trunk control

I. 서론

체간은 척추와 골반을 중립 또는 안정화시키고 균형 조절에서 중요한 부분을 차지한다[1]. 체간의 역할은 팔을 뻗어 물체를 조작하거나 보행과 같은 기능적인 활동에서 상·하지의 선택적인 움직임 조절을 위한 선행적인 자세 조절에 기여한다[2]. 체간 조절은 뇌졸중 환자의 포괄적인 일상생활 동작(43%~71%)[3]과 동적 균형 능력(58%) 및 보행(62%)과 밀접한 관련이 있고 [4] 뇌졸중 발병 후 6개월 뒤 보행 유무를 예측할 수 있는 중요한 변수이기도 하다[5].

뇌졸중 환자의 체간 조절 능력을 평가하고 치료 후 개선의 크기를 규명할 수 있는 신뢰할 수 있고 재현성이 충분히 입증된 평가 도구의 선택은 중요하다. 뇌졸중 환자의 체간 조절을 평가하는 도구는 간편하게 사용할 수 있어야 하며, 정량적 평가가 가능하고 검사-재검사 신뢰성이 충분히 입증되어야 한다. [6]. 재현성이란 동일한 측정 도구나 절차를 여러 번 사용했을 때, 결과가 얼마나 일관되게 나타나는지를 의미하며, 신뢰도와 일치율의 개념으로 포괄적인 용어로 사용되고 있다[7]. 뇌졸중 환자의 체간 조절과 앉기 자세 균형을 평가하기 위해 수정된 체간 장애 척도(mTIS)[4, 8], 뇌졸중 자세 평가 척도-체간 조절(PASS-TC)[4], 체간 조절 검사(TCT)[9, 10], 가 널리 사용되고 있으며, 측정자간 신뢰도(급간내 상관계수와 카파 계수)와 문항내적 일치도 및 타당도는 보고되었으나 심리측정학적인 특성을 반영하는 상대적 신뢰도는 보고된 적이 없으며 임상 유용성에 대해 알려진 바가 없다,

상대적 신뢰도인 ICC는 평가자간의 불일치의 크기를 알 수 없고, 단위 없이 숫자로 표현되며, 대상자들간의 변동성에 의해 영향을 받는다[6,7]. 게다가 평가를 반복적으로 측정 하였을 때 학습 효과에 의해 상대적으

로 일치율이 높게 나타난다. ICC값은 매우 높고 측정 오차에 관한 정보가 없어 무작위 측정 오차를 파악할 수 없다[7,11]. 이를 정량화할 수 있는 방법으로 측정 표준 오차(SEM), 최소 감지 변화(MDC)가 있다[12, 13]. SEM과 MDC는 피실험자들에게 동일 검사를 반복적으로 측정하였을 때 발생하는 점수의 변화가 우연변동에 의해 발생하는 무작위 측정 오차 크기를 규명하거나 예측된 값이 체계적으로 95% 신뢰수준에서 일정하게 유지 되고 있는지 결정하기 위해 사용된다[14, 15]. 특히 MDC는 치료사와 연구가 모두 개개 피실험자들이 치료 중재 후 그 효과에 대하여 실제 기능 변화 점수의 크기를 추정할 수 있는 기준값으로 임상 의사 결정에서 필요한 중요한 지표로 활용이 된다[16]. SEM과 MDC는 코호트 연구에서 임상과 연구 설계시 시간 경과에 따른 피실험자들의 기능적인 추이 변화를 관찰하거나 실험 과정에서 체계적인 오차가 있는지 검증하는데 사용되는 또 다른 신뢰도 지수이다[15, 16]. mTIS, TCT, PASS-TC의 이전 연구에서는 측정자간 신뢰도와 타당도 및 포괄적인 일상생활동작을 반영할 수 있는 민감한 평가도구로 알려져 있으나 검사-재검사 신뢰도와 SEM과 MDC는 보고되지 않았으며, 뇌졸중 환자의 기능적인 독립 수준(Barthel Index, BI)과의 관련성 및 선별기 준값은 보고되지 않았다. 본 연구의 목적은 첫째, 뇌졸중 환자들을 대상으로 mTIS, TCT, PASS-TC 검사-재검사 재현성과 SEM과 MDC를 알아보고 둘째, 체간 조절 평가가 BI에 어떠한 영향을 미치는 인과 관계를 조사하며, 셋째 체간 조절 평가가 뇌졸중 환자의 BI를 구분할 수 있는지 선별 기준값을 검증하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자 및 절차

본 연구는 뇌졸중으로 인한 편마비로 진단을 받고 입원 치료를 받고 있는 환자 중 본 연구에 동의한 38명을 대상으로 2023년 7월부터 2024년 2월까지 시행하였다. 연구 대상자의 선정 기준은 간이 정신 상태 검사(mini mental state examination, MMSE)에서 24점 이상, 독립적으로 30초 동안 정적인 앉은 자세를 유지할 수

있는 환자를 대상으로 하였다. 사지와 체간의 정형외과적인 질환으로 인하여 평가 점수가 체계적인 오차에 의해 결측값이 발생될 수 있으므로 본 연구에서 사용된 체간 조절 평가를 전혀 할 수 없는 환자는 제외되었다. 본 연구의 표본 수 산출은 G-power분석(3.0.10)을 사용하였다. 신뢰도 ICC = .90을 검증($\alpha = .05$)하기 위해 효과 크기 0.5, 95%의 검정력으로 하였을 때, 최소한의 표본 크기가 42명이었다. mTIS, TCT, PASS-TC의 검사-재검사 신뢰도(ICC_{2,1})는 신경계 물리치료 임상경험이 20년차 이상인 치료사에 의해 처음 평가 후 평균 7일 간격으로 재평가하여 검사간 신뢰도를 비교하였다(Chen et al., 2007). 평가자의 기억과 학습 효과를 최소화하는 것은 신뢰도를 증가시키므로 최소 한 세션에 3~5명의 환자만 평가하였다. 피실험자들의 입원 시 바텔 지수(barthel index, BI)는 작업치료사에 의해 평가되었다. 피실험자들의 mTIS, TCT, PSSS-TC가 기능적 독립 수준을 구분할 수 있는지 두 군(BI 점수: 50~74 중증 장애, 75~95: 경증 장애)으로 분류하였다(Mahoney & Barthel, 1965). 본 연구에서 일반의학적 특성은 의무 기록지와 환자 및 보호자의 1:1 면담을 통해 나이, 진단명, 유병기간, 마비 부위, MMSE의 자료를 수집하였다. 최종 데이터 수집 과정에서 탈락(2명), 응급 퇴원(2명)을 제외하여 최종 38명의 데이터를 수집하여 분석하였다.

2. 측정 도구

1) 수정된 체간 장애 척도(modified trunk impairment scale, mTIS)

mTIS는 원본 TIS의 정적 앉은 자세 균형 항목을 삭제하고 동적인 앉기 균형(체간 상·하부 조절)(10점), 협응 항목(체간 하·상부 안정성)(6점)으로 16점이 만점이다[8]. mTIS 총점의 측정자간 신뢰도 ICC_{1,1} = .77, 개별 항목의 가중치 카파 계수는 .44~.80. 크론바 알파는 .85이다[8].

2) 뇌졸중 자세 평가 척도-체간 조절(postural assessment scale for stroke-trunk control, PASS-TC)

PASS는 뇌졸중 환자의 자세 조절과 유지 및 변화를

평가할 수 있도록 개발되었다[17]. PASS는 세가지의 기본적인 자세인 눕기, 앉기, 서기 항목으로 이루어져 있고 정적인 자세 유지 5항목과 동적인 자세 변환 7항목 총 12항목으로 총 36점이 만점(0점~3점, 4점 척도)이다. 본 연구에서 사용된 PASS-TC의 평가 항목은 총 5개 항목으로 구성 되어 있으며, 만점은 15점이다. 이 평가 도구의 PASS-TC의 가중치 카파 계수는 .64~1.00, 측정자내 신뢰도는 .45~1.00[17], 푸글 마이어 평가 척도(FMA), 바텔 지수(BI)와 밀접한 관련성($r = .73, r = .89$)이 있었고, PASS-TC총점의 측정자간 신뢰도 ICC = .97, 크론바 알파는 .93으로 보고되었다[4].

3) 체간 조절 검사(trunk control test, TCT)

뇌졸중 환자들의 체간을 조절할 수 있는 능력을 평가하기 위해 개발된 TCT[9]는 총 4개 항목, 100점이 만점이다. TCT의 측정자간 신뢰도는 $r = .76$ [9], 문항 내적 일치도는 입원 당시 $\alpha = .86$, 퇴원 시에는 $\alpha = .83$ 으로 보고되었다[10].

3. 자료 분석

본 연구는 윈도우 10 SPSS Ver 22.0을 이용하여 자료를 분석하였다 모든 자료는 Shapiro-wilk 방법을 이용하여 정규성 검정을 하였고, 대상자들의 일반의학적 특성은 빈도분석과 기술통계로 기술하였다. mTIS, TCT, PASS-TC의 검사-재검사 신뢰도는 급간내상관계수(ICC)를 이용하였는데 $ICC \geq .80$ 이면 재현성이 우수한 것으로 간주된다[18]. 피실험자들의 동일한 검사를 반복적으로 평가하였을 때 평가 결과값이 95% 신뢰 구간에 서 일관성 있게 유지되고 있는지 또는 무작위로 변화하고 있는지 규명하기 위하여 측정 표준 오차(SEM = 검사-재검사 점수의 표준 편차 $\times\sqrt{1-ICC}$)와 최소 감지 변화(MDC = $1.96 \times SEM \times \sqrt{2}$), MDC% [(MDC/평균점수) $\times 100\%$]을 구하였다[19, 20]. MDC %는 독립된 측정 단위로 검사 재검사 사이에 일치율을 비교하는데 사용된다. SEM은 검사-재검사간 평균 점수의 20% 미만, MDC는 측정된 값 중 피실험자들의 측정 값 중 최고점수의 20% 미만인 경우, MDC%는 30% 미만인 경우 신뢰할 수 있는 수준으로 볼 수 있다[19]. 게다가 검사-재검사에 체계적인 오류

(systematic error)가 발생하고 있는지 결정하기 위하여 검사-재검사의 평균 차이를 t-검정을 이용하여 분석하였다. 또한 측정값들의 불일치의 양상을 규명하기 위하여 Altman and Bland 방법을 이용하였다[21]. 이는 검사 재검사 평가에서 산점도로 표기되며, 95% 일치 한계값을 추정하였다. 체간 조절 평가가 BI에 어떠한 영향을 미치는지 로지스틱 회귀 분석하였고, 교차비(odds ratio)를 구하였다. 수용자 작업 특성 곡선(ROC)의 Youden지수를 이용하여 최적의 BI선별 기준값(기능적 독립 수준 예측)을 결정하였으며, 민감도(sensitivity)와 특이도(specificity), 양성, 음성 예측도(positive negative predictive validity), 정확도(accuracy)를 구하였으며, 통계학적 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자

본 연구에 참여한 연구대상자는 뇌졸중 환자 38명으로 남자는 18명(47.4%), 여자는 20명(52.6%), 평균연령은 51.63 ± 14.67 세, 유병 기간은 8.47 ± 3.01 개월, 뇌경색 24(63.2%), 뇌출혈 14명(36.8%), 좌·우측 편마비는 각각 15명(39.5%), 23명(60.5%), MMSE-K는 26.02 ± 1.74

점이었으며, BI는 78.34 ± 13.33 점이었다(Table 1).

2. mTIS, TCT, PASS-TC의 통계 요약

본 연구에서 mTIS의 검사-재검사 신뢰도 ICC = .93 (.87~.96), TCT의 ICC = .94(.89~.97), PASS-TC의 ICC = .91 (.83~.95)로 검사-재검사 일치율은 높은것으로 나타

Table 1. Characteristics of the stroke patients (n = 38)

Characteristic	M $\pm$ SD (min~max)
Gender (Male/Female)	18 / 20
Age (y)	56.13 $\pm$ 14.67 (31~83)
Onset (months)	8.47 $\pm$ 3.01 (5~17)
Diagnosis (infarction/hemorrhage)	24 (63.2) / 14 (36.8)
Side of hemiplegia (Left/Right)	15 (39.5) / 23 (60.5)
MMSE-K (score)	26.02 $\pm$ 1.74 (24~29)
Barthel Index (score)	78.34 $\pm$ 13.38 (52~95)
50~74 (moderate)	14 (36.8) / 63.21 $\pm$ 7.62 (52~74)
75~95 (mild)	24 (63.2) / 87.21 $\pm$ 5.92 (76~95)

MMSE: Mini mental state examination

Table 2. Summary statistics of the 3 trunk control measures for the patients

Measures	Mean(SD) Median(Q1~Q3) Range(Min~Max)		Mean Difference (SD)	ICC _{3,1} (95% CI)	SEM	MDC (MDC%)	P
	1st test	2nd test					
mTIS	8.76(3.14) 10(6~11) (1~13)	8.39(3.34) 10(5~11) (1~13)	.36(1.19)	.932 (.874~.964)	.852	2.361 (27.517)	.715
TCT	82.89(20.73) 87(74~100) (23~100)	80.55(20.54) 87(74~100) (23~100)	2.34(6.87)	.944 (.896~.971)	5.033	13.948 (17.068)	.563
PASS-TC	11.61(3.07) 12.5(9~14.25) (5~15)	11.39(3.11) 12(9~14) (5~15)	.21(1.29)	.912 (.837~.953)	.921	2.552 (22.191)	.324

SD: Standard Deviation, Q1: first quartile, Q3: third quartile, mTIS: modified Trunk Impairment Scale, TCT: Trunk Control Test, PASS-TC: Postural Assessment scale for Stroke-Trunk Control, ICC: Intraclass correlation coefficient, CI: confidence interval, SEM: standard error of measurement=standard deviation of all the test-retest score $\times \sqrt{1-ICC}$, MDC: Minimal Detectable Change= $1.96 \times SEM \times \sqrt{2}$, MDC % =(MDC/ mean of measurements taken) $\times 100\%$, P was based on paired t test.

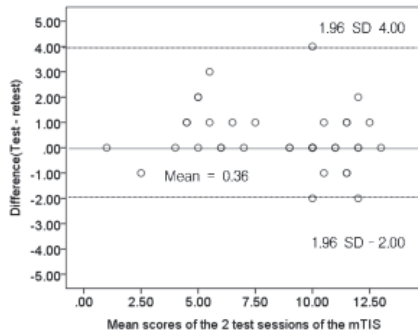


Fig. 1. Bland-Altman plot for the differences between measures from the two test sessions against the mean of the two test sessions. The limits of agreement for the modified trunk impairment scale ranged from -2.00 to 4.00. —, mean difference; -----, the 95% limits of agreement. The two dashed lines; 95% LOA.

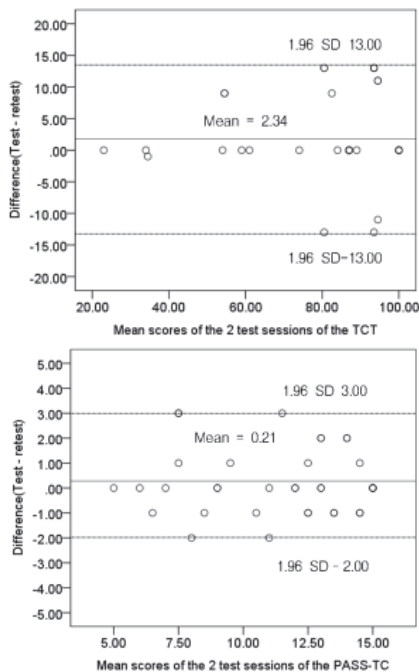


Fig. 2. Bland-Altman plot for the differences between measures from the two test sessions against the mean of the two test sessions. The limits of agreement for the trunk control test and postural assessment scale for stroke-trunk control ranged from -13.00 to 13.00 and -2.00 to 3.00, respectively. —, mean difference; -----, the 95% limits of agreement. The two dashed lines; 95% LOA.

났다. 절대적 신뢰도 지수인 mTIS와 TCT의 SEM은 각각 .85, 5.03, PASS-TC는 .92로 검사-재검사간 두 평균 점수의 20%미만이었고, mTIS와 TCT의 MDC는 각각 2.35, 13.9, PASS-TC의 MDC는 2.54는 20% 미만으로 신뢰할 수 있는 수준이었다. mTIS와 TCT의 MDC%는 각각 27.35%, 17%, PASS-TC의 MDC%는 22.08%로 측정 오차 수준은 30%미만으로 수용할 수 있는 범위이다. 모든 평가는 1st 검사와 2nd 재검사 간에 유의한 차이가 없으므로 비체계적인 오차는 발생되지 않았다($p = .32 \sim .71$). Bland and Altman산점도 추정에서 95% 일치 한계 범위는 mTIS의 경우 -2~4, TCT는 -13~13, PASS-TC는 -2~3으로 검사 재검사 간 평균 차이에 대한 오차 범위는 신뢰할만 하였다(Table 2)(Fig. 1)(Fig. 2).

3. mTIS, TCT, PASS-TC와 BI와의 로지스틱 회귀분석
mTIS, TCT, PASS-TC가 뇌졸중 환자의 BI(이분법 BI 75~95=경증, 50~74=중등도)에 어떠한 영향을 미치는지 로지스틱 회귀분석을 한 결과 mTIS($p < .018$)가 1점 증가할수록 BI에 1.769배 영향을 주는 것으로 나타났으나 PASS-TC, TCT는 변수에서 제외되었다(Table 3).

Table 3. The logistic regression analysis relating Bathel Index scores with the mTIS, TCT, PASS-TC

Variable	B	SE	Wald	p	Odds ratio(95% CI)
mTIS	.571	.241	5.615	.018	1.769(1.104~2.836)
PASS-TC	.055	.169	.107	.743	1.057(.759~1.471)
TCT	.015	.029	.269	.604	.985(.932~1.042)
Constant	-4.073	1.490	7.469	.006	

mTIS: modified Trunk Impairment Scale, PASS-TC: Postural Assessment scale for Stroke-Trunk Control, TCT: Trunk Control Test

Table 4. The ROC curve for mTIS test scores

Variable	cut-off value	AUC	SE	p Value	95% CI
mTIS(15score)	≥ 9.5	.860	.061	.001	.741~.979

mTIS: modified Trunk Impairment Scale, Dependent variable: Barthel Index(75~95=mild, 50~74=moderate), AUC: Area Under the ROC Curve, SE: standard error, 95CI: 95 Confidence Interval, * $p < .001$

Table 5. The Cut-off value of mTIS test

cut-off value	BI		Total	Se(%)	Sp(%)	PPV	NPV	Ac	OR(95% CI)
	75~95	50~74							
mTIS ≥ 9.5	18	2	20	18/24	12/14	18/20	12/18	30/38	(18/6)/(2/12)
mTIS < 9.5	6	12	18	(75%)	(85%)	(90%)	(67%)	(79%)	= 18

mTIS: modified Trunk Impairment Scale, BI: Barthel Index(75~95=mild, 50~74=moderate), Se: Sensitivity Sp; Specificity
PPV: Positive Predictive Value, NPV: Negative Predictive Value, Ac: Accuracy, OR(95 CI): Odds Ratio(95 Confidence Interval)

4. mTIS의 수용자 작업 특성 곡선

mTIS의 최적의 선별 기준값은 ≥ 9.5 점, AUC = .860으로 중증도의 정확성이 있었다(Table 4).

5. mTIS의 선별 기준값

BI의 경증 의존(75~95점)과 중증 의존(50~74점)을 구분할 수 있는 최적의 mTIS 선별 기준값은 ≥ 9.5 점으로 민감도 75%, 특이도 85%, 양성예측도 90%, 음성 예측도 67%로 정확도는 79%이었다(Table 5). mTIS가 ≥ 9.5 점(만점 15점)인 경우 < 9.5 점인 환자에 비해 추후 기능적 독립 수준이 경증일 확률이 18배(교차비)증가하는 것으로 나타났다(Table 5).

IV. 고 찰

본 연구의 목적은 뇌졸중 환자에서 mTIS, TCT, PASS-TC 검사-재검사 재현성과 임상유용성을 검증하고자 하였다. 본 연구 결과 mTIS의 검사-재검사 신뢰도 ICC = .93, TCT의 ICC = .94, PASS-TC의 ICC = .91로 검사-재검사 신뢰도는 높은 것으로 확인되었으나 세평가 모두 검사-재검사의 ICC는 보고되지 않았다. ICC를 이용한 신뢰도 분석은 대부분 일치율이 높게 나타나기 때문에 측정에 대한 오차를 규명할 수 없으며, 단위가 없는 상대적 지수이다[15, 16] 모든 평가는 측정 시 무작위 오차가 나타나는데, 평가를 반복 측정하였을 때 일관성 있게 평가되었는지 알기 어렵다. 그러나 SEM과 MDC는 측정결과 값의 변화가 무작위 오차(95% 신뢰 구간) 없이 일관성이 있는지를 규명하는데 도움을 준다[16, 18].

선행 연구에서 mTIS, TCT, PASS-TC의 SEM과 MDC, MDC(%)는 알려져 있지 않다. 본 연구에서 mTIS의

SEM은 .85(1.71 = mTIS 검사-재검사 평균 점수의 20%), TCT의 SEM은 5.03(16.34), PASS-TC의 SEM은 .92(2.3)으로 평균 20% 미만으로 신뢰할 수 있는 수준이었다. mTIS의 MDC는 2.35(2.6 = mTIS의 획득 가능한 최고 점수의 20%), TCT의 MDC는 13.9(20), PASS-TC의 MDC는 2.54(3)로 획득 가능한 최고 점수의 20% 미만으로 측정 오차 범위는 신뢰할만하였다[19]. MDC는 임상가와 치료사의 관점에서 볼때 치료 후 환자의 기능이 얼마나 좋아질 수 있는지, 추후 어느 정도 변화될 수 있는지 추정할 수 있는 역치값이다[16, 20].

본 연구 결과 mTIS, TCT, PASS-TC의 SEM과 MDC는 95% 신뢰 구간에서 측정 오차 없이 일관성을 유지하고 있으므로 만성 뇌졸중 환자들의 체간 조절 능력을 평가할 수 있는 민감한 평가도구로 활용할 수 있다. 본 연구에 참여한 피실험자들의 mTIS, TCT 수행 평가 점수는 현재 점수 보다 향후 각각 약 2.35점, 13.9점, PASS-TC는 2.54점 정도 개선되거나 치료 중재 후 치료 효과의 크기를 예측할 수 있음을 나타내는 것이다. mTIS와 TCT의 MDC%는 각각 27.35%, 17%, PASS-TC의 MDC%는 22.08로 수용할 수 있는 수준이다. mTIS, TCT, PASS-TC의 SEM, MDC, MDC(%)의 신뢰도가 높은 이유는 첫째, ICC 값이 평균적으로 .91~.93(.83~.97)로 매우 높고 둘째, ICC 값이 높을 수록 SEM과 MDC 값은 상대적으로 낮아지는 역의 관계에 있으므로 신뢰할 수 있는 것이다[7, 12]. mTIS, TCT, PASS-TC의 검사-재검사 간 일치율을 알아보는 방법으로 Bland and Altman 방법을 이용하였다[21]. 이는 검사-재검사 간의 점수 차이와 평균에 관한 산점도로 95% 일치 한계 수준을 말한다. 95% 일치 한계(점선) 범위에서 mTIS의 경우 -2~4, TCT는 -13~13, PASS-TC는 -2~3로 측정값 간의 차이들의 표기값은

95% 일치 한계선의 상한값과 하한값 사이에 분포하고 있다. 이는 검사-재검사간 평균값의 크기에 따라 측정에 대한 차이값이 달라지지 않으므로 정규분포하고 있다는 것이다. mTIS, TCT, PASS-TC수행 점수 모두 검사-재 검사간의 측정된 값은 대상자들의 실질적으로 예측 가능한 값(진점수)에 분포하고 있으므로 신뢰할 수 있다[21]. 본 연구 결과 만성 뇌졸중 환자들을 대상으로한 mTIS, TCT, PASS-TC는 체간 조절 능력을 측정하는데 신뢰성과 민감도가 높은 평가 방법이었다. 본 연구에서 mTIS, TCT, PASS-TC의 ICC 값은 높고, SEM과 MDC 값은 낮은 수준으로 재현성이 있었다.

mTIS, TCT, PASS-TC가 뇌졸중 환자의 기능적인 독립수준에 어떠한 영향을 미치는지 로지스틱 회귀분석을 한 결과 mTIS가 1점이 증가할수록 BI에 1.769배 영향을 주는 것으로 나타났으나 PASS-TC, TCT는 변수에서 제외되었다. PASS-TC, TCT가 BI에 영향을 주는 변수에서 제외된 이유는 두 평가 모두 한 자세에서 다른 자세로 체위 변경이 가능한지(예를 들어 돌아 눕기, 앉은 자세에서 일어나기) 수행 여부에 초점을 둘 뿐 움직임의 질을 평가하는 것은 아니다.

TCT는 체간 움직임의 질[22]보다 체간 근력($r = .32 \sim .50$)과 중간정도의 관련성이 있으며[23, 24], PASS-TC 또한 뇌졸중 발병 후 6개월 이내에 포괄적인 일상생활 동작 수행을 예측할 수 있으므로 만성 뇌졸중 환자들에겐 민감도가 떨어진다는[4]. 앉기 자세 균형에서 체간 조절은 단순히 앉은 자세에서 균형을 잡는 것 이외에 체간의 굴곡, 신전, 외측 굴곡, 회전 시 몸통의 안정성과 선택적인 움직임도 중요시 된다[3, 5]. 체간 조절은 기능적인 앉기 균형 뿐만 아니라 앉은 자세를 조절할 수 있는 동적인 움직임을 반영할 수 있는 포괄적인 능력을 포함할 수 있어야 한다[8, 25].

mTIS는 TCT, PASS-TC와 달리 평가시 표준화된 앉은 자세가 적용되었고, 시상면과 관상면에서 수행되는 삼차원적인 움직임 관찰을 통해 보상 작용 없이 수행되었는지 움직임의 질을 평가하는 방법이므로 천장효과가 없다[5, 8]. mTIS는 체간 조절의 보상 작용 여부와 질적움직임을 평가할 수 있는 항목으로 구성되어 있다[8, 25]. 본 연구에서 가장 주목할 만한 것은 피실험자들

의 대부분이 mTIS평가 항목 중 체간 하부 조절과 체간 상부의 협응 및 체간 하부의 안정성이 가장 수행하기 어려운 항목으로 이는 뇌졸중 환자의 체간 조절 결핍이 있음을 반영하는 것이다. 체간의 외측 굴곡과 회전 움직임을 평가하는 체간 상·하부의 조절 능력은 견관절과 골반의 회전 움직임보다 수행하기 쉽다[8, 25]. 나이와 성별을 조합한 편의표본 추출방법을 이용한 뇌졸중 환자들과 65세 성인들의 원본 TIS수행 점수 비교에서 정상 성인의 약 45%는 최대 점수(23점)를 받지 못하였다[26]. 본 연구에서 BI의 경증 의존(75-95점)과 중증 의존(50-74점)을 구분할 수 있는 최적의 mTIS 선별 기준값은 ≥ 9.5 점($AUC = .860$)으로 중증도의 정확성($.70 < AUC < .90$)이 있었다[27]. 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[27].

본 연구에서 mTIS의 민감도는 75%, 특이도는 85%이었으며, mTIS가 ≥ 9.5 점(만점 15점)인 경우 < 9.5 점인 환자에 비해 추후 기능적 독립 수준이 경증(BI가 75점 이상)일 확률이 18배 높은 것으로 확인되었다. 뇌졸중 환자의 mTIS의 임상유용성 검증[28]에서 BI(> 91 , 최소 의존)을 예측할 수 있는 mTIS의 선별 기준값은 > 10.5 점으로 BI에 30%의 설명력이 있다고 하였으나 $AUC = .73$ (중증도의 정확성), 민감도 67%, 특이도 59%로 본 연구의 정확도와 비교하여 낮은 수치이었다. 민감도와 특이도 모두 높더라도 실제 이에 해당하는 대상자를 정확히 판별할 수 있는 양성과 음성 예측도와 이 네가지 측정 방법을 종합하였을 때 정확도는 높아야 한다[27]. 본 연구의 mTIS의 정확도는 79% 수준으로 만족할 만하였다.

뇌졸중을 대상으로 한 본 연구의 mTIS진단의 정확도는 Lee 등(2018) 연구와 비교하여 볼 때 표본 수의 크기에서 차이가 날뿐 신뢰도 수치는 일치하였다. mTIS평가에서 뇌졸중 환자들은 골반 회전움직임 수행에 어려움이 있었다[25, 26] 뇌졸중 환자들은 체간 조절에 어려움이 있으므로 정상적인 균형 능력과 상지와

하지의 협응에 제한적이다. mTIS는 자세 조절과 상·하지의 선택적인 움직임 조절에 필요한 체간 움직임의 질적인 평가가 가능하므로 만성 뇌졸중 환자의 체간 조절 훈련을 위한 치료 중재 프로토콜이 될 수 있으며, mTIS검사는 매우 신뢰할만 유용한 평가 도구이다. 본 연구에서 제시한 mTIS(2.35점), TCT(13.9점), PASS-TC(2.54점)의 MDC는 치료사에게 환자의 기능적인 변화를 예측할 수 있는 임상 의사 결정 지표로 활용이 가능하다. 환자 중심에서 볼 때 mTIS는 BI에 영향(1.769배)을 주거나 기능적 독립 수준[BI: 경증 의존(75~95점)과 중증 의존(50~74점)]을 구분할 수 있는 변수로[28] 독립적인 일상생활 향상을 위해서 상·하지 기능 훈련과 균형 및 보행 훈련 외에 체간 조절 훈련은 반드시 병행되어야 한다.

본 연구의 제한점으로 첫째, 본 연구는 한 시점을 기준으로 분석한 교차 단면적 연구로 검사-재검사 재현성 검증을 위해 자발적인 회복이 없는 만성 뇌졸중 환자에게 일반화할 수 없다. 둘째, 연구에 참여한 피실험자들(38명)의 BI 평균 점수는 78.34점(52점~95점)으로 경미한 장애[29](75점~95점) 환자들이 대부분으로 이 중 24명이 평균 87.21점 이었다.

V. 결 론

만성 뇌졸중 환자를 대상으로 한 mTIS, TCT, PASS-TC의 검사 재검사간 높은 재현성이 검증되었고, 체계적인 오차가 없으며, 치료 효과 크기인 MDC는 신뢰할만 하였다. 그 중 mTIS는 임상에서 만성 뇌졸중 환자의 기능적 독립수준을 예측할 수 있는 가장 민감하고 유용한 평가 도구로 쉽고 간결하게 적용할 수 있을 것이다.

References

- [1] Kibler WB, Press J, Sciascia A, et al. The role of core stability in athletic function. *Sports Med.* 2006;36(3): 189-98.
- [2] Ryerson S, Byl NN, Brown DA, et al. Altered trunk position sense and its relation to balance functions in people poststroke. *J Neurol Phys Ther.* 2008;32(10):14-20.
- [3] Verheyden G, Nieuwboer A, Van de Winckel A, et al. Clinical tools to measure trunk performance after stroke: a systematic review of the literature. *Clin Rehabil.* 2007; 21(5):387-94.
- [4] Hsieh CL, Sheu CF, Hsueh I, et al. Trunk control as an early predictor of comprehensive activities of daily living function in stroke patients. *Stroke.* 2002;33(11): 2626-30.
- [5] Verheyden G, Vereeck L, Truijten S, et al. Trunk performance after stroke and the relationship with balance, gait and functional ability. *Clin Rehabil.* 2006;20(5):451-8.
- [6] De Vet HC, Terwee CB, Knol DL, et al. When to use agreement versus reliability measures. *J Clin Epidemiol.* 2006;59(10):1033-9.
- [7] De Vet HC, Terwee CB, Ostelo RW, et al. Minimal changes in health status questionnaires: distinction between minimally detectable change and minimally important change. *Health Qual Life Outcomes* 2006;4:54.
- [8] Gjelsvik B, Breivik K, Verheyden G, et al. The Trunk Impairment Scale - modified to ordinal scales in the Norwegian version. *Disabil Rehabil.* 2012;34(16):1385-95.
- [9] Collin C, Wade D. Assessing motor impairment after stroke: a pilot reliability study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1990;53(7):576-9.
- [10] Franchignoni FP, Tesio L, Ricupero C, et al. Trunk control test as an early predictor of stroke rehabilitation outcome. *Stroke.* 1997;28(7):1382-5.
- [11] Atkinson G, Nevill AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med.* 1998;26(4):217-38.
- [12] Kovacs FM, Abaira V, Royuela A, et al. Minimum detectable and minimal clinically important changes for pain in patients with nonspecific neck pain. *BMC Musculoskelet Disord.* 2008;9:43.
- [13] Lexell JE, Downham DY. How to assess the reliability of measurements in rehabilitation. *Am J Phys Med Rehabil* 2005;84(9):719-23.

- [14] Schuck P, Zwingmann C. The 'smallest real difference' as a measure of sensitivity to change: a critical analysis. *Int J Rehabil Res.* 2003;26(2):85-91.
- [15] Beckerman H, Roebroeck ME, Lankhorst GJ, et al. Smallest real difference, a link between reproducibility and responsiveness. *Qual Life Res.* 2001;10(7):571-8.
- [16] Flansbjer UB, Blom J, Brogardh C. The reproducibility of berg balance scale and the single-leg stance in chronic stroke and the relationship between the two tests. *PM R.* 2012;4(3):165-170.
- [17] Benaim C, Peennou DA, Villy J, et al. Validation of a standardized assessment of postural control in stroke patients: the postural assessment scale for stroke patients(pass). *Stroke.* 1999;30(9):1862-8.
- [18] Prince B, Makrides L, Richman J. Research methodology and applied statistics. Part 2: The literature search. *Physiother Can.* 1980;32(4):201-6.
- [19] Beckerman H, Roebroeck ME, Lankhorst GJ, et al. Smallest real difference, a link between reproducibility and responsiveness. *Qual Life Res.* 2001;10(7):571-8.
- [20] Smidt N, van der Windt DA, Assendelft WJ, et al. Interobserver reproducibility of the assessment of severity of complaints, grip strength, and pressure pain threshold in patients with lateral epicondylitis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(8):1145-50.
- [21] Bland JM, Altman DG. A note on the use of the intraclass correlation coefficient in the evaluation of agreement between two methods of measurement. *Comput Biol Med.* 1990;20(5):337-340.
- [22] Wang CH, Hsueh IP, Sheu CF, et al. Discriminative, predictive, and evaluative properties of a trunk control measure in patients with stroke. *Phys Ther.* 2005;85(9):887-94.
- [23] Bohannon RW. Lateral trunk flexion strength: Impairment, measurement reliability and implications following unilateral brain lesion. *Int J Rehabil Res.* 1992;15(3):249-51.
- [24] Bohannon RW. Recovery and correlates of trunk muscle strength after stroke. *Int J Rehabil Res.* 1995;18(2):162-7.
- [25] Verheyden G, Kersten P. Investigating the internal validity of the Trunk Impairment Scale (TIS) using Rasch analysis: the TIS 2.0. *Disabil Rehabil.* 2010;32(25):2127-37.
- [26] Verheyden G, Nieuwboer A, Feys H, et al. Discriminant ability of the Trunk Impairment Scale: a comparison between stroke patients and healthy adults. *Disabil Rehabil.* 2005;27(17):1023-8.
- [27] 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.
- [28] Lee YB, An SH, Lee GC. Clinical utility of the modified trunk impairment scale for stroke survivors. *Disabil Rehabil.* 2018;40(10):1200-5.
- [29] Mahoney FI, Barthel DW. Functional evaluation: the Barthel Index. *Md State Med J.* 1965;14:61-5.