

대한물리치료과학회지

Journal of Korean Physical Therapy Science
2026. 06. Vol. 33, No.2 pp. 89-100깊은 호흡을 동반한 고유수용성신경근촉진법이 뇌졸중 환자의 균형, 몸통
안정화 및 보행에 미치는 영향김지현¹ · 김수진² · 이효정³¹한국교통대학교 물리치료학과 대학원생 · ²한국교통대학교 보건의료학과 대학원생 · ³한국교통대학교 물리치료학과The Effect of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation with Deep
Breathing on Balance, Trunk Stability, and Gait of Patients with StrokeJi-Hyeon Kim¹, P.T. · Su-Jin Kim², P.T. · Hyo-Jeong Lee³, Ph.D., P.T.¹Dept. of Physical Therapy, Graduate School, Korea National University of Transportation²Dept. of Health and Medical Sciences, Graduate School, Korea National University of Transportation³Dept. of Physical Therapy, Korea National University of Transportation

Abstract

Background: Patients with stroke often present with weakness of the paretic limbs and respiratory muscles, which can lead to reduced trunk stability, impaired balance and gait performance, and decreased cardiopulmonary function. Therefore, movement training combined with deep breathing may be beneficial for improving functional performance. The purpose of this study was to investigate the effects of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) combined with deep breathing on balance, trunk stability, and gait in patients with stroke.**Design:** This study was conducted as a randomized controlled trial with a pre-post intervention design.**Methods:** A total of 30 patients with stroke were randomly assigned to two groups: a PNF combined with deep breathing group (experimental group, $n=15$), and a PNF-only group (control group, $n=15$). The intervention was performed five times per week for four weeks, with each session lasting 45 minutes. Balance, trunk stability, and gait were assessed pre- and post-intervention using the Berg Balance Scale (BBS), Functional Reach Test (FRT), Trunk Impairment Scale (TIS), and the G-WALK gait analyzer to evaluate gait cadence and gait velocity. Within-group comparisons were performed using paired t-tests, while independent t-tests were used to compare the pre-post changes between the groups. Statistical significance was set at $p<.05$.**Results:** Within-group comparisons showed significant improvements in BBS, FRT, TIS, gait cadence, and gait velocity in both groups. The experimental group showed greater improvements in FRT, TIS, and gait cadence than the control group. Between-group comparisons revealed significantly greater changes in the experimental group than in the control group for all outcomes except gait velocity.**Conclusion:** The findings of this study suggest that PNF combined with deep breathing may be effective in improving balance, trunk stability, and gait function in patients with stroke. Further studies are needed to develop structured intervention programs incorporating breathing and movement training.**Key words:** Gait, Muscle stretching exercises, Postural balance, Respiration, Stroke

교신저자

이효정

충청북도 증평군 대학로 61

T: 043-820-5207 E: leehj@ut.ac.kr

I. 서론

뇌졸중은 세계 3대 사망원인의 하나로 매년 10만명 이상 발생한다(Peurala 등, 2007). 뇌졸중은 뇌혈관이 막히거나 출혈되어 발생하며 운동, 감각, 언어 기능이 손상되어 신체 활동이 포함된 일상생활활동의 의존도를 높인다(Kim과 Lee, 2018). 뇌졸중 환자는 근긴장도 증가와 몸통 안정성 저하로 인해 보행과 자세 조절이 어렵고, 이는 장기적인 기능 장애로 이어진다(Raghuveer 등, 2024). 뇌졸중 환자의 균형 능력은 신체의 비대칭과 마비측의 체중 이동 제한으로 감소되며 기능적 보행과 일상생활활동 수행의 어려움과 낙상 위험을 증가시킨다(Jorgensen 등, 1995; Liepert 등, 2000; Shumway와 Woollacott, 2007). 감각과 운동 기능의 저하로 항중력 자세를 유지하는 몸통 조절 능력이 감소하고, 팔다리 움직임과 연관된 보행의 기능적 수행 수준이 낮아지는 경향이 있다(Ryerson 등, 2008). 이로 인해 앉기, 서기, 걷기 등 동적 안정성이 필요한 활동을 수행하지 못하며 몸통 안정화에 관여하는 근육의 선행적 자세조절이 되지 않아 움직임 수행 시 자세 유지에 어려움을 겪는다(Cabanas-Valdés 등, 2021).

마비측과 몸통 근육의 근력 저하는 신체를 대칭적으로 유지하기 힘들어 균형과 보행 능력을 저하시키고 호흡 측면에서는 호흡근의 긴장성 패턴 변화가 나타나 호흡 기능의 악화가 나타난다(Lanini 등, 2003). 가슴우리에 위치한 뼈대 근육은 호흡과 몸통 조절 기능을 수행하는데, 뇌졸중 환자의 가로막과 호흡근 약화는 폐 기능 감소에 따른 신체활동의 지구력을 떨어뜨리게 된다(Song과 Park, 2015). 이런 문제점들은 근력과 지구력이 요구되는 운동 프로그램과 유산소 운동 진행 중 쉽게 피로감을 느껴 기능적 회복과 지역 사회로의 복귀를 지연시킨다(Roffe 등, 2010). 따라서 호흡근도 골격근과 유사하게 강화 훈련을 통해 근력을 향상시킬 수 있으며 이는 뇌졸중 환자의 신체 기능 회복을 위해 장기적으로 필요하다.

몸통 안정화는 몸통 근육 사용과 움직임 조절 능력을 향상시켜 상·하지의 움직임과 신체 안정성에 긍정적인 영향을 미친다(김범룡과 최미호, 2020). 또한 복부, 허리, 엉덩관절이 신체 중심선에 위치하도록 하여 면쪽 관절의 움직임을 활성화하는 데 기여한다(Cho와 Cha, 2014). 이와 같은 몸통 안정성은 적절한 근력과 지구력에 의해 유지되며, 이는 자세 조절 및 능동적인 움직임 수행에 있어 핵심적인 요소이다(Akuthota와 Nadler, 2004). 비마비측 팔·다리를 이용한 몸통 안정화를 통해 몸통 조절 능력이 향상되면 뇌졸중 환자의 균형과 보행 능력에 긍정적인 영향을 미치고 기능적 동작 수행이 가능해진다(Park 등, 2019).

균형, 몸통 안정화 및 보행을 포함한 기능 향상을 위해서는 정상적인 움직임을 반복적으로 재교육하는 방법이 효과적이라고 알려져 있고 이에 임상에서는 보바스 접근법과 고유수용성신경근촉진법(Proprioceptive Neuromuscular Facilitation, PNF)을 대표적인 중재 방법으로 활용하고 있다(Belda Lois 등, 2011; Karthikbabu 등, 2012; Kollen 등, 2009). PNF는 대각선 패턴을 이용해 고유수용기를 자극하여 신경근 반응을 촉진시키고 유연성 및 균형 능력을 증진시킬 수 있는 기법으로 알려져 있다(Klein 등, 2002). 선행 연구에서는 이미 PNF의 기법과 움직임 패턴을 이용한 협응 훈련이 뇌졸중 환자의 기능적 움직임에 유의미한 효과가 있다는 것을 증명해왔다(조혁신과 노현정, 2015; 지상구 등, 2013).

호흡은 복압을 유지하며 복부 근육의 활성화에 영향을 주는 요소로, 주로 요가나 필라테스 등의 운동과 병행되어 활용되고 있다. 특히 가로막 호흡을 기반으로 한 몸통 안정화 운동은 일반적인 몸통 운동보다 허리 통증 감소와 기능 회복에 더 효과적이다(Masroor 등, 2023). 깊은 호흡과 같은 효과적인 호흡 전략은 부상 위험 감소에 효과적이며, 호흡 근육과 심부 안정화 근육의 기능 개선에 기여한다(Jiang 등, 2024; Shah 등, 2020). 특히 뇌졸중 환자는 마비측 흉벽 움직임 제한으로 심폐 기능이 약화되어 있으므로 호흡 훈련을 통한 근력 및 지구력 강화가 필요하다(Kolb와 Gibb, 2007). Nair 등(2021)의 연구는 만성 뇌졸중 환자에게 적용한 흉부 확장 저항 운동이 일반적 물리치료를 수행한 그룹과 비교해 호흡 기능, 몸통 조절 능력 및 균형에서 유의한 향상을 보였음을 증명하였고, Lee 등(2023)은 코로나 19에 걸린 만성 뇌졸중 환자에게 적용한 흉부 가동성 및 호흡 운동이 일반적 물리치료와 호흡 운동을 병행한 그룹보다 1초간 강제 호기량, 몸통

안정성 및 지구력에서 유의한 개선을 보였다고 하였다.

기존 연구에서 횡격막 저항운동이나 도수 저항을 통한 호흡 운동 등 뇌졸중 환자의 호흡근 강화 및 지구력 증진을 위한 중재가 선행되었다(김재현, 2000). PNF 훈련과 호흡의 긍정적인 영향이 있음에도 불구하고, PNF 컨셉에서 적용할 수 있는 움직임 패턴과 깊은 호흡을 병행하여 적용할 수 있는 중재 프로그램에 대한 구조화가 부족하다. 호흡 관련 중재를 결합한 운동이 뇌졸중 환자의 기능적 활동 향상에 있어 효과적이라는 근거를 기반으로(Courbon 등, 2006), 임상에서도 뇌졸중 환자에게 호흡과 병행해 적용 가능하고 쉽게 수행할 수 있는 PNF 움직임 훈련 프로그램이 필요하다. 따라서 본 연구는 PNF와 깊은 호흡 기법 결합이 뇌졸중 환자의 균형, 몸통 안정화 및 보행에 미치는 효과를 조사하고, 임상에서의 치료 중재 활용 여부에 대한 연구 기초 자료를 제공하는 것을 목적으로 한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구는 D시의 재활병원에 입원한 뇌졸중 환자 중 연구 목적과 선정 기준에 부합한 대상자를 선정하였다. 대상자 선정 기준은 CT나 MRI를 통해 의사로부터 뇌졸중 진단을 받은 자, 관절 구축 및 정형외과적 문제가 없는 자, 지시하는 내용을 이해하고 수행할 수 있는 한국형 간이정신검사(Korean version of Mini-Mental Status Examination, MMSE-K) 점수가 24점 이상인 자, 기능적 보행 지수(Functional ambulation category; FAC)가 3점 이상으로 지시 또는 관찰 하에 신체적 접촉 없이 보행할 수 있는 자, Brunnstrom이 분류한 편마비 환자의 회복 단계에서 4단계 이상인 자를 설정하였다(김수진과 이효정, 2021; Brunnstrom; 1970). 본 연구의 제외 기준은 호흡기 질환이 있거나 연구 진행에 영향을 미칠 수 있는 정형외과적 또는 신경학적 질환을 가진 자로 설정하였다(Nair 등, 2021).

2. 연구 절차

본 연구의 대상자 수 산출은 G-Power Ver. 3.1 프로그램을 이용하였다. 선행 연구 결과에 대해 유의 수준 0.05, 검정력 0.80으로 설정하여 산출된 표본 크기는 26명이었고 탈락률을 고려하여 30명의 대상자를 모집하였다(Nair 등, 2021). 선정된 대상자에게 각각 O, X가 기입된 메모지 중 한 장을 뽑는 무작위 제비뽑기를 진행하였고, O는 깊은 호흡을 동반한 PNF 훈련군인 실험군, X는 호흡을 병행하지 않은 PNF 훈련군인 대조군으로 각각 15명씩 무작위 배정하였다. 연구 기간은 2025년 3월 20일부터 4월 17일까지이며 중재는 총 4주 간, 주 5회, 회당 45분간 수행하였다. 대상자에게 중재 절차와 평가 도구에 대해 충분히 설명한 후, 이에 대한 자발적인 서면 동의를 받았다. 중재 전 두 군 모두 사전 검사를 진행하고 4주 중재 후 본 연구의 저자인 측정자가 두 군에게 사전 검사와 동일한 방법으로 사후 검사를 진행하였다. 본 연구는 한국 교통대학교 기관생명윤리심의의 승인을 받아 진행하였다(승인번호 KNUT-2025-HR-34-09).

3. 중재 방법

본 연구는 깊은 호흡 결합 유무에 따른 PNF 훈련이 뇌졸중 환자의 균형, 몸통 안정화 및 보행 기능 변화에 미치는 영향을 비교하고자 수행한 무작위 연구이다. 실험군은 깊은 호흡을 동반한 PNF 훈련을 수행하였고, 대조군은 호흡 없이 PNF 훈련을 수행하였다. 선행 연구에서 실시한 중재 구성 기반으로, 두 군의 PNF 훈련은 15분 동안 진행하였으며, 중재 프로그램 외에 일반적인 물리치료 30분을 추가적으로 받아 회당 45분의 훈련을 진행하였다(Kim과 Kim, 2020). 일반적인 물리치료는 뇌졸중 환자의 근력 강화 및 균형 향상을 위한 신경발달치료(Neurodevelopmental treatment; NDT)에 근거하여 적용하였다.

1) 깊은 호흡을 동반한 PNF 훈련 (실험군)

실험군은 깊은 호흡을 동반한 PNF 훈련을 진행하였다. 대상자에게 PNF 패턴을 적용하며 동작을 수행할 때 들숨 및 날숨을 포함한 호흡을 진행하도록 지시하였다. 대상자는 패턴 동작을 시작하는 동시에 숨을 들이마시고, 다시 반대 동작으로 돌아올 때 숨을 내뿔을 수 있도록 훈련하였다. PNF 기법의 적용은 등장성 혼합 기술 10회를 1세트로 정의하여 총 3세트를 진행하고 1세트 후 30초의 휴식 시간을 제공하였다(강태우와 김범룡, 2019). 중재 프로그램은 누운 자세부터 앉은 자세로 변환을 주며 진행하였다.

2) 깊은 호흡을 동반하지 않는 PNF 훈련 (대조군)

대조군은 호흡 없이 PNF 훈련을 진행하였다. PNF 중재 프로그램은 실험군과 동일하게 적용하였고, 대상자들은 호흡과 상관없이 PNF 패턴을 수행하도록 하였다. 실험군과 대조군의 PNF 중재 프로그램은 <Table 1>과 같다.

Table 1. PNF intervention programs

	Starting position	Ending position	Position	Pattern	Technique	Set
1			Supine	Shoulder flexion-abduction-external rotation & extension-adduction-internal rotation	Combination of Isotonics	10 reps × 3 sets (30-s rest)
2			Hook-lying	Pelvic anterior-elevation & posterior-depression with trunk rotation (contralateral pelvis)	Combination of Isotonics	10 reps × 3 sets (30-s rest)
3			Side-lying position with the hips and knees flexed to 90°	Pelvic posterior-depression & anterior-elevation	Combination of Isotonics	10 reps × 3 sets (30-s rest)
4			Sitting	Scapular posterior-depression + trunk extension & anterior-elevation + trunk flexion	Combination of Isotonics	10 reps × 3 sets (30-s rest)

*Abbreviation : PNF, Proprioceptive neuromuscular facilitation; reps, repetitions; s, second.

4. 측정 도구

1) 균형

대상자의 균형 능력을 평가하기 위해 BBS와 기능적 팔 뻗기 검사(Functional reach test, FRT)를 사용하였다. BBS는 총 14개 항목으로 최소 0점에서 최대 4점까지 평가 할 수 있으며 점수가 높을수록 균형 능력이 좋은 것으로 평가한다. BBS는 평균 측정자 내 신뢰도와 측정자 간 신뢰도가 각각 $r = .98$, $r = .97$ 로 높은 신뢰도와 내적 타당도를 가진다(Downs 등, 2013). FRT는 동적 균형을 평가하는 도구이다. 대상자는 어깨 너비로 다리를 벌리고 선 자세에서 어깨를 약 90° 굽힌 상태로 팔꿈치를 곧게 편다. 이 때 뒤꿈치를 붙인 상태에서 허리를 최대한 앞으로 숙이며 팔을 뻗었을 때의 세 번째 손허리뼈 관절 끝의 이동 거리(cm)로 측정하였다. 검사는 3번 측정한 평균값을 사용하였다. FRT는 측정자 내 및 측정자 간 신뢰도가 각각 ICC > 0.90로 높은 신뢰도를 보였다(Martins 등, 2012).

2) 몸통 안정화

본 연구에서는 몸통 안정화 평가 도구로 몸통손상척도(Trunk impairment scale: TIS)를 사용하였다. TIS는 3항목 정적 균형 7점, 10항목의 동적 균형 10점, 4항목 협응성 6점으로 17개 항목 및 총 23점으로 이루어져 있다. 점수가 높을수록 몸통 안정화가 높다고 해석 할 수 있다. 앉은 자세에서의 몸통 운동 장애 평가를 통해 몸통의 정적 균형, 동적 균형, 협응성을 평가할 수 있으며 검사는 3번 측정한 평균값을 사용하였다. TIS는 검사-재검사 신뢰도가 $r = .87 \sim .96$, 검사자 간 신뢰도는 $r = .85 \sim .99$ 로 높은 신뢰도와 타당도를 가진 도구이다(Ko와 You, 2015).

3) 보행

보행 기능 측정을 위해 보행 분석 장비인 G-walk(BTS G-walk®, BTS Bioengineering, Garbagnate Milanese, Italy)를 사용하였다. G-walk는 무선 소프트웨어 프로그램과 3축 가속도계, 센서 및 3축 자이로스코프가 장착된 무선 G 센서를 사용해 측정할 수 있고 시공간 보행 변수를 분석 할 수 있다. 대상자의 5번 허리뼈(L5)와 1번 엉치뼈(S1) 사이에 무선 G 센서가 부착된 벨트를 장착한 후 10 m를 보행하여 보행 변수를 측정하였고 본 연구에서는 이 중 보행 속도(velocity), 보행 분속수(cadence)를 결과값으로 사용하였다.

5. 자료 처리

본 연구의 자료 처리는 SPSS Win. 29.0을 사용하였다. 정규성 검증은 Shapiro-wilk 검정을 실시하였고 대상자의 일반적 특성은 카이제곱 검정(Chi-squared test) 및 독립표본 t 검정(Independent t -test)을 실시하여 동질성 검정을 시행하였다. 각 군의 중재 전·후 종속 변수 변화량을 비교하기 위해 대응표본 t 검정(Paired t -test)을 실시하고 군간 중재 전·후 변화량을 비교하기 위해 독립표본 t 검정을 실시하였다. 결과값의 모든 통계적 유의 수준은 $p < .05$ 로 설정하였다.

III. 연구결과

1. 대상자의 일반적 특성에 대한 동질성 검정

본 연구에 참여한 대상자는 30명으로, 깊은 호흡을 동반한 PNF 훈련군(실험군) 15명, 깊은 호흡을 동반하지 않은 PNF 훈련군(대조군) 15명으로 선정하였다. 성별, 나이, 진단명, 발병 측, 발병 기간에서 두 군 간 유의한 차이가 없어

Table 2. General characteristics of all the subjects

Variables	Experimental group (n=15)	Control group (n=15)	χ^2/t	p
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD		
Sex (male/female)	7/8	11/4	1.497	0.146
Age (years)	72.33 $\pm$ 9.54	66.26 $\pm$ 10.45	1.660	0.108
Diagnosis (Inf/Hrr)	8/7	7/8	0.000	1.000
Affected side (Right/Left)	7/8	9/6	0.714	0.481
Brunnstrom stage	4.47 $\pm$ 0.64	4.60 $\pm$ 0.63	0.574	0.571
Onset (month)	6.53 $\pm$ 2.06	7.93 $\pm$ 3.55	1.319	0.198

Experimental group, deep breathing proprioceptive neuromuscular facilitation training group; control group, proprioceptive neuromuscular facilitation training group; Inf, infarction; Hrr, hemorrhage.
동질성이 확인되었으며 대상자의 일반적 특성은 <Table 2>와 같다.

2. 균형의 변화

실험군과 대조군의 평균 BBS 점수는 중재 전·후에 유의한 차이를 보였고 ($p<.001$), 군간 평균 변화량 차이에서도 두 군간 통계적으로 유의한 차이가 나타났다 ($p<.05$). 평균 FRT 거리는 실험군에서 중재 전보다 중재 후에 유의한 차이를 보였고 ($p<.001$), 대조군도 중재 후 유의한 차이를 보였으며 ($p<.05$). 군간 비교에서 두 군간 통계적으로 유의한 변화량 차이가 나타났다 ($p<.001$)(Table 3).

3. 몸통 안정성의 변화

실험군은 평균 TIS 점수가 중재 전과 비교하여 중재 후에 유의한 차이를 보였고 ($p<.001$) 대조군도 중재 후 유의한 차이를 보였으며 ($p<.05$), 실험군과 대조군의 군간 평균 TIS의 변화량에서도 통계적으로 유의한 차이가 나타났다 ($p<.05$)(Table 3).

4. 보행의 변화

실험군과 대조군의 평균 보행속도는 중재 전·후에 유의한 차이를 보였으나 ($p<.05$), 군간 평균 변화량 비교에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 평균 보행 분속수는 실험군에서 중재 후 유의한 차이를 보였고 ($p<.001$) 대조군도 중재 후 유의한 차이를 보였으며 ($p<.05$) 두 군간 평균 보행 분속수 변화량에서도 차이를 비교했을 때 통계적으로 유의한 차이가 나타났다 ($p<.05$)(Table 3).

Table 3. The comparison of balance, trunk stabilization, and gait between the experimental and control groups

			Experimental group (n=15)	Control group (n=15)	<i>t</i>	<i>p</i>
			Mean±SD	Mean±SD		
Balance	BBS (score)	Pre	29.33±4.67	30.73±8.08	2.534	.017
		Post	36.40±3.85	35.00±9.25		
		Change	7.06±0.63	4.40±2.64		
		<i>t</i>	8.816	5.767		
		<i>p</i>	.000	.000		
	FRT (cm)	Pre	7.60±2.13	8.93±3.93	9.504	.000
		Post	11.66±2.25	10.06±3.57		
		Change	4.06±0.70	1.40±0.82		
		<i>t</i>	22.381	3.697		
Trunk stabilization	TIS (grade)	Pre	11.33±1.98	12.26±2.01	3.878	.001
		Post	14.06±2.28	13.00±2.20		
		Change	2.73±1.75	0.86±0.63		
		<i>t</i>	6.045	3.556		
		<i>p</i>	.000	.003		
	Velocity (m/sec)	Pre	0.63±0.15	0.64±0.25	1.362	.184
		Post	0.73±0.17	0.69±0.24		
		Change	0.11±0.10	0.06±0.07		
		<i>t</i>	3.881	2.998		
Gait	Cadence (steps/min)	Pre	89.48±21.02	89.75±24.64	3.346	.002
		Post	84.88±19.63	87.45±24.29		
		Change	4.60±2.85	1.84±1.42		
		<i>t</i>	6.243	3.745		
		<i>p</i>	.000	.002		

Experimental group, deep breathing proprioceptive neuromuscular facilitation training group; control group, proprioceptive neuromuscular facilitation training group; BBS, berg balance test; FRT, functional reach test; TIS, trunk impairment scale.

IV. 고 찰

본 연구는 깊은 호흡을 동반한 PNF 기법이 뇌졸중 환자의 균형, 몸통 안정화 및 보행에 미치는 영향을 조사하기 위해 수행한 무작위 대조 연구이다. 뇌졸중 환자 30명을 무작위 배정하여 깊은 호흡을 동반한 PNF 훈련군 (실험군) 15명, PNF 훈련군 (대조군) 15명으로 나누어 중재를 적용하였다. 두 군 모두 중재를 15분 간 진행하였고 추가적으로 30분의 일반적 물리치료를 받았다. 본 연구에서는 균형, 몸통 안정화 및 보행 측정을 위한 평가 도구로 BBS, FRT, TIS, G-Walk를 이용하여 4주 후의 변화를 비교하였다.

본 연구에서는 두 군에서 동일한 PNF 움직임 패턴과 기법을 사용하였으며, 중재 후 균형, 몸통 안정성, 보행 향상 가능성을 보였다. 조혁신과 노현정(2015)은 PNF를 적용한 팔·다리 협응 운동군이 일반 NDT군보다 균형 능력의 변화량이 컸다고 하였고, 지상구 등(2013)은 저항을 이용한 PNF 몸통 패턴 훈련이 일반 체중 이동 훈련보다 하지 근활성도와 정적 균형 능력에 유의한 효과를 줄 수 있다고 하였다. 이처럼 PNF 기법의 적용은 중추신경계 환자의 근력 및 기능 향상에 대해 긍정적인 중재법으로 활용될 수 있으며, 본 연구에서 PNF 패턴과 기법 적용이 팔·다리와 몸통 근육 활성화를 유도해 자세 안정성을 높이고 균형 및 보행과 같은 기능적 움직임 향상에 도움을 줄 수 있음을 뒷받침한다.

본 연구에서 균형의 변화는 BBS와 FRT에서 두 군 모두 군내 중재 전·후 유의한 차이가 있었고, 실험군이 대조군과

비교하여 군간 유의한 차이가 있었다. 선행 연구에서 깊은 호흡법은 재활 훈련과 병행했을 때 뇌졸중 환자의 균형을 향상시키는 데 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 증명해왔다. Oh 등(2016)은 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 깊은 호흡과 신경발달치료를 병합한 그룹이 균형의 유의한 향상을 보였다고 하였다. 또한 Song과 Park (2015)은 뇌졸중 환자에게 적용한 가슴우리 확장 운동은 노력성 폐활량과 1초간 노력성 호기량과 같은 폐 기능과 몸통 조절 능력을 향상시킬 수 있음을 확인하였다. 본 연구에서 실험군은 PNF 움직임 훈련과 함께 깊은 호흡을 병행하여 진행하였으므로, PNF 패턴을 통해 몸통 근육 자극 반응을 증진시키고 호흡으로 과긴장된 근육을 이완시켜 협응력을 증진시킴으로써 자세를 조절하는 균형능력이 향상된 것으로 사료된다(Haruyama 등, 2017; Van 등, 2019).

본 연구에서 TIS는 두 군 모두 중재 전·후 유의한 향상이 있었고 두 군간 비교에서 실험군이 대조군보다 유의한 향상을 보였다. 선행 연구에서 가로막 호흡 기법과 흡기근 훈련 등 호흡 훈련은 뇌졸중 환자의 TIS 점수를 향상시켰고 몸통 안정성 향상 가능성을 제시하였다(Jung 등, 2017; Rasheed 등, 2021). Kang과 Moon(2022)은 호흡을 이용한 복부 당기기 운동을 적용한 그룹이 TIS 점수에서 유의한 향상을 보였다고 하였다. Lee 등(2019)은 뇌졸중 환자를 대상으로 점진적 호흡근 훈련과 몸통 안정화 운동을 결합하여 적용했을 때 호흡근 두께, 기능 및 몸통 안정성의 유의한 향상이 나타났다고 보고하였다. 이는 깊은 호흡이 몸통 안정화를 향상시켰다는 것을 본 연구 결과를 뒷받침하며, PNF 기법과 호흡을 병행한 훈련이 PNF만 적용한 훈련보다 몸쪽 근육을 활성화시키는데 유의한 효과를 줄 수 있다고 사료된다. 특히 실험군에서 TIS가 유의한 향상을 보인 것은 깊은 호흡이 몸통 안정화 근육을 강화해 복압을 일정 수준 유지시킬 수 있어 몸통 안정성 개선 효과가 있었음을 보여준다(Choi 등, 2021).

본 연구의 보행 변화에서 보행 속도 및 보행 분속수는 두 군 모두 중재 전·후 유의한 향상이 있었고, 군간 비교에서는 보행 분속수에서 실험군이 대조군보다 유의한 향상이 있었다. 뇌졸중 환자가 지역 사회에서 보행하려면 불안정한 환경에 노출되어도 호흡근을 포함한 몸통 안정화 근육이 먼저 활성화되어 안정성을 유지해야 한다. Park과 Kim (2017)은 만성 뇌졸중 환자가 들숨근 호흡 운동 훈련을 수행한 후 보행 속도와 균형의 유의한 향상을 보였다고 하였고, Kim 등(2019)은 만성 뇌졸중 환자에게 깊은 호흡과 고강도 유산소 운동을 병행한 훈련이 중재 후 6분 보행검사에서 유의한 향상이 나타났다고 하였다. 호흡근 강화운동은 일반 재활치료와 비교하여 6분 보행 검사에서 유의하게 개선시킬 수 있으며 보행능력 향상에 도움을 줄 수 있다(Pozuelo-Carrascosa 등, 2020). 선행 연구와 본 연구 결과를 뒷받침하여, 깊은 호흡의 장점을 살려 병행한 PNF 기법은 몸통 안정성과 균형을 향상시켜 선행적 자세 조절에 도움을 주며 향상된 안정성으로 분속수 및 보행 속도의 향상에 도움을 줄 수 있다고 사료된다. 본 연구에서는 누운 자세와 앉은 자세에서만 PNF 기법을 사용했지만, 선 자세에서 마비측 하지 안정성 향상에 도움을 주는 PNF 하지 패턴과 호흡이 병행되면 보행 속도 변화량 향상에 효과가 있을 것이다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 대상자의 수가 적고 짧은 중재 기간에 훈련을 적용했기 때문에 연구 결과를 일반화할 수 없는 점, 중재 외에 통제하지 못한 개인의 생활 방식과 운동 시간 등 변수 때문에 중재의 순수한 효과를 평가하기 어렵다는 점, 중재 프로그램에 사용된 PNF 테크닉이 한정적이었다는 점, 깊은 호흡법에 호흡근 저항운동을 포함하지 않아 호흡근 강화에 대한 한계가 존재한다는 점이다. Abdullahi 등 (2024)의 메타분석에서, 가로막 호흡 운동이 뇌졸중 후 호흡 기능 향상에서만 유의한 개선을 보였다는 제한적인 근거를 제시한 것에 대해 향후 연구에서는 많은 대상자를 포함해 통계적 검정력을 높이고 호흡과 병행한 안정성 훈련 프로그램 설립이 필요하다고 사료된다. 또한 뇌졸중 환자들이 퇴원 후 운동량 감소로 기능이 저하되는 것을 막기 위해 집에서도 호흡과 병행하여 수행 가능한 운동 프로그램에 대한 연구 진행이 필요하다.

V. 결 론

본 연구는 깊은 호흡 훈련을 병행한 PNF 중재가 일반 PNF 중재와 비교하여 뇌졸중 환자의 균형, 몸통 안정화 및 보행에 미치는 영향을 조사하고자 하였다. 깊은 호흡을 동반한 PNF 훈련은 몸통 안정성을 증진시키고 균형과 보행 향상에 효과적인 중재 방법임을 제안한다. 추후 연구에서는 뇌졸중 환자의 기능적 움직임에 맞춘 PNF 기법과 움직임 패턴에 따라 호흡 운동을 동시에 수행할 수 있는 이중과제 혹은 협응 운동 프로그램의 구조화가 필요하며, 다양한 자세에서 진행 가능한 운동 프로그램과 함께 장기적인 치료 효과에 대한 연구가 필요하다.

【감사의 글】

본 과제(결과물)는 2025년도 교육부 및 충청북도의 재원으로 충북RISE센터의 지원을 받아 수행된 지역혁신중심 대학지원체계(RISE) 글로벌대학30의 결과입니다.(2025-RISE-11-004)

참고문헌

- 강태우, 김범룡. 고유수용성신경근축진법 내려치기 패턴 훈련이 편측무시가 있는 뇌졸중 환자의 편측무시, 균형능력 및 일상생활수행능력에 미치는 영향: 무작위 임상 시험. 대한물리의학회지 2019;14(2):107-115.
- 김범룡, 최미호. 고유수용성신경근축진법을 사용한 몸통 강화 및 안정화 운동이 기저핵 뇌졸중 환자의 균형과 보행 능력에 미치는 영향. 한국신경근육재활학회지 2020;10(1):24-32.
- 김수진, 이효정. 보행환경 가변성에 따른 이중과제 훈련이 뇌졸중 환자의 균형, 보행 및 기능에 미치는 영향. 대한통합 의학회 2021;9(2):23-33.
- 김재현, 홍완성, 배성수. 호흡기계 물리치료가 뇌졸중환자의 폐기능 증진에 미치는 영향. 대한물리치료학회지 2000;12(2):133-144.
- 조혁신, 노현정. 고유수용성신경근축진법의 상하지 협응 운동이 만성 뇌졸중 환자의 균형 능력에 미치는 효과. 대한고유수용성신경근축진법학회지 2015;13(1):9-16.
- 지상구, 차현규, 이동걸. 고유수용성 신경근 축진법의 체간 패턴 훈련이 뇌졸중 환자의 하지근 활성도와 정적 균형에 미치는 영향. 한국산학기술학회논문지 2013;14(11):5730-5736.
- Abdullahi A, Wong TW, Ng SS. Efficacy of diaphragmatic breathing exercise on respiratory, cognitive, and motor function outcomes in patients with stroke: a systematic review and meta-analysis. Front Neurol 2024;14:1233408.
- Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. Arch Phys Med Rehabil 2004;85(3 Suppl 1):S86-92.
- Belda Lois JM, Mena del H S, Bermejo Bosch I, et al. Rehabilitation of gait after stroke: a review towards a top-down approach. J Neuroeng Rehabil 2011;8(1):66.
- Brunnstrom S. Movement therapy in hemiplegia: A neurophysiological approach. NewYork: Harper, Row;1970.p. 75-79.
- Cabanas-Valdés R, Boix-Sala L, Grau-Pellicer M, et al. The effectiveness of additional core stability ex-

- ercises in improving dynamic sitting balance, gait and functional rehabilitation for subacute stroke patients (core-trial): study protocol for a randomized controlled trial. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18(12):6615.
 - Cho HS, Cha HG. Effects of trunk pattern exercise in proprioceptive neuromuscular facilitation integrated transcranial direct current stimulation on function of lower extremity in stroke patients. *J Korea Acad Ind Coop Soc* 2014;15(11):6767-6773.
 - Choi HE, Jo GY, Do HK, et al. Comprehensive respiratory muscle training improves pulmonary function and respiratory muscle strength in acute stroke patients. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2021;41(3):166-171.
 - Courbon A, Calmels P, Roche F, et al. Relationship between maximal exercise capacity and walking capacity in adult hemiplegic stroke patients. *Am J Phys Med Rehabil* 2006;85(5):436-442.
 - Downs S, Marquez J, Chiarelli P. The Berg Balance Scale has high intra- and inter-rater reliability but absolute reliability varies across the scale: a systematic review. *J Physiother* 2013;59(2):93-99.
 - Haruyama K, Kawakami M, Otsuka T. Effect of core stability training on trunk function, standing balance, and mobility in stroke patients. *Neurorehabil Neural Repair* 2017;31:240-249.
 - Jiang Y, Zhang R, Wang Q. Diaphragmatic breathing and trunk muscle activity in chronic low back pain: a randomized controlled trial. *J Manipulative Physiol Ther* 2024;47(1):15-23.
 - Jorgensen HS, Nakayama H, Raaschou HO, et al. Recovery of walking function in stroke patients: the Copenhagen Stroke Study. *Arch Phys Med Rehabil* 1995;76(1):27-32.
 - Jung NJ, Na SS, Kim SK, et al. The effect of the inspiratory muscle training on functional ability in stroke patients. *J Phys Ther Sci* 2017;29(11):1954-1956.
 - Kang JI, Moon YJ. The effect of the abdominal draw-in maneuver using breathing on trunk control and hand grip in stroke patients. *J Korean Soc Phys Med* 2022;17(1):117-125.
 - Karthikbabu S, Chakrapani M, Ganeshan S, et al. A review on assessment and treatment of the trunk in stroke: a need or luxury. *Neural Regen Res* 2012;7(25):1974-1977.
 - Kim JH, Lee SY, Park MK. Effect of intensive aerobic exercise on respiratory capacity and walking ability in chronic stroke patients: a randomized controlled pilot trial. *J Stroke Rehabil* 2019;26(3):150-158.
 - Kim SL, Lee BH. The effects of posterior talar glide and dorsiflexion of the ankle plus mobilization with movement on balance and gait function in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial. *J Neurosci Rural Pract* 2018;9(1):61-67.
 - Kim KH, Kim DH. Effects of PNF and respiratory muscle endurance training on lung function and physical activity in chronic stroke patients. *PNF Mov* 2020;18(2):205-214.
 - Klein DA, Stone WJ, Phillips WT, et al. PNF training and physical function in assisted-living older adults. *J Aging Phys Act* 2002;10(4):476-488.
 - Ko JY, You YG. Reliability and responsiveness of the Korean version of the trunk impairment scale for stroke patients. *J Korean Phys Ther* 2015;27(4):175-182.
 - Kolb B, Gibb R. Brain plasticity and recovery from early cortical injury. *Develo Psycho*.
-

2007;49(2):107-118.

Kollen BJ, Lennon S, Lyons B, et al. The effectiveness of the Bobath concept in stroke rehabilitation: what is the evidence? *Stroke* 2009;40(4):e89-e97.

Lanini B, Bianchi R, Romagnoli I, et al. Chest wall kinematics in patients with hemiplegia. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;168(1):109-113.

Lee K, Park D, Lee G. Progressive respiratory muscle training for improving trunk stability in chronic stroke survivors: a pilot randomized controlled trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2019;28(5):1200-1211.

Lee Y, Kim Y, Kim D. Effects of chest mobilization and breathing exercises on respiratory function, trunk stability, and endurance in chronic stroke patients after coronavirus disease. *Medicina (Kaunas)* 2023;59(12):2180.

Liepert J, Bauder H, Miltner WH, et al. Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans. *Stroke* 2000;31(6):1210-1216.

Martins EF, de Menezes LT, de Sousa PHC, et al. Reliability of the Functional Reach Test and the influence of anthropometric characteristics on test results in subjects with hemiparesis. *NeuroRehabilitation* 2012;31(2):161-169.

Masroor S, Tanwar T, Aldabbas M, et al. Effect of adding diaphragmatic breathing exercises to core stabilization exercises on pain, muscle activity, disability, and sleep quality in patients with chronic low back pain: a randomized control trial. *J Chiropr Med* 2023;22(4):275-283.

Nair SP, Gardas SS, Mithaiwala R. Efficacy of chest expansion resistance exercise on respiratory function, trunk control and dynamic balance in patients with chronic stroke: a comparative study. *Bull Fac Phys Ther* 2021;26(1):23.

Oh DW, Yoo EY, Kim SY. Effects of inspiratory muscle training on balance ability and abdominal muscle thickness in chronic stroke patients. *J Phys Ther Sci* 2016;28(6):1811-1814.

Park HJ, Kim SY. Effect of respiratory exercise on pulmonary function, balance, and gait in chronic stroke patients. *Ann Phys Med Rehabil* 2017;21(2):98-104.

Park SH, Kim YS, Lee JH. The effect of trunk control training on balance and gait in stroke patients. *J Phys Ther Sci* 2019;31(4):328-332.

Peurala SH, Kononen P, Pitkanen K. Postural instability in patients with chronic stroke. *Restor Neurol Neurosci* 2007;25(1):101-108.

Pozuelo-Carrascosa DP, Carmona-Torres JM, Laredo-Aguilera JA, et al. Effectiveness of respiratory muscle training for pulmonary function and walking ability in patients with stroke: a systematic review with meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17(15):5356.

Raghuveer R, Hullumani VS, Bansal K, et al. Explicit training through neurodevelopmental therapy improves tone and postural control in hemiplegic stroke: a systematic review protocol. *F1000Res* 2024;13:615.

Rasheed H, Ahmad I, Javed MA, et al. Effects of diaphragmatic breathing maneuver and abdominal drawing-in maneuver on trunk stability in stroke patients. *Phys Occup Ther Geriatr*

2021;39(1):1-10.

Roffe C, Sills S, Pountain SJ, et al. A randomized controlled trial of the effect of fixed-dose routine nocturnal oxygen supplementation on oxygen saturation in patients with acute stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2010;19:29-35.

Ryerson S, Byl NN, Brown DA, et al. Altered trunk position sense and its relation to balance functions in people post-stroke. *J Neurol Phys Ther* 2008;32(1):14-20.

Shah S, Shirodkar S, Deo M. Effectiveness of core stability and diaphragmatic breathing vs. core stability alone on pain and function in mechanical non-specific low back pain patients: a randomized control trial. *Int J Health Sci Res* 2020;10(2):232-241.

Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor control: translating research into clinical practice*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams, Wilkins; 2007.

Song GB, Park EC. Effects of chest resistance exercise and chest expansion exercise on stroke patients' respiratory function and trunk control ability. *J Phys Ther Sci* 2015;27(6):1655-1658.

Van Criekinge T, Truijien S, Schroder J, et al. The effectiveness of trunk training on trunk control, sitting and standing balance and mobility post-stroke: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil* 2019;33:992-1002.
