

고유수용성신경근촉진법이 만성 뇌졸중 환자의 동적 균형에 미치는 응복합적 효과: 메타분석

박세주¹, 이소인², 정호진^{2*}
¹하나로 의원 물리치료사, ²자생한방병원 물리치료사

Convergence Effects of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation on Dynamic Balance in Chronic Stroke : A Meta-Analysis

Se-Ju Park¹, So-In Lee², Ho-Jin Jung^{2*}
¹Physical therapist, Hanaro medical clinic
²Physical therapist, Jaseng hospital of Korean medicine

요약 본 연구는 만성 뇌졸중 환자에게 고유수용성신경근촉진법을 시행한 연구를 체계적이고 종합적으로 분석하고자 하였다. 연구의 선정기준을 연구대상 (뇌졸중 환자), 중재 방법 (고유수용성신경근촉진법), 비교집단 (중재 또는 비 중재 방법), 연구 결과 (동적 균형) 및 연구 설계 (무작위 배정 임상실험) 유형에 맞춰 정리하였다. 총 7개의 데이터베이스에서 문헌을 검색하여 본 연구의 선정기준에 적합한 문헌 17편을 선정하였다. 메타분석을 위해 R 4.0.3 프로그램을 이용하여 개별연구의 효과크기를 산출하였다. 연구의 질 평가는 코크란 그룹이 개발한 무작위배정 임상실험 연구를 평가하는 척도를 사용하였다. 고유수용성신경근촉진법의 동적 균형에 대한 전체 효과크기는 0.59 (95% 신뢰구간 : 0.41-0.77)로 중간 이상의 효과크기로 유의한 차이가 있었다. 동적 균형에 대한 하위항목들을 분석하였고, 버그 균형 척도 (0.50), 일어나 걷기 검사 (0.78), 기능적 뻐기 검사 (0.51)의 효과크기로 나타났다. 이처럼 고유수용성신경근촉진법은 만성 뇌졸중 환자의 동적 균형 능력의 향상에 긍정적인 영향을 제공한다.

주제어 : 응복합, 뇌졸중, 고유수용성신경근촉진법, 동적 균형, 메타분석

Abstract The study attempted to systematically and comprehensively analyze individual studies in which proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) was performed with chronic stroke patients. Selection criteria included type of participants (stroke patients), intervention (PNF), comparison (intervention group or non-intervention group), outcomes (effect on dynamic balance), and study design (randomized controlled trial). We searched seven literature databases, and selected 17 papers that met our selection criteria. For meta-analysis, effect size of each individual study was extracted using the R project for Statistical computing version 4.0.3. Rob 2.0 tool, developed by the Cochrane group, was used to evaluate the quality of each individual study. The overall effect size PNF with dynamic balance was 0.59 (95% CI=0.41-1.77), which was significantly different than the median effect size ($p < 0.05$). The sub-group for dynamic balance was analyzed, for effect sizes of BBS (0.50), TUG (0.78), and FRT (0.51). Thus, PNF intervention has a positive impact on improve of dynamic balance by chronic stroke patients.

Key Words : Convergence, Stroke, Proprioceptive neuromuscular facilitation, Balance, Meta analysis

*Corresponding Author : Ho-Jin Jung(coolman55@naver.com)

Received January 18, 2021

Accepted April 20, 2021

Revised February 9, 2021

Published April 28, 2021

1. 서론

뇌졸중은 뇌로 전달되는 혈액의 공급이 차단 혹은 손상으로 인해 발생하는 뇌혈관 질환이다[1]. 뇌졸중 환자는 근육약화, 감각저하 및 균형 능력이 떨어지는 증상이 나타나며, 궁극적으로는 여러 가지의 기능의 영구장애가 발생한다[2]. 뇌졸중 환자의 신체 좌, 우 비대칭은 정중선에 대한 손상으로 나타나며, 척추와 골반의 비대칭적인 정렬이 일어난다[3]. 또한 뇌졸중 환자는 과도한 근긴장도로 인해 마비가 일어나 감각과 균형 능력이 감소한다[4].

균형은 바닥면에서 최소한의 동요로 신체의 중심을 유지하는 능력이다[5]. 균형은 청각, 시각, 촉각 및 고유수용기로부터 들어온 자극에 대한 중추신경계의 통합에 관여한다[6]. 또한 균형을 유지하는 능력은 사람이 일상생활을 영위하거나 목표가 있는 활동을 하는데 필수적인 요소이다[7]. 일반적으로 뇌졸중 환자는 균형 능력이 떨어져서 자세의 동요 및 기능적인 활동들을 제약 받는다[8]. 그러므로 뇌졸중 환자의 재활은 일상생활에서 독립적인 보행을 위해서 균형 능력을 향상시키는데 중점을 두어야 한다[9]. 뇌졸중 환자의 균형을 증진시키는 중재 방법으로는 보바스 치료법, 중추신경계 발달치료 및 고유수용성신경근촉진법 등이 임상에서 시행되고 있다[10].

고유수용성신경근촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)은 인체의 힘줄과 근육에 분포해 있는 고유수용성 감각을 자극하여 인체 기능을 향상시키고, 근력 및 균형 능력을 증진한다[11]. 또한 PNF는 중추신경계 자극에 반응하는 협응 능력을 증진시켜 근육의 운동단위를 극대화 하는데 효과적이다[12]. PNF는 특유의 나선형 및 대각선으로 이루어지는 패턴으로 대단위 근육운동이다[13]. PNF에 대한 선행연구를 살펴보면, PNF를 뇌졸중 환자에게 적용하여 균형 능력에 긍정적인 영향을 주었다고 하였다[14]. 또 다른 연구에서는 뇌졸중 환자에게 PNF를 적용하여 하지 기능을 향상시켰다고 보고하였다[15]. 이처럼 뇌졸중 환자에게 적용하는 PNF의 효과에 대해서 많은 연구가 이루어지고 있지만 과학적이고 종합적인 연구 비교는 어려운 실정이다. 따라서 기존의 연구들을 체계적으로 통합하여 통계적으로 효과를 검증하는 것이 필요하다[16]. 근거에 기초하여 포괄적으로 임상 활동을 위해 수행되는 연구로는 체계적 문헌고찰 및 메타분석이 있다[17].

메타분석은 개별 연구들의 결과들을 효과크기로 수치화하여 통합, 분석하는 통계적인 방법이다[18]. 연구자들

이 연구를 수행하다 보면 한정된 대상자와 제한된 표본 수 및 연구 과정에서 문제들이 발생하는데 메타분석은 개별연구의 결과에만 치우치지 않고 체계적이고 종합적인 결과를 도출할 수 있다[19]. 즉 메타분석은 개별연구의 결과를 통계적 기법을 이용하여 연구가설을 검증할 수 있어서 강력하게 결론을 도출할 수 있다. 또한 반복적으로 이루어지는 불필요한 연구를 지양하고 임상에서의 효율적이고 객관적인 중재 방법을 결정하는 타당한 근거를 메타분석이 제공한다[20].

따라서, 본 연구에서는 뇌졸중 환자에 대한 PNF의 중재 방법이 동적 균형에 미치는 효과에 대해 체계적이고 과학적으로 메타분석을 하고자 한다. 이를 통하여 뇌졸중 환자에게 적용하는 PNF에 대한 객관적인 증거를 제시하여 근거 중심의 중재 방법에 대한 임상자료를 마련하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1 연구 설계

본 연구의 문헌검색은 2020년 5월 1일부터 7월 30일 까지 검색하였고, 검색 데이터베이스는 Table 1과 같다. 분석 문헌의 발행연도는 제한하지 않았다. PRISMA의 체계적 문헌고찰 흐름도에 따라 문헌검색과 메타분석에 포함할 문헌을 선정하였다[21]. 검색 주제는 ‘뇌졸중’, ‘고유수용성신경근촉진법’, ‘Stroke’, proprioceptive neuromuscular facilitation, ‘Balance’, ‘PNF’ 및 pubmed의 mesh 용어를 사용하여 검색하였다.

검색을 통해 총 2524편의 문헌을 선정하였다. 이후 연구에 적합하지 않거나 중복된 문헌들을 제거하여 최종 17편의 문헌을 메타분석 연구로 확정하였고, 구체적인 내용은 Fig 1과 같다. 뇌졸중 환자에게 다양한 PNF를 적용하여 동적 균형에 대한 결과를 산출한 연구들을 바탕으로 PICOSD 기준에 맞춰 체계적으로 메타분석 하였다 (Appendix 1).

2.1.1 연구대상 (participants, P)

연구대상은 뇌졸중 진단을 받고 6개월이 경과 한 자이다.

2.1.2 중재 (intervention, I)

뇌졸중 환자에게 PNF 및 PNF와 다른 중재 방법을 같이 적용한 연구를 포함하였다.

2.1.3 비교대상 (comparisons, C)

뇌졸중 환자에게 중재를 시행하거나 중재를 시행하지 않은 것을 포함하였다.

2.1.4 결과 (outcomes, O)

PNF를 적용한 뇌졸중 환자의 동적 균형을 평가한 결과값으로 버그 균형 척도 (berg balance scale, BBS), 일어나 걷기 검사 (timed up and go test, TUG), 기능적 뺨기 검사 (functional reach test, FRT)를 포함하였다.

Table 1. Searched databases

Databaes	Web address
CINAHL	www.www.ebscohost.com
Cochrane library	www.cochranepubliclibrary.ca
Embase	www.elsevier.com/online-tools/embase
Pubmed	www.pubmed.gov
RISS	www.riss.kr
KISS	www.kiss.com
DBPIA	www.dbpia.com

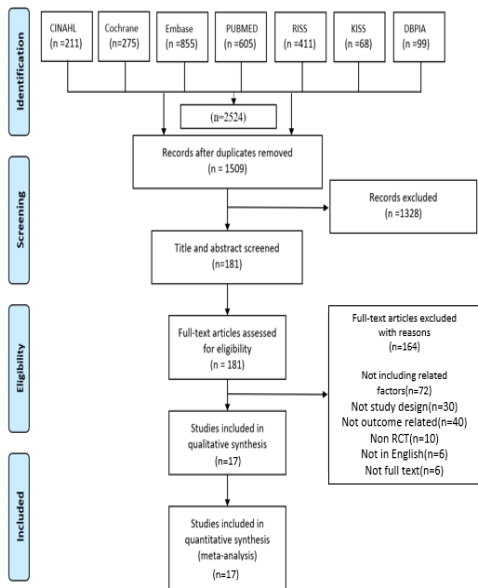


Fig. 1. PRISMA flow diagram

2.1.5 연구 설계(study design, SD)

뇌졸중 환자에게 PNF를 적용하여 사전, 사후 측정이 된 문헌들을 대상으로 평균이나 표준편차 등의 통계수치

를 제시한 문헌들을 선정하였고 출간 편의를 줄이기 위해 학술지 논문과 학위논문을 모두 포함하였다. 또한 무작위 대조군 연구(randomized controlled trial, RCT)를 적용한 문헌을 채택하였다.

2.2 자료통합

메타분석으로 포함된 17편의 문헌을 가지고, 대상자의 일반적 특성과 중재 유형별 특성들에 대한 정보를 추출하여 엑셀 시트에 코딩하였다. 개별연구의 질 평가도구써 무작위 대조군 연구에 이용되는 RoB 2.0 평가도구를 사용하였다. 5가지 항목에 대해 ‘높음 (high)’, ‘일부 우려 (some concern)’, 낮은 (low) 으로 구분하였다. 표준화된 효과크기를 나타내는 Hedges’s g를 산출하였으며, 95% 신뢰구간도 구하였다. 개별연구의 효과크기를 분석하기 위해 R 프로그램(The R Project for Statistical Computing version 4.0.3)의 ‘meta’ 패키지를 사용하였다. 중재에 대한 중속변인에 대한 이질성을 평가하기 위해 숲 그림 (forest plot)을 살펴보았으며 조절효과분석을 위해 메타회귀분석을 활용하였다. 끝으로 메타분석 연구결과의 타당성을 검증하기 위하여 출간 편의 분석을 시행하였다.

3. 결과

3.1 연구의 질 평가

본 연구의 메타분석에 포함된 17편, 즉 RCT 연구의 질 평가는 RoB 2.0 평가도구를 사용하여 개별연구의 질 평가를 수행하였고 구체적인 내용은 Fig. 2와 같다. 질 평가의 결과는 14편에서 편견에 일부 우려가 있다고 하였고 3편에 대해서는 편견위험이 낮은 것으로 나타났다.

3.2 메타분석에 선정된 연구의 특성

메타분석에 선정된 17편의 문헌을 분석하였다. 연구 대상자는 뇌졸중 진단을 받고 6개월이 경과 한 자로 평균 연령은 58.79세였다. 실험군은 190명, 대조군은 189명이었다.

연구 간 이질성 검정을 위해 본 연구에서는 다양한 효과크기 간 이질성이 있다는 랜덤효과모형을 사용하였다. 랜덤효과모형은 합성한 결과의 연구 간 이질성이 있다는 것을 반영하여 가정하는 모형으로 서로 다른 모집단의 효과크기 분포의 평균을 추정한다. 이질성 검정을 실시

한 결과, 이질성을 나타내는 Q값은 43.32, 같은 모집단의 효과에 기초한 기대 분산 값인 자유도는 29로 나타났다. 또한 실제 분산의 비율 값은 연구 간 효과크기의 이질성 정도를 알 수 있으며, $I^2=25\%$ 는 이질성이 작은 것으로 $I^2=50\%$ 는 중간 정도의 이질성으로, $I^2=75\%$ 이상이면 이질성이 매우 큰 것으로 해석한다[22]. 본 연구에서의 $I^2=33.1\%$ 로 이질성이 낮은 것으로 판단할 수 있다. 이는 연구 간 효과크기가 비교적 크지 않고 일관성을 보이고 있다는 것을 의미한다[23].

3.3 동적 균형에 대한 전체 효과크기

메타분석에 선정된 17편의 문헌을 가지고 PNF가 만성 뇌졸중 환자의 균형에 대한 전체 효과크기는 Table 2와 Fig. 3에서 보는 바와 같이 $g=0.59$ (95% CI=0.41-0.77)로 나타나 중간 이상의 효과크기를 보이며 통계적으로 유의하게 나타났다.



Fig. 2. Methodological evaluation of RoB tool

Table 2. The overall effect size

k	Hedge's g	95% CI		Heterogeneity		
		lower	upper	Q	p	I^2
30	0.59	0.41	0.77	43.32	<.05	33.1

K=number of sample size; 95% CI=95% confidence interval; Q=total variability; I^2 =between-study variability

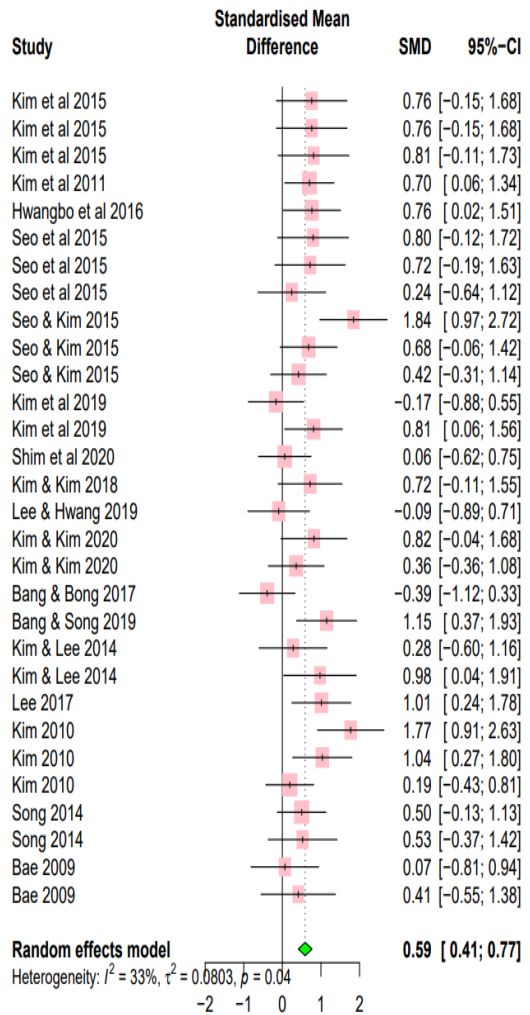


Fig. 3. The overall effect size plot

3.4 동적 균형에 대한 평가도구 별 효과크기

3.4.1 BBS의 효과크기

Table 3과 Fig. 4에서 보는 바와 같이 PNF가 만성 뇌졸중 환자의 BBS에 미치는 효과크기는 $g=0.50$ (95% CI=0.19-0.82)으로 중간 크기의 효과를 나타냈다. 이질성은 실제 분산의 비율인 $I^2=53.6\%$ 로 중간 크기의 이질성이 나타났다.

3.4.2 TUG의 효과크기

Table 3과 Fig. 4에서 보는 바와 같이 PNF가 만성 뇌졸중 환자의 BBS에 미치는 효과크기는 $g=0.78$ (95% CI=0.52-1.04)로 중간 수준 이상의 크기의 효과를 나타

났다. 이질성은 실제 분산의 비율인 $I^2=0.1\%$ 로 이질성이 거의 없는 것으로 나타났다.

3.4.3 FRT의 효과크기

Table 3과 Fig. 4에서 보는 바와 같이 PNF가 만성 뇌졸중 환자의 FRT에 미치는 효과크기는 $g=0.51$ (95% CI=0.21-0.81)로 중간 크기의 효과를 나타냈다. 이질성은 실제 분산의 비율인 $I^2=0.0\%$ 로 이질성이 없는 것으로 나타났다.

Table 3. Effect size by dynamic balance scale

Scale	g	95% CI		Heterogeneity		
		lower	upper	Q	p	I^2
BBS	0.50	0.19	0.82	2.54	>.05	33.1
TUG	0.78	0.52	1.04			0.1
FRT	0.51	0.21	0.81			0.0

BBS=berg balance scale; TUG=timed up and go test; FRT=functional reach test; K=number of effect size; 95% CI=95% confidence interval; Q=total variability; I^2 =between-study variability

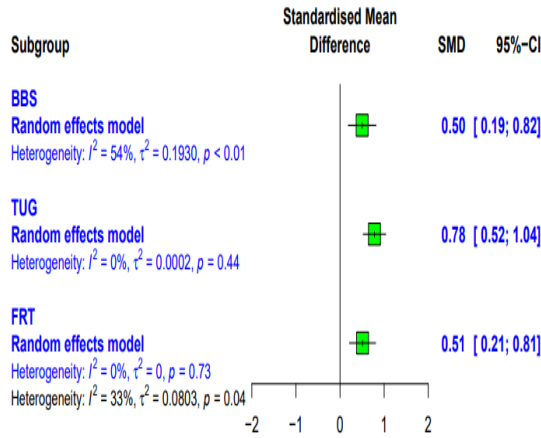


Fig. 4. Dynamic balance scale plot

3.5 조절변수별 메타회귀분석 결과

본 연구의 특성 중 증재 요인(증재 대상자 수, 증재 기간, 증재 횟수, 증재 시간)을 조절변인으로 하여 효과크기의 이질성을 알아보기 위해 메타회귀분석을 실시하였다.

증재 대상자 수에 대한 메타회귀분석 결과, Fig 5와 같이 기울기는 대상자 수가 증가할수록 효과크기는 감소하는 것으로 나타났고, 통계적으로는 유의하지 않았다.

증재 기간에 대한 메타회귀분석 결과, Fig 6과 같이 기울기는 증재기간이 증가할수록 효과크기도 증가하는 것으로 나타났고, 통계적으로는 유의하지 않았다.

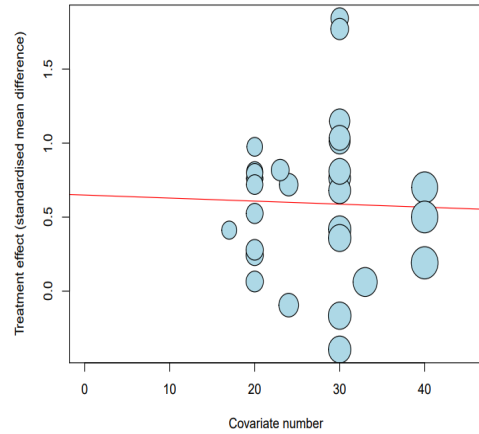


Fig. 5. Regression analysis of Hedges's by number of sessions

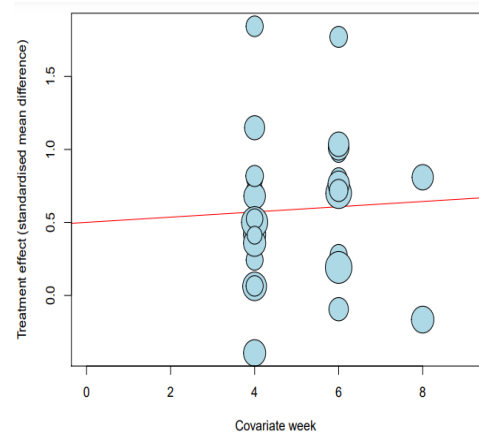


Fig. 6. Regression analysis of Hedges's by week of sessions

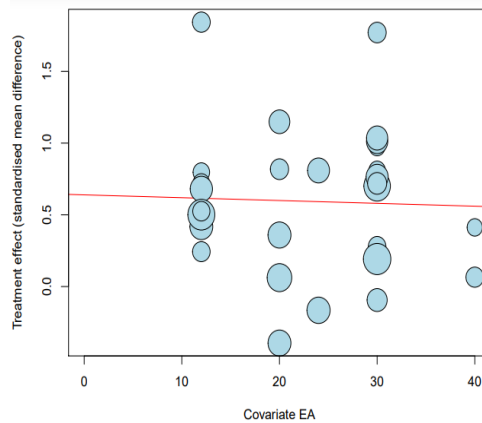


Fig. 7. Regression analysis of Hedges's by count of sessions

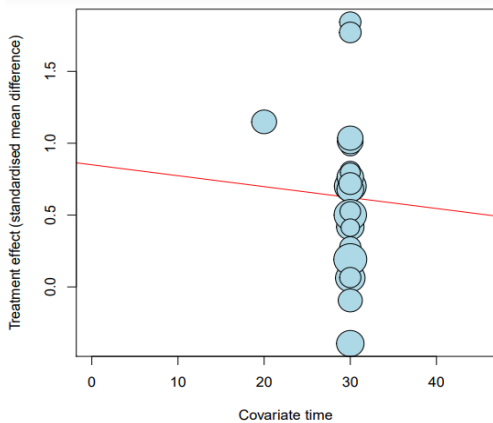


Fig. 8. Regression analysis of Hedges's by time of sessions

중재 횟수와 중재 시간에 대한 메타회귀분석 결과, Fig 7과 8과 같이 기울기는 중재 횟수와 중재 시간이 증가할수록 효과크기는 감소하는 것으로 나타났고, 통계적으로는 유의하지 않았다.

3.6 출간 편의 분석

출간 편의를 알아보는 방법으로, 표본의 크기와 효과 크기의 관계를 보여 주는 깔때기 모양을 형성하여 이름이 붙여진 funnel plot 을 통해 알아볼 수 있다[24]. 출간 편의가 있으면 효과크기를 중심으로 점들이 치우쳐 비대칭을 이루게 된다. 본 연구에서는 출간 편의를 분석한 결과, Fig 9와 같이 효과크기를 중심으로 좌우대칭이 이루어지는 것으로 보아 출간 편의가 없는 것으로 판단할 수 있다.

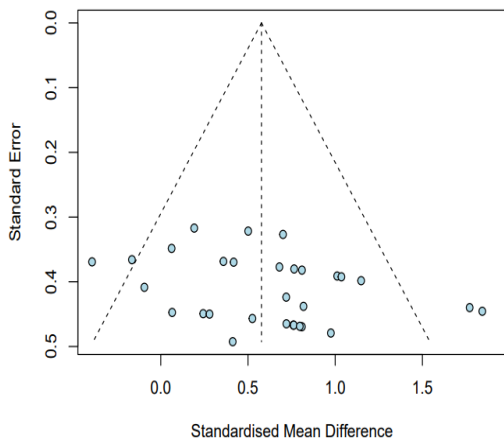


Fig. 9. Funnel plot for publication bias

4. 고찰

본 연구는 PNF가 만성 뇌졸중 환자의 균형에 미치는 영향에 대해 체계적이고 종합적인 메타분석을 수행하였다. 메타분석은 다양한 학문분야에서 개별 연구들의 결과에 대해 과학적인 검증을 위해 사용되고 있으며, 물리치료분야에서도 특정질환에 대한 중재 효과를 알아보기 위하여 사용되고 있다[25].

대부분의 뇌졸중 환자는 비정상적인 근육의 활성화로 마비측 보다 비마비측으로 지지하면서 균형능력이 떨어져 일상생활에 어려움이 발생한다[26]. 비대칭적인 체중 지지는 비마비측 다리의 근육 뼈대계의 손상이나 균형능력의 감소 및 보행 기능의 저하 등을 일으킬 수 있으므로, 뇌졸중 환자의 기능 향상을 위한 중재 방법은 매우 중요하다[27]. PNF 중재 방법은 고유수용기를 자극하여 일어나는 운동 반응을 통해 근력을 향상시켜 균형 및 기능적인 활동을 할 수 있도록 한다[28].

전체 효과크기를 검증하기 위해 총 20편의 연구를 대상으로 동질성 검증을 시행하였다. 본 연구에서는 개별 연구의 효과크기 간 이질성이 있다는 것을 가정하여 랜덤효과모형을 시행한 결과, 이질성을 나타내는 Q 값이 43.22, 같은 모집단의 효과에 기초한 기대 분산 값인 자유도는 29로 나타났다. 또한 실제 분산 비율 $I^2=33.1\%$ 로 이질성이 낮은 것으로 판단할 수 있다. 아는 연구 간 효과크기가 비교적 크지 않고 일관성을 보이고 있다는 것을 의미한다[29].

만성 뇌졸중 환자의 균형에 관한 전체 효과크기는 0.59 (95% CI=0.41-0.77)로 나타났다. 이는 Cohen[30]이 제시한 기준에 의하면 0.10-0.30은 작은 효과크기, 0.40-0.70은 중간 효과크기, 0.8 이상은 큰 효과크기라고 하였는데, 본 연구는 중간 정도의 효과가 있다는 것이다. 이는 PNF 패턴을 통해 팔다리의 교대적인 움직임이 몸통까지 전달되어 근방추를 집중적으로 활성화 되었고, 관련 근육의 고유수용성감각을 자극하여 뇌졸중 환자의 균형 능력이 향상되었다고 생각한다. 이 결과는 PNF가 뇌졸중 환자의 균형을 증진하는데 효과가 있음을 나타내며, 보고된 선행연구와 일치한다[31]. 또한 PNF의 기본원리 중 하나인 방사선(irradiation)의 영향으로 뇌졸중 환자의 손상된 근육들이 활성화가 되어 동적 균형에 긍정적인 영향을 준 것으로 보인다[32]. 방사는 신체에 저항을 주어 손상된 신체 부위의 기능을 증진 시키는 원리이다. PNF의 대각선 패턴은 방사에 기초를 두고 있으며, 이러한 패턴이 손상된 부위를 활성화를 시켜 동적 균형 능력에 긍정적인

영향을 미친 것으로 생각된다[33]. 더불어 동적 균형에 대한 평가항목을 하위범주로 분석한 결과, 효과크기는 BBS는 0.50, TUG 0.78, FRT 0.51로 나타났고, 95% 신뢰구간에서도 각각 0을 포함하지 않아 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. TUG는 높은 수준의 효과크기로 BBS와 FRT는 중간 정도의 효과크기를 나타냈다. TUG는 뇌졸중 환자를 대상으로 임상에서 폭넓게 사용되고 있다.

본 연구의 특성 중 증재 대상자 수, 증재 기간, 증재 횟수 및 증재 시간을 조절변인으로 하여 효과크기의 이질성을 알아보기 위해 메타회귀분석을 실시하였다. 그 결과 모든 변인들이 통계적으로는 유의하지 않았다. 또한 본 연구의 이질성이 $I^2=33.1\%$ 로 비교적 이질성이 낮았다. 이는 뇌졸중 환자에 대한 PNF의 효과는 대상자 수, 기간, 횟수 및 시간과 관계없이 효과가 있다는 것으로 판단할 수 있다[24].

본 연구 결과를 바탕으로 PNF 증재 방법이 만성 뇌졸중 환자의 동적 균형 능력 향상에 긍정적인 영향을 미쳤다고 생각한다. 또한 PNF가 만성 뇌졸중 환자의 동적 균형에 미치는 효과를 정량적이고 종합적으로 분석하고, 물리 치료적 증재 방법에 대한 임상적인 근거를 도출하기 위해 처음 시도된 연구라는 점에 학문적 의의가 있다고 생각한다. PNF를 더욱 효과적인 증재 방법으로 적용하기 위해서는 다양한 질환에 대한 PNF의 효과를 검증하는 후속 메타분석 연구가 계속하여 진행되길 희망한다.

5. 결론

본 연구는 PNF를 적용한 만성 뇌졸중 환자의 동적 균형과 관련된 문헌 17편을 가지고 체계적이고 종합적인 메타분석을 수행하였다. 본 연구의 결과, PNF가 만성 뇌졸중 환자의 동적 균형에 미치는 전체 효과크기는 0.59로 나타났다. 이는 Cohen 이 주장한 기준에 따르면 중간 이상의 효과크기를 보이며 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 또한 동적 균형의 하위항목을 나누어 분석한 결과, 효과크기는 TUG 0.78, FRT는 0.51, BBS는 0.50으로 나타났다. 본 연구는 다양한 임상 현장에서 만성 뇌졸중 환자에게 적용하고 있는 PNF 증재 방법에 대한 표준화된 기초 자료를 제공하고자 하였다. 이처럼 개별연구의 결과들을 체계적이고 과학적으로 분석해 주는 메타분석 연구는 보건의료기술과 융합이 되어 4차산업을 향한 새로운 패러다임을 만들 수 있는 획기적인 변화로 이어질 수 있을 것이다.

REFERENCES

- [1] O. D. Adebayo & G. Culpan. (2019). Diagnostic accuracy of computed tomography perfusion in the prediction of haemorrhagic transformation and patient outcome in acute ischaemic stroke: a systematic review and meta-analysis. *European Stroke Journal*, 5(1), 4-16. DOI : 10.1177/2396987319883461
- [2] R. W. Bohanon. (2007). Muscle strength and muscle training after stroke. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 39(1), 14-20. DOI : 10.2340/16501977-0018
- [3] V. Akuthota & S. F. Nadler. (2004). Core strnngthening. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85, 86-92.
- [4] J. Mehrholz, S. Thomas & B. Elsner. (2017). Treadmill training and body weight support for walking after stroke. *Cocharane Database of Syttematic Reviews*, (8). DOI : 10.1002/14651858.CD002840.pub4
- [5] C. Kisner & L. Colby. (2017). Therapeutic exercise. Philadelphia : FA.DAVIS.
- [6] A. S. Aruin. (2016). Ehnancing anticipatory postural adjustments: a novel approach to balance rehabilitation. *J Nov Physiother*, 6(2), e144. DOI : 10.4172/2165-7025.1000e144
- [7] Y. Laufer, R. Dickstein, S. Resnik & E. Marcovitz. (2000). Weight-bearing shifts of hemiparetic and healthy adults upon stepping on stairs of various heights. *Clinical Rehabilitation*, 14(2), 125-129. DOI : 10. 1191/02632150067423138
- [8] A. Sonavane & A. Limaye. (2020). Ptrvalnace of knee pain chronic stroke patient with weight asymmetry. *Indian Journal of Physiotherapy & Occupational Therapy*, 14(4), 1-6. DOI : 10.37506/ijpot.v14i4.11288
- [9] T. Carver, S. Nadeau & A. Leroux. (2011). Relation between physical exertion and postural stability in hemiparetic participants secondary to strlke. *Gait & Posture*, 33(4), 615-619. DOI : 10.1016/j.gaitpost.2011.02.001
- [10] S. W. Wood, N. Adams & R. Kerry. (2010). The use proprioceptive neuromuscular facilitation in physiotherapy practice. *Physical Therapy Reviews*, 15(1), 23-28. DOI : 10.1179/174328810X12647087218677
- [11] D. A. Klein, W. J. Stone, W. T. Phillips, J. Gangi & S. Hartman.(2002). PNF training and physical function in assisted-living older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 10(4), 476-488. DOI : 10.1123/japa.10.4.476
- [12] S. Haripriya, S. Eapen & S. R. Raghu. (2020). Improving upper limb function in a person with stroke using proprioceptive neuromuscular facilitation appoach: a case study. *Indian Journal of*

- Physiotherapy & Occupational Therapy*, 13(1).
DOI : 10.1016/j.jbmt.2018.05.003
- [13] S. S Adler, D. Beckers & M. Buck. (2013). PNF in practice: an illustrated guide. London : Springer Science & Business Media.
- [14] H. S. Cho, H. K. Cha & D. H. Bang. (2017). The effects of PNF upper- and-limb coordinated exercise on the balancing and walking abilities in stroke patients. *PNF & Movement*, 15(1), 27-33.
DOI : 10.21598/JKPNFA.2017.15.1.27
- [15] H. S. Song & S. H. Kim. (2014). The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation on lower extremity functional stroke patients. *PNF & Movement*, 15(1), 27-33.
DOI : 10.21598/JKPNFA.2014.12.4.225
- [16] J. Y. Lee. (2008). Meta-analysis. *Endocrinology and Metabolism*, 23(6), 361-378.
DOI : 10.3803/jkes.2008.23.6.361
- [17] A. Rubin. (2008). Practitioner's guide to using research for evidence-based practice. New Jersey : John Wiley & Sons.
- [18] J. H. Littell, J. Corcoran & V. Pillai.. (2008). Systematic reviews and meta-analysis. New York : Oxford University Press.
- [19] N. Denson & M. Seltzer. (2011). Meta-analysis in higher education: an illustrative example using hierarchical linear modeling. *Research in Higher Education*, 52, 215-244.
DOI : 10.1007/s11162-010-9196-x
- [20] W. J. Park, S. J. Park & S. D. Hwang. (2015). Effect of cognitive behavioral therapy on attention deficit hyperactivity disorder among school-aged children in Korea : a meta-analysis. *J Korean Acad Nurs*, 45(2), 169-182.
- [21] M. C. David. (2013). Clinicians's guide to [31]systematic reviews and meta-analysis. *Nutrition in clinical Practice*, 28(4), 459-462.
DOI : 10.1177/0884533613490742
- [22] J. P. Higgins & S. G. Thompson. (2002). Quantifying heterogeneity in a meta analysis. *Statistics in medicine*, 21(11), 1539-1558.
DOI : 10.1002/sim.1186
- [23] M. W. L. Chueng. (2008). A model for integrating fixed-, random-, and mixed-effects meta-analysis into structural equation modeling. *Psychological methods*, 13(3), 182.
- [24] M. Borenstein, L. V. Higgins & H. R. Rothstein. (2011). Introduction to meta-analysis. New York : John Wiley & Sons, Ltd.
- [25] B. R. Kim & T. W. Kang. (2019). Effectiveness of proprioceptive neuromuscular facilitation of chronic low back pain - a systematic review and meta-analysis of studies in Korea. *PNF & Movement*, 17(1), 157-166.
DOI : 10.21598/JKPNFA.2019.17.1.157
- [26] R. W. Bohannon & D. Tinti-Wald. (1991). Accuracy of weight bearing estimation by stroke versus subjects. *Perceptual and motor skill*, 72(3), 935-941.
DOI : 10.2466/pms.1991.72.3.935
- [27] L. D. Alexander, S. E. Black, K. K. Patterson, F. Gao, C. J. Danells & W. E. McIlroy. (2009). Association between gait asymmetry and brain lesion location in stroke patients. *Stroke*, 40(2), 537-544.
DOI : 10.1161/STROKEAHA.108.527374
- [28] S. Westwater-Wood, N. Adams & R. Kerry. (2010). The use of proprioceptive neuromuscular facilitation in physiotherapy practice. *Physical Therapy Reviews*, 15(1), 23-28.
DOI : 10.1179/174328810X12647087218677
- [29] M. W. L. Cheung. (2008). A model for integrating fixed-, random-, and mixed-effects meta-analyses into structural equation modeling. *Psychological methods*, 13(3), 182.
DOI : 10.1037/a0013163
- [30] J. Cohen. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences. Hillsdale, NJ : Erlbaum. ability and depression in patients with chronic stroke. *J Kor Phys Ther*, 31(4), 236-241.
DOI : 10.18857/jkpt.2019.31.4.236
- [31] D. K. Lee & T. H. Hwang. (2019). Effects of aquatic proprioceptive neuromuscular facilitation pattern exercise on balance, gait ability and depression in patients with chronic stroke. *J Kor Phys Ther*, 31(4), 236-241.
DOI : 10.18857/jkpt.2019.31.4.236
- [32] J. M. Yang, J. H. Lee & S. W. Kang. (2018). The effect of foot pressure on the irradiation of PNF upper arm pattern on standing posture with an elastic band: a randomized control trial. *PNF & Movement*, 16(3), 425-432.
DOI : 10.21598/JKPNFA.2018.16.3.425
- [33] J. Munn, R. D. Herbert & S. C. Gandevia. (2004). Contralateral effects of unilateral resistance training: meta-analysis. *Journal of applied physiology*, 96(5), 1861-1866.
DOI : 10.1152/jappphysiol.00541.2003

박 세 주(Se-Ju Park)

[정회원]



- 2013년 2월 : 남부대학교 물리치료학과(물리치료학사)
- 2018년 2월 : 남부대학교 물리치료학과(물리치료학석사)
- 2021년 2월 : 남부대학교 통합의학과(보건학박사)
- 관심분야 : 근골격계 물리치료, 메타분석

· E-Mail : coolman55@naver.com

이 소 인(So-In Lee)

[정회원]



- 2016년 2월 : 남부대학교 물리치료학
과(물리치료학사)
- 2018년 2월 : 남부대학교 물리치료학
과(물리치료학석사)
- 2021년 2월 : 남부대학교 통합의학과
(보건학박사)
- 관심분야 : 신경계 물리치료

· E-Mail : dlthdls012@hanmail.net

정 호 진(Ho-Jin Jung)

[정회원]



- 2014년 2월 : 남부대학교 물리치료학
과(물리치료학사)
- 2017년 2월 : 남부대학교 물리치료학
과(물리치료학석사)
- 2020년 8월 : 남부대학교 통합의학과
(보건학박사)
- 관심분야 : 운동치료, 정형물리치료

· E-Mail : hojin8367@naver.com

Appendix 1. Characteristics of primary studies included in the analysis

No	Author (year)	Effect size	Study design	Group		PNF intervention				Outcome
				Ex	Con	Type	Duration (week)	Session (count)	Length (min)	Balance
1	Kim et al (2015)	0.78	RCT	10	10	PNF	6	30	30	BBS
2	Kim et al (2011)	0.70	RCT	20	20	PNF	6	30	30	FRT
3	Hwangbo et al (2016)	0.76	RCT	15	15	PNF	6	30	30	BBS
4	Seo et al (2015)	0.58	RCT	10	10	PNF	4	12	30	BBS TUG FRT
5	Seo & Kim (2015)	0.95	RCT	15	15	PNF	4	12	30	BBS TUG FRT
6	Kim et al (2019)	0.32	RCT	15	15	PNF	8	24	60	BBS FRT
7	Shim et al (2020)	0.06	RCT	16	17	PNF	4	20	30	BBS
8	Kim & Kim (2018)	0.72	RCT	12	11	PNF	6	30	30	TUG
9	Lee & Hwang (2019)	-0.09	RCT	15	15	PNF	4	20	60	BBS
10	Kim & Kim (2020)	0.55	RCT	5	5	PNF	6	30	30	BBS TUG
11	Bong & Bong (2017)	-0.39	RCT	6	6	PNF	4	20	60	BBS
12	Bang & Song (2019)	1.15	RCT	7	7	PNF	4	20	30	BBS
13	Kim & Lee (2014)	0.61	RCT	6	6	PNF	4	20	20	BBS TUG
14	Lee(2017)	1.01	RCT	15	15	PNF	6	30	30	TUG
15	Kim(2010)	0.96	RCT	20	20	PNF	6	30	30	BBS TUG FRT
16	Song(2014)	0.51	RCT	10	10	PNF	4	12	30	BBS TUG
17	Bae(2009)	0.22	RCT	8	9	PNF	4	40	30	BBS TUG