

대한물리치료과학회지

Journal of Korean Physical Therapy Science
2020. 09. Vol. 27, No.2, pp. 36-47

협응이동훈련이 만성 뇌졸중 환자의 균형에 미치는 효과: 국내연구의 메타분석

임재현¹ · 박세주²

¹원광보건대학교 물리치료과 · ²남부대학교 물리치료학과

The effects of coordinative locomotor training on balance in patients with chronic stroke: meta-analysis of studies in Korea

Jae Heon Lim¹, Ph.D., P.T. · Se Ju Park², M.Sc., P.T.

¹Dept. of Physical Therapy, Wonkwang Health Science University, Republic of Korea

²Dept. of Physical Therapy, Nambu University, Republic of Korea

Abstract

Background: This study purposed to provide meaningful information for the accumulation of knowledge on coordinative locomotor training in patients with stroke.

Design: Meta-analysis.

Methods: This study collected articles which the coordinative locomotor training in patients with stroke. For systematic meta-analysis, 6 articles were finally selected after searching based on the PICOSD criteria. This meta-analysis was conducted according to PRISMA guidelines. Randomized controlled trials were included and the risk of bias was evaluated for each study. Pooled standardized mean differences were calculated using a random effects model. To extract the effect size of each study, the R 3.5.3 software was used.

Results: The meta-analysis showed that a total effects size was 1.23 indicating that coordinative locomotor training for patients with stroke had a maximum effect size.

Conclusion: A meta-analysis is warranted for further research to determine the effects of coordinative locomotor training in patients with stroke on muscle strength, walking and range of motion.

Key words: Coordinative locomotor training, Balance, Effect size, Meta-analysis, Stroke

© 2020 by the Korean Physical Therapy Science

I. 서론

뇌졸중은 보편적으로 혈전이나 혈관의 파열과 혈전이 뇌로 공급하는 혈액의 차단시켜 뇌 조직에 손상을 일으키는 질환을 말한다(세계보건기구, 2018). 뇌졸중의 증상으로는 의식장애, 반신 감각마비, 반신 운동마비, 어지럼증, 언어 장애, 시야 장애, 삼킨 장애, 근력의 감소 등이 일어난다(Hariharasudhan와 Balamurugan, 2016). 뇌졸중으로 발생하는 여러 증상 중 근력의 소실은 가장 큰 문제이며, 이로 인해 보행에 어려움이 발생한다(김동규 등, 2018; 김성철과 허영구, 2018). 특히 보행속도를 유지하기 힘들어 일상 및 공동체 생활에 문제가 발생한다(Yang 등, 2006). 뇌졸중 환자는 움직임의 안정성과 균형 능력이 감소하여 자세조절을 스스로 수행할 수 없다(Lee 등, 2017). 균형은 기저면에서 최소한의 동요(perturbation)로 신체의 중력 중심을 유지하는 능력이다. 균형과 보행능력은 서로 밀접한 관련이 있으며, 보행능력 개선을 위해서는 균형 유지 능력이 필수적이다(Globas 등, 2012). 따라서 뇌졸중 환자의 기능적인 움직임을 증진하기 위한 치료는 균형 및 보행 능력을 향상에 중점을 두어야 한다(박지원 등, 2020). 뇌졸중 환자들을 치료하는 방법으로 과제지향적 접근법, 보바스 치료법, 보이타 치료법, 고유수용성신경근촉진법 등이 제시되고 있다(Liu 등, 2017).

고유수용성신경근촉진법(Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; PNF)은 힘줄과 근육의 고유수용감각을 자극하여 움직임을 향상시켜, 유연성, 근력 및 균형성을 증진한다. PNF의 패턴은 일상에서 일어나는 동작을 정형화하였고, 이를 이용하여 신체 문제점을 해결할 수 있다(Adler 등, 2008). 협응이동훈련(Coordinative Locomotor Training; CLT)은 PNF 각 패턴을 결합하여 인간의 가장 협응적인 움직임인 보행을 달리는 사람의 형상인 스프린터(sprinter)와 스케이트 타는 형상인 스케이터(skater)로 표현하여 인간의 협응 구조를 단순화하였다. 협응 구조는 여러 가지 자유도가 하나의 집합체로 움직이는 근육 연결시스템이라고 할 수 있으며, 이 구조는 기능적으로 하나의 자유도로 작용하여 뇌에 구조화되어 있다고 하였다(Kelso 등, 1981). 그러므로 CLT는 협응 구조를 쉽게 습득하여 보행과 균형 능력을 향상할 수 있는 훈련프로그램이다.

CLT에 대한 다양한 연구 중 몸통의 안정성과 팔다리의 고유감각을 향상시켜 균형 증진에 유용하다는 여러 연구가 진행되었다. 뇌졸중 환자에게 CLT를 적용한 결과 균형 및 보행 능력이 향상되었다고 하였고(조혁신 등, 2017), 여성 노인을 대상으로 한 연구에서는 균형 및 보행 능력 및 낙상 효능감에 긍정적인 효과가 있었다고 하였다(김석환과 김동희, 2013). 전신진동 자극과 CLT를 결합하여 뇌졸중 환자에게 적용한 결과 균형과 보행속도, 보행지구력에서 향상을 보였다고 보고하였다(최광용 등, 2017).

그러나 국내 임상 재활에서 적용된 CLT의 효과성 검증은 부족한 실정이므로, 국내의 기존 연구를 통합, 분석하여 통계적으로 효과성을 입증하는 것이 필요하다. 메타분석은 상이한 연구의 효과 크기라는 양적인 결과들을 통합, 분석하는 통계적 기법을 말한다. 또한 개별 연구의 결과로부터 얻은 평균 차이, 효과 크기, 승산비 등의 데이터를 통계적으로 이용할 수 있다(Littell 등, 2008). 그 중 효과 크기는 여러 연구들의 결과를 통합하는 과정 중 상이한 연구 내의 변수들을 표준화하여 사용하는 정량적인 지수를 말한다. 연구자들이 개별 연구를 수행하다 보면 제한된 대상자, 한정된 표본 샘플 수, 연구 과정 등의 여러 가지 한계가 발생할 수 있다. 메타분석은 연구간의 서로 상이한 결과가 나오더라도 일부의 연구 결과에만 치우치지 않고 검정력이 높은 통계적 기법을 사용하여 체계적이고 포괄적인 결과를 도출할 수 있다(윤아름과 최기현, 2011).

메타분석을 통해 CLT적용 후 균형 효과에 대한 종합적인 연구는 부족한 실정이다. 또한 국내 다양한 재활 치료에서 이용되고 있는 CLT에 대한 체계적인 효과성 검증은 미비한 실정이다. 이에 본 연구에서는 메타분석을 실시하여 국내 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 CLT의 균형 능력에 미치는 영향을 효과 크기를 통해 계량적으로

통합 분석하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구설계

본 연구는 CLT를 시행하여 뇌졸중 환자의 균형 향상에 관하여 연구한 개별 연구의 결과에서 각각의 효과 크기를 추출하여 CLT 중재의 효과를 알아보기 위한 메타분석 연구이다.

2. 연구대상 선정기준

본 연구는 CLT 중재가 국내 뇌졸중 환자의 균형에 어떠한 영향을 미치는가에 대한 선행연구들을 체계적으로 분석하여 선행 연구논문을 PICOSD로 정리하였다. 본 연구의 PICOSD에서 연구 대상자(Participants; P)는 뇌졸중 환자이고 중재 방법(Intervention; I)은 CLT 중재이며, 비교집단(Comparison; C)은 본 중재와 다른 중재 방법이며, 연구 결과(Outcomes; O)는 균형과 관련된 변수이며, 연구 설계 유형(Study Designs; SD)은 사전-사후 설계, 무작위 설계 연구(randomized controlled trial; RCT)로 선정하였다. 본 연구에서는 CLT를 실시하여 중재 전후 측정과 중재 효과를 구체적인 통계적 수치로 제시한 논문을 선정하였다. 또한 효과 크기로 바꿀 수 있는 표본 수, 평균, 표준편차 등이 통계적 수치가 제시된 논문을 선정하였고, CLT 중재를 시행하지 않은 연구와 통계적 수치가 제시되지 않은 논문들은 선정 대상에서 제외하였다.

3. 자료검색 및 선정과정

본 연구와 연관된 자료의 검색은 공공분야 학술정보 데이터베이스인 국회도서관과 학술정보 데이터베이스인 학술정보서비스, DBpia, KISS, 교보쇼콜라, 뉴논문, 학술교육원을 이용하였다. 메타분석 연구는 2010년 1월부터 2019년 12월까지 CLT를 뇌졸중 환자에게 적용한 논문을 검색하였다.

1차 검색어는 ‘CLT’, ‘스프린터, 스케이터’, ‘PNF 상하지 운동’, ‘PNF 결합패턴’, ‘PNF 협응 운동’, ‘스프린터, 스케이터’, ‘PNF 통합패턴’, 2차 검색어는 ‘1차 검색어 AND 균형능력’ 이었고 국내에 발행된 논문만을 검색한 결과 225편이 검색되었다. 총 225편 논문 중 중복 제거 후 남은 논문 수는 105편이었고, 그 중 제외된 63편은 다른 질환에 대한 연구 32편, 중재 방법이 다른 연구 31편이었으며 평가 결과가 본 연구 설계와 맞지 않은 연구 36편이었다. 최종적으로 6편의 논문을 선정하였고, 연구자와 석사학위를 가진 연구보조원 2인이 논문 전문을 중심으로 검토하였다(Figure 1).

4. CLT

협응이동훈련(Coordinative Locomotor Training; CLT)의 스프린터와 스케이터는 팔다리를 독립적으로 움직이면서 몸통과 머리의 복잡한 상호작용을 단순화시킨 협응체계로 기능적인 동작을 효율적으로 훈련할 수 있는 방법이다(Kim, 2006).

스프린터, 스케이터는 고유감각을 증진하고 몸통 안정성을 향상시킨다. 또한 닫힌 사슬 운동과 열린 사슬 운동 훈련이 어느 자세에서든 가능하여 통합적인 운동을 시행하여 남녀노소 누구나 손쉽게 따라 할 수 있는 장점이 있다. 스프린터의 관절운동형상학적 구성요소는 디딤기쪽 어깨뼈는 앞쪽올림(anterior elevation), 어깨는 굽힘-모

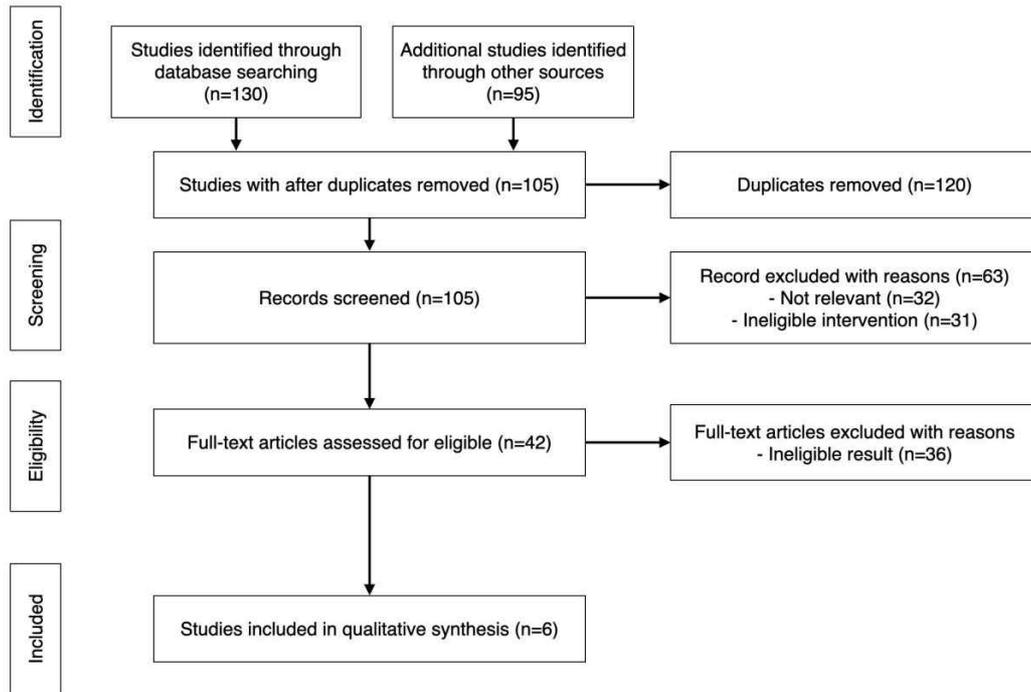


Figure 1. PRIMA flowchart of the study selection process

음-바깥돌림(flexion-adduction-external rotation), 반대측 어깨뼈는 뒤쪽내림(posterior depression), 어깨는 펴-벌림-안쪽돌림(extension-abduction-internal rotation) 움직임을 수행한다. 디딤기쪽 골반은 뒤쪽내림(posterior depression), 엉덩관절은 펴-벌림-안쪽돌림(extension-abduction-internal rotation), 흔들기 쪽 골반은 앞쪽올림(anterior elevation) 엉덩관절은 굽힘-모음-바깥돌림(flexion-adduction-external rotation) 움직임을 수행한다.

스케이터의 관절운동형상학적 구성요소는 디딤기쪽 어깨뼈는 뒤쪽올림(posterior elevation), 어깨는 굽힘-벌림-바깥돌림(flexion-abduction-external rotation), 반대측 어깨뼈는 앞쪽내림(anterior depression), 어깨는 펴-모음-안쪽돌림(extension-adduction-internal rotation) 움직임을 수행한다. 디딤기쪽 골반은 앞쪽내림(anterior depression), 엉덩관절은 펴-모음-바깥돌림(extension-adduction-external rotation), 흔들기 쪽 골반은 뒤쪽올림(posterior elevation), 엉덩관절은 굽힘-벌림-안쪽돌림(flexion-abduction-internal rotation) 움직임을 수행한다(Dietz 등, 2018). 또한 CLT를 PNF 결합패턴(정우식 등, 2012), PNF 통합패턴(안용덕과 박중향, 2013), PNF 상하지협응운동(조혁신 등, 2015)이란 용어도 함께 사용되었다.

5. 자료 분석

본 연구의 메타분석은 뉴질랜드 오클랜드대학 통계학과 교수들이 개발한 R 프로그램(The R Project for Statistical Computing version 3.5.3, R CORE, New Zealand)을 기반으로 R studio Version 1.1.463에서 실시하였다. 본 연구에서는 R 프로그램을 통하여 효과 크기를 추출하였고, 평균효과 크기의 신뢰구간 등을 정하였다. 또한 다른 연구자들의 개별 연구의 비뚤림 위험의 다양성, 평가 방법, 대상자 수, 중재 기간, 중재 횟수 등의 다양성이 크다는 것을 인정하기 때문에 랜덤효과모형을 적용하여 효과 크기를 추출하였다. 효과 크기를 계산하는 방법으

로 코헨의 d (Cohen's d) 방법을 사용하며 효과 크기 값이 클수록 두 집단 차이가 크다는 것을 의미한다. d값이 0.2-0.5는 작은 효과 크기이며 8-19%의 변화를 나타내며, d값이 0.5-0.8은 중간 효과 크기이며, 19-29%의 변화를 나타낸다. d값이 0.8이상인 경우 큰 효과 크기이며 29% 이상의 변화를 의미한다(Cohen, 1988). 모든 연구 결과에 대해 효과 크기는 다수의 연구가 샘플 수가 크지 않다는 점을 인정하여 교정된 표준 효과 크기(standardized mean difference; SMD)인 Hedges's g를 산출하였고, 각각의 효과 크기의 가중치는 분산의 역수를 사용하였다(Borenstein, 2009). 효과 크기의 이질성(heterogeneity)을 평가하기 위하여 숲그림(forest plot)을 통하여 시각적으로 알아보았다. 분산인 Q값을 추출하여 χ^2 검증을 하였고, 구체적으로 전체 분산에 대한 실질적인 분산, 즉 연구 간 분산을 나타내는 I² 값을 산출하였다(김아린과 양인숙, 2017). 더불어 전체 연구결과와 타당성을 알아보기 위해 출판오류 분석을 시행하여 연구결과와 타당성을 검증하였다. 본 연구의 전체효과 크기의 이질성은 $I^2=0\%$, $\chi^2=0$, $p>0.05$ 로 나타났다. 일반적으로 I² 이 25%이면 이질성이 적은 것으로, 50%이면 중간크기의 이질성, 75%이상이면 이질성이 상당히 큰 것으로 해석한다(김은영 등, 2016). 본 연구에서 분석한 균형에 대한 효과 크기에 대한 이질성은 낮다고 해석할 수 있다.

III. 연구결과

1. 분석 대상으로 선정된 연구의 일반적인 특성

분석 대상으로 최종 선정된 6편의 연구 특성을 알아보면, 저자(연도), 출판연도, 논문 발행 유형, 대상자의 무작위 배정, 대상자의 유병 기간, 독립변수의 특성과 유형, 종속변수 등으로 서술하였다. 또한, 종속변수의 구성은 일어나 걷기 검사(Timed Up and Go; TUG) 5편, 기능적 뻗기 검사(Functional Reach Test; FRT) 2편, 버그 균형 검사(Berg Balance Scale; BBS) 2편, 사분면 스텝 검사(Four Square Step Test; FSST) 2편, 기타 균형 검사 2편으로 총 5개의 변인으로 이루어져 있다. 연구 대상자는 뇌졸중 진단을 받고 유병 기간이 3개월 이상의 편마비 환자이며, 연구의 목적을 이해하고 실험 참여에 자발적으로 동의한 자를 선정하였다. 연구 대상자의 CLT 훈련 기간은 4주간이 2편, 6주간 3편, 8주간 1편이었다. 훈련 횟수는 20회 1편, 18회 3편, 24회 1편, 12회 1편이었다. 훈련 시간은 15분 이내 1편, 30분 이내 5편으로 나타났다<Table 1>.

Table 1. Characteristics of primary included in the analysis

Author (Year)	Type	RCT	Onset period (month)	Experimental group	Control group	Term (week)	Intervention count	Minute	Balance test
Lim (2014)	J	O	≤6	11	13	4	20	15	FRT, BBS, TUG
Cho (2014)	T	O	≤6	14	13	6	18	30	FSST, FICSIT-4, TUG
Hwang (2014)	T	O	≤12	9	9	8	24	30	BBS, TUG
Choi & Seo (2015)	J	O	≤6	21	21	6	18	30	FRT, TUG
Ko et al (2017)	J	O	≤6	14	14	6	18	30	FSST, TUG
Cho et al (2017)	J	O	≤3	15	15	4	12	30	BSB

J=Journal; T=Thesis; RCT=Randomized Controlled Trials; FRT=Functional Reach Test; BBS=Berg Balance Scale; FSST=Four Squares Step Test; FICSIT-4=Frailty and Injuries Cooperative Studies of Intervention Techniques; TUG= Timed Up and Go; BSB=Balance System Biodex

2. 분석 대상으로 선정된 연구의 질 평가

분석 대상 연구의 질 평가 도구는 각각의 연구 설계 별로 일어날 수 있는 위험을 평가할 수 있는 도구를 이용하여 평가하는 것이 적합하다(Higgins 등, 2003). 본 연구는 모두 무작위 연구이므로 Cochrane group이 개발한 비뚤림위험(Risk of Bias; RoB) 평가 도구를 사용하였다. RoB도구 항목별 비뚤림 위험은 ‘높음(high)’, ‘낮음(low)’, ‘불확실(uncertain)’ 세 가지로, 높음은 비뚤림 가능성을 높음, 낮음은 비뚤림 가능성이 낮음, 불확실은 비뚤림에 대한 판단을 하기 어려운 상황에 해당된다(Higgins 등, 2003)<Table 2>.

Table 2. Methodological evaluation of RCT study using RoB tool

Study	Random sequence generation	Allocation concealment	Blinding of participants	Blinding of outcome assessment	Incomplete outcome	Selective reporting
Lim (2014)	Unclear	Unclear	High	High	Low	Low
Cho (2014)	Low	Low	High	High	Low	Low
Hwang (2014)	Unclear	Unclear	High	High	Low	Low
Choi & Seo (2015)	Low	Low	High	High	Low	Low
Ko et al (2017)	Unclear	Unclear	High	High	Low	Low
Cho et al (2017)	Unclear	Unclear	High	High	Low	Low

RCT=Randomized Controlled Trials; RoB=Risk of Bias

3. 메타분석의 결과

1) CLT 전체 효과 크기

분석한 논문 6편의 전체 평균 효과 크기는 Hedges's $g=1.23$ 으로 Cohen(1988)이 주장한 기준에 따르면 가장 큰 효과 크기이며, 95% 신뢰구간에서 상한값 1.46, 하한값 1.00로 통계적으로 유의하게 나타났다($p<0.05$)(Figure 2).

2) 일어나 걷기 검사(Timed Up and Go; TUG)의 효과 크기

분석한 논문 5편의 일어나 걷기 검사의 효과 크기는 Hedges's $g=1.40$ 으로 Cohen (1988)이 주장한 기준에 따르면 가장 큰 효과 크기이며 95% 신뢰구간에서 상한값 1.78, 하한값 1.02으로 통계적으로 유의하게 나타났다($p<0.05$)(Figure 2).

3) 기능적 뺨기 검사(Functional Reach Test; FRT)의 효과 크기

분석한 논문 2편의 기능적 뺨기 검사의 효과 크기는 Hedges's $g=1.20$ 으로 Cohen (1988)이 주장한 기준에 따르면 가장 큰 효과 크기이며 95% 신뢰구간에서 상한값 1.74, 하한값 0.66으로 통계적으로 유의하게 나타났다($p<0.05$)(Figure 2).

4) 버그 균형 검사(Berg Balance Scale; BBS)의 효과 크기

분석한 논문 2편의 버그 균형 척도의 효과 크기는 Hedges's $g=1.06$ 으로 Cohen (1988)이 주장한 기준에 따르면 가장 큰 효과 크기이며 95% 신뢰구간에서 상한값 1.72, 하한값 0.38로 통계적으로 유의하게 나타났다($p<0.05$)(Figure 2).

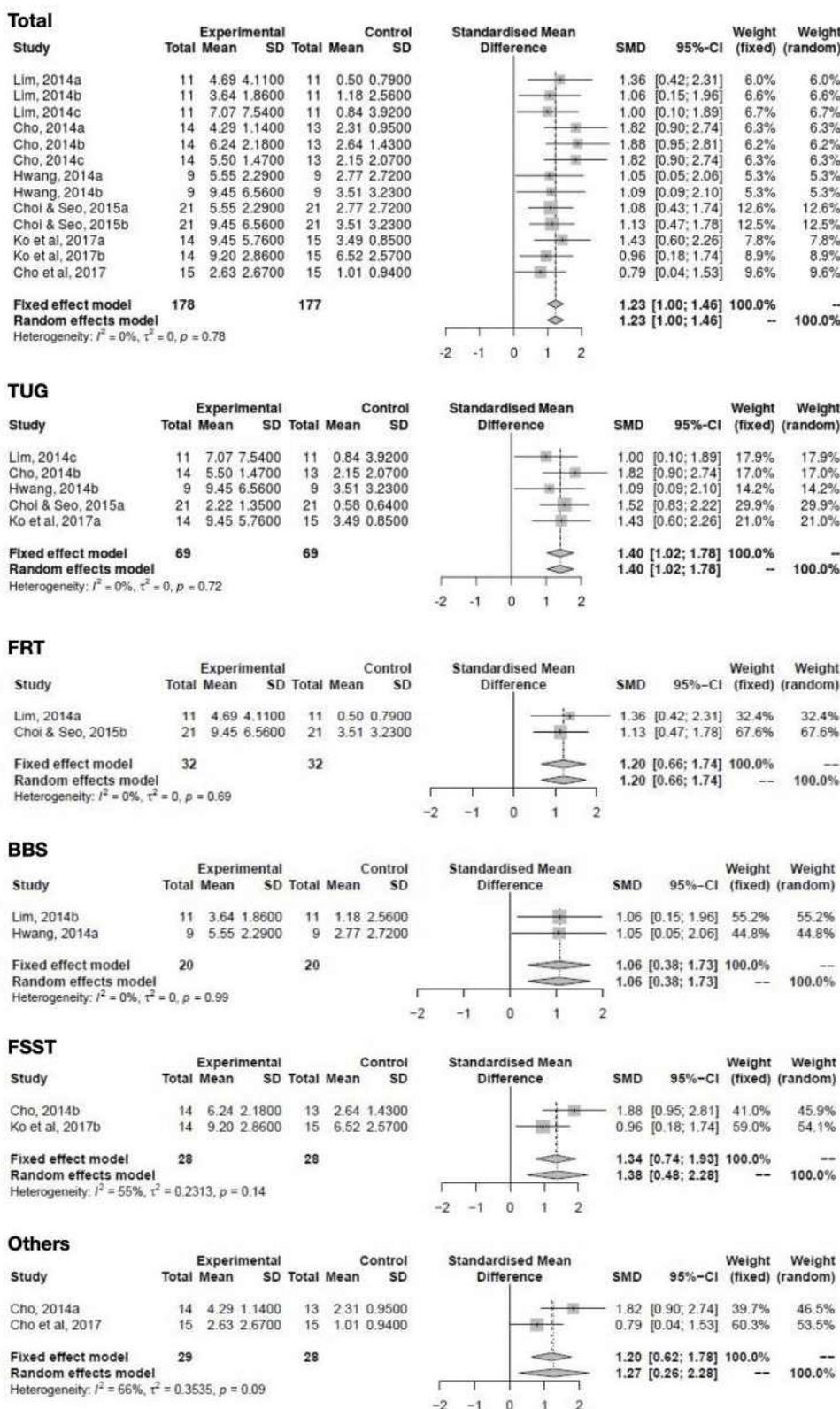


Figure 2. Forest plots for balance test after CLT

5) 사분면 스텝 검사(Four Square Step Test; FSST)의 효과 크기

분석한 논문 2편의 사분면 스텝 검사의 효과 크기는 Hedges's $g=1.38$ 로 Cohen (1988)이 주장한 기준에 따르면 가장 큰 효과 크기이며 95% 신뢰구간에서 상한값 2.28, 하한값 0.49로 통계적으로 유의하게 나타났다($p<0.05$)(Figure 2).

6) 기타 균형 검사

분석한 논문 2편의 균형 검사의 효과 크기는 Hedges's $g=1.27$ 로 Cohen (1988)이 주장한 기준에 따르면 가장 큰 효과 크기이며 95% 신뢰구간에서 상한값 2.28, 하한값 0.26으로 통계적으로 유의하게 나타났다($p<0.05$)(Figure 2).

4. 출간 오류 분석

본 연구결과의 타당성을 검증하기 위한 출간 오류 분석(publication bias analysis)에서 보편적으로 권장하는 깔때기 모양(funnel plot)을 통해 출간 오류를 검증하였다. 깔때기 모양은 수직축에는 표준오차, 수평축에는 효과 크기로 구성된다. 출간에 오류가 없는 경우에는 종합된 효과 크기를 중심으로 좌우 대칭으로 분포한다(Higgins와 Green, 2008). 일반적으로 표본이 큰 연구들은 그래프의 상단에 주로 나타나고, 가운데 직선 즉 평균효과 크기의 주변에 분포한다. 하지만 표본 크기가 작은 연구들은 그래프의 하단에 분포되어 있다. 본 연구의 출간 오류 분석 결과는 효과 크기를 중심으로 좌우 양쪽으로 비교적 대칭으로 분포하고 있으며 출간 오류가 없는 것으로 판단할 수 있다(Figure 3).

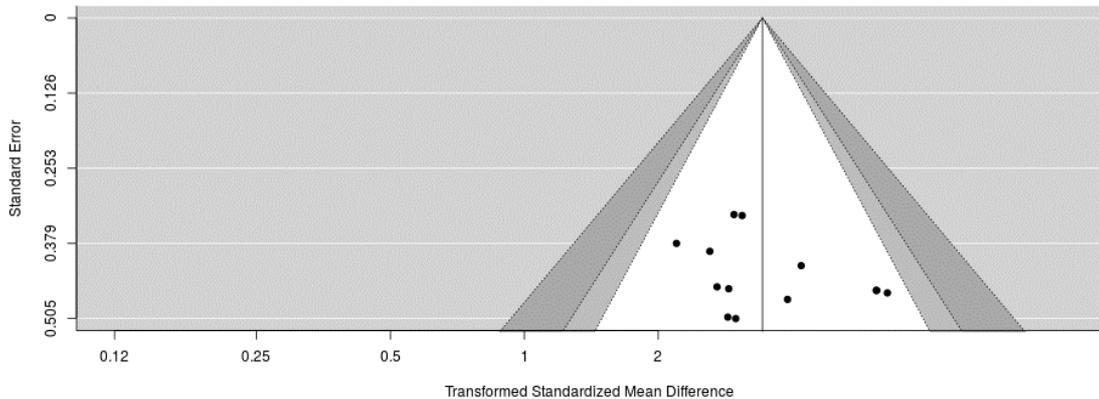


Figure 3. Funnel plot for publication bias

IV. 고찰

본 연구는 국내 뇌졸중 환자를 대상으로 연구된 CLT의 효과를 체계적으로 분석하여 CLT의 특성과 효과의 객관적인 근거를 중심으로 학문적 근거자료를 제공하고자 하였다. 2010년 1월부터 2019년 12월까지 국내에서 연구된 CLT에 대한 연구 중 최종적으로 6편의 효과 크기를 가지고 메타분석을 시행하였다. 메타분석을 실시한 6편의 연구는 뇌졸중이나 뇌경색의 진단을 받고 3개월 이상인 환자를 대상으로 실험군 84명 대조군 87명이었다.

뇌졸중 환자에게 실시한 CLT의 구체적인 중재유형은 5편은 CLT만 실시하였고 1편은 CLT에 음악을 가미하여 실시하였다. 또한 실험군과 대조군의 차이는 CLT 실시 유무에 대한 차이만 있었다.

CLT 개별 동작은 PNF에서 유래되었는데, PNF에 대한 사전 메타분석 연구들은 일부 존재하였고 내용을 보면 PNF가 기존 물리치료보다 바깥 돌림, 벌림, 관절가동범위를 증가시켜 우수한 중재 방법이라고 제시하였고(Tedla 과 Sangadala, 2019), 또 다른 연구에서는 만성 허리통증 환자들에게 PNF를 적용한 집단과 대조군 집단의 효과를 비교한 무작위 임상실험연구 6편의 문헌을 메타분석 실시한 결과, PNF 집단이 만성 허리통증 감소에 효과적이라고 보고하였다(김범룡과 강태우, 2019). 뇌졸중 환자의 보행 매개변수에 PNF가 미치는 효과에 대한 체계적 문헌 고찰에서 84편의 문헌 중 조건에 맞는 5편의 문헌을 분석하였고, PNF가 뇌졸중 환자 보행에 대한 매개변수의 개선에 효과적인 중재 방법이라고 보고하였다(Gunning과 Uszynski, 2019). 하지만 뇌졸중 환자에게 적용한 CLT의 여러 연구가 진행되었지만, CLT의 효과성을 종합적으로 분석한 연구가 미흡하였고 근거 구축을 위한 메타분석을 시도한 연구는 없었다.

뇌졸중 환자에 대한 재활 훈련의 유형은 짐볼, 균형 보드, 밴드, 모래주머니 등 소도구를 이용한 훈련, 고정 자전거 타기, 걷기 등의 유산소 훈련, 소도구를 이용한 훈련과 유산소 훈련을 결합한 훈련, 수중, 리듬 청각, 스마트폰을 이용한 훈련까지 다양한 유형의 훈련이 시행되었다. 보편적으로 뇌졸중 환자를 대상으로 다양한 신경계 훈련 프로그램을 임상에서 적용하고 있다. CLT를 시행한 그룹에서 근전도를 통한 다리근육의 활성화와 정적, 동적 균형 능력 검사에서 높은 효과가 있었다고 하였고(정우식 등, 2011), 스프린터, 스케이터 실시한 뇌졸중 환자의 마비 측 팔다리가 자발적으로 움직이면서 체중 이동의 부하훈련을 통해 운동 조절과 균형 능력에 탁월한 효과를 보였다고 하였다(Page 등, 2002). 이와 같은 근거를 기초로 하여 일어나 걷기 검사, 기능적 뺨기 검사, 균형 잡기 검사, 사본면 스텝 검사, 기타 균형 척도를 균형의 결과변수로 구분하고, CLT를 중재변수로 하여 효과 크기를 산출하여 메타분석을 실시하였다.

뇌졸중 환자를 대상으로 연구한 최종 논문들의 균형에 대한 결과 값을 분석한 결과 전체평균 효과 크기는 1.23으로 가장 큰 효과 크기를 나타내며, 통계적으로도 유의미한 효과가 있었다. 이러한 결과는 CLT가 뇌졸중 환자의 균형 향상에 영향을 준다는 것을 나타낸다.

균형을 잘 유지하려면 몸의 위치 변화에 발의 압력점이 자유롭게 움직여야 한다. 나숙현(2010)의 연구에서 운동유형에 따라 최대발의 압력 분포 위치 차이를 알아본 결과, 스프린트는 발의 압력이 앞쪽과 안쪽에 위치하였고, 스케이터는 바깥쪽과 뒤꿈치로 발의 압력이 분포하였다. 그러므로 CLT를 이용하여 뇌졸중 환자의 마비측 발의 압력변화를 비마비측 팔다리를 이용하여 다양한 몸의 위치변화에 대응할 수 있도록 마비측 다리를 훈련할 수 있었기 때문으로 생각된다. 임재길(2014)은 뇌졸중 환자 22명을 대상으로 CLT를 적용한 결과 BBS와 TUG에서 유의한 차이를 나타내어 동적 균형에 효과 있다고 하였고, 최원제와 서태화(2015)는 스케이터를 이용하여 TUG에서 향상을 보였다고 제시하였다. 하네스를 착용하여 만성 뇌졸중 환자의 균형을 능력을 6주 동안 스프린터 훈련을 통해 알아본 결과 대조군인 몸통 안정화 집단보다 TUG에서 유의한 감소를 나타내어 균형에 효과가 있다고 보고하였다(김범룡 등, 2015).

몸통의 근력 및 조절 능력은 균형 능력에 중요하다. 하지만 부분적인 몸통 근력 훈련보다 더 많은 균형 능력으로 전이를 발생시키기 위해서는 몸통을 분리해서 훈련하지 않고 팔과 다리를 결합한 전체적으로 훈련하는 것이 필요하다. TUG나 FSST의 균형 검사는 걷기가 포함되며, BBS 항목에서도 신체의 움직임을 포함된다. 김범룡 등(2015)의 연구에서 대조군에서 몸통안정화운동에 초점을 둔 군에서는 균형 능력의 효과가 나지 않았다. 그러므로 CLT는 팔과 다리의 수의적인 움직임 향상과 함께 몸통 근력을 향상하는데 도움을 준다. 특히 Vleeming 등(2007)이 제시한 전방사슬시스템, 후방사슬시스템을 효과적으로 강화하는 훈련 프로그램이 CLT라고 생각된다. CLT를

적용하여 몸통근두께를 알아본 결과 배바깥빗근, 배속빗근, 못갈래근, 배가로근이 시간에 따라 유의한 근 두께의 증가를 나타내어 근력 향상을 반영하였다(임재현 등, 2018).

더불어 균형의 평가항목을 분석한 결과 일어나 걷기 검사의 효과 크기는 1.40, 기능적 뺨기 검사의 효과 크기는 1.38, 기타 균형 척도의 효과 크기는 1.27, 기능적 뺨기 검사의 효과 크기 1.20 순으로 나타났다. 효과 크기 범위 0.2-0.5는 작은 효과 크기이며 0.5-0.8은 중간 효과 크기, 0.8이상인 경우 큰 효과 크기라고 하였다(Cohen, 1988). 즉 CLT가 뇌졸중 환자의 균형 능력에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. CLT가 전체 효과 크기에 미치는 영향에서 조혁신 등(2017)의 연구가 가장 큰 효과 크기를 나타낸 것은 다른 연구와는 달리 스프린터와 스케이터 적용함과 함께 실제 보행 주기에 맞춰 연속적으로 스프린터와 스케이터를 교대적으로 적용한 것이 균형 능력에 효과가 있었던 것으로 생각된다. 그러므로 균형 능력을 향상을 위한 중재 방법으로 앉기나 서기 같이 정적자세에서 CLT를 적용과 함께 보행 주기를 접목하여 연속 동작으로 CLT를 적용하는 것이 균형 능력 향상에 필요할 것으로 사료된다(Jung 등, 2019).

지금까지 CLT에 대한 적용은 일반성인, 뇌졸중 환자, 외상성 뇌손상, 노인, 소프트볼 선수, 양궁선수, 허리통증 환자, 부정렬증후군, 척추옆굽음증, 비만 노인을 대상으로 다양한 연구가 진행되었다. 그중 뇌졸중 대상자로 한 연구와 균형을 종속변수로 알아보려고 한 연구가 가장 많이 이뤄졌음에도 아직 메타분석이 이뤄지지 않았다. 이 연구는 메타분석을 통해 CLT 효과를 정량적으로 분석하려는 첫 시도라는 점에서 그 의미가 있다고 생각한다. 향후 대상자별, 측정변수별, 적용 방법, 적용 기간에 따라 다양한 메타분석의 시작점이 될 수 있는데 큰 의미가 있을 것이다.

체계적 문헌 고찰과 메타분석은 각각의 다양한 연구의 결과를 종합적으로 분석하여 반복적으로 이루어지고 있는 불필요한 연구를 줄이고, 임상적 환경에서 중재 방법을 결정하는데 효율적이고 타당한 근거를 제공한다(박완주 등, 2015). 또한 메타분석은 의미 없이 반복되는 연구방법의 실수를 줄일 수 있으며, 연구자에게 새로운 연구 방향을 제시해 줄 수 있다. 후속 연구로 CLT를 이용한 뇌졸중 환자의 다양한 기능개선을 위해 강력한 증거 기반을 구축하기 위해서는 광범위한 체계적 문헌 고찰 및 메타분석의 추가연구들이 필요할 것이다.

V. 결 론

본 연구는 2010년 1월부터 2019년 12월까지 국내에서 발행된 뇌졸중 환자를 대상으로 한 CLT 중재 논문 6편을 대상으로 체계적인 메타분석을 시행하였다. 본 연구의 결과, 전체 평균 효과 크기는 1.23으로 Cohen(1988)이 주장한 기준에 따르면 가장 큰 효과 크기를 보이며 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 균형의 평가항목을 나누어 분석한 결과 일어나 걷기 검사의 효과 크기가 1.40으로 가장 크고, 사분면 스텝 검사의 효과 크기는 1.38, 기타 균형 척도의 효과 크기는 1.27, 기능적 뺨기 검사의 효과 크기는 1.20, 균형 잡기 검사의 효과 크기는 1.06으로 나타났다. 본 연구결과는 다양한 임상에서 뇌졸중 환자의 CLT에 대한 표준화된 근거자료를 제공하고자 하였다.

추후 뇌졸중 환자를 대상으로 CLT를 응용하는 연구 개발이 필요할 것으로 보이며, 이를 위해 표준화된 근거자료를 바탕으로 질 높은 후행 연구가 지속해서 이루어져야 할 것이다. 더불어 균형 이외의 CLT를 이용한 뇌졸중 환자의 균형, 관절의 가동성 및 근력 등에 미치는 효과에 대한 메타분석이 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- 김동규, 이순현, 오덕원. 아급성기 뇌졸중 환자의 균형 및 보행 기능에 대한 체중지지 자세에서의 단계적 PNF 패턴 치료의 효과 - 단일사례연구. *PNF and Movement* 2018;16(3):307-315.
- 김범룡, 강태우. 만성허리통증의 고유수용성신경근촉진법 효과 -국내연구의 메타분석과 체계적 고찰. *PNF and Movement* 2019;17(1):157-166.
- 김범룡, 방대혁, 봉순녕. 하네스를 착용한 상하지 협응 패턴운동이 만성 뇌졸중 환자의 보행능력과 균형능력에 미치는 영향. *PNF and Movement* 2015;13(3):127-134.
- 김석환, 김동희. 고유수용성신경근촉진법이 여성노인의 신체기능 및 낙상효능감에 미치는 효과. *한국체육학회지* 2013;52(2):495-512.
- 김성철, 허영구. 편마비 환자의 트레드밀과 체중지지의 트레드밀 훈련이 균형능력 및 보행능력에 미치는 영향. *대한물리치료과학회지* 2018;25(1):31-43.
- 김아린, 양인숙. 운동중재가 심혈관질환자의 혈관내피전구세포에 미치는 영향. *한국산학기술학회논문지* 2017;18(4):366-379.
- 김은영, 황성동, 김은주. 치매 환자의 문제행동을 위한 자극지향적 중재의 효과 연구. *대한간호학회지* 2016;46(4):475-489.
- 나숙현. 상하지 협응운동패턴에 따른 족부압력 분포와 근활성도 비교[석사학위논문]. 고려대학교; 2010.
- 박완주, 박신정, 황성동. 한국 학령기 ADHD 아동을 위한 인지행동중재의 효과 연구. *대한간호학회지* 2015;45(2):169-182.
- 박지원, 이병희, 이수현, 등. 뇌졸중 환자의 운동기능, 균형 및 인지에 관한 상관관계분석. *대한물리치료과학회지* 2020;27(1):56-65.
- 안용덕, 박종향. PNF 통합패턴 트레이닝이 하키선수들의 균형능력과 기능적 능력에 미치는 영향. *디지털융복합 연구* 2013;11(11):521-528.
- 윤아름, 최기현. 녹차의 항-당뇨 효과에 대한 메타회귀분석. *한국데이터정보과학회지* 2011;22(4):717-726.
- 임재길. 스프린터와 스케이더를 이용한 고유수용성촉진법 패턴 운동이 뇌졸중 환자의 균형 및 보행 기능에 미치는 효과. *대한물리치료과학회지* 2014;26(4):249-256.
- 임재현, 장현진, 조운수, 등. 20대 남녀 대학생에게 클라이밍에서의 협응이동훈련이 몸통근 두께에 미치는 영향. *PNF and Movement* 2018;16(3):397-404.
- 정우식, 박승규, 박종향, 등. PNF 결합패턴이 뇌졸중 환자의 하지 근 활성화도 및 보행능력에 미치는 영향. *한국콘텐츠학회논문지* 2012;12(1):318-328.
- 정우식, 정재영, 김찬규, 등. PNF의 sprinter pattern을 통한 하지의 근 활성화도가 균형능력에 미치는 영향. *한국콘텐츠학회논문지* 2011;11(3):281-292.
- 조혁신, 신호섭, 방대혁. 고유수용성신경근촉진법의 상하지 협응 운동이여성노인의 균형능력에 미치는 효과. *PNF and Movement* 2015;13(4):189-196.
- 조혁신, 차현규, 신호섭. 고유수용성신경근촉진법을 적용한 상하지 협응 운동이 뇌졸중 환자의 균형 및 보행능력에 미치는 효과. *PNF and Movement* 2017;15(1):27-33.
- 최광용, 정희연, 맹관철. 전신진동자극훈련을 병행한 PNF 결합패턴 훈련이 뇌졸중환자의 근력, 균형 및 보행에 미치는 효과. *PNF and Movement* 2017;15(2):185-194.

- 최원제, 서태화. PNF 스케이터 패턴 운동이 뇌졸중 환자의 균형에 미치는 영향. 한국엔터테인먼트산업학회논문지 2015;9(2):289-298.
- Adler SS, Beckers D, Buck M. PNF in practice : An illustrated guide. 3rd ed. Heidelberg: Springer;2008.p.2-11.
- Borenstein M. Introduction to meta-analysis. Oxford: Wiley; 2009. p.85-101.
- Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. Hillsdale: N.J. L. Erlbaum Associates; 1988. p.55-70.
- Dietz B, Kim TY, Lee MK, et al. PNF in lokomotion : Let's sprint, let's skate. 2nd ed. Heidelberg: Springer; 2018. p.47-56.
- Globas C, Becker C, Cerny J, et al. Chronic stroke survivors benefit from high-intensity aerobic treadmill exercise: A randomized control trial. Neurorehabil Neural Repair 2012;26(1):85-95.
- Gunning E, Uszynski MK. Effectiveness of the proprioceptive neuromuscular facilitation method on gait parameters in patients with stroke: A systematic review. Arch Phys Med Rehabil 2019;100(5):980-986.
- Hariharasudhan R, Balamurugan J, Enhancing. Enhancing trunk stability in acute poststroke subjects using physioball exercise and proprioceptive neuromuscular facilitation technique: a pilot randomized controlled trial. Int J Adv Med Health Res 2016;3(1):5.
- Higgins J, Green S. Cochrane handbook for systematic reviews of interventions. Oxford: Wiley-Blackwell; 2008.
- Higgins JP, Thompson SG, Deeks JJ, et al. Measuring inconsistency in meta-analyses. BMJ 2003;327(7414):557-560.
- Jung JH, Kim MJ, Woo HJ, et al. Effect of CLX training combined with PNF pattern on balance ability. J Korean Phys Ther Sci 2019;26(1):1-8.
- Kelso JA, Holt KG, Rubin P, et al. Patterns of human interlimb coordination emerge from the properties of non-linear, limit cycle oscillatory processes: Theory and data. J Mot Behav 1981;13(4):226-261.
- Kim TY. The effect of strengthening exercise using the sprinter/skater patterns. PNF and Movement 2006;4(1):71-79.
- Lee DK, An DH, Yoo WG, et al. The effect of isolating the paretic limb on weight-bearing distribution and emg activity during squats in hemiplegic and healthy individuals. Top Stroke Rehabil 2017;24(4):223-227.
- Littell JH, Corcoran J, Pillai VK. Systematic reviews and meta-analysis. New York: Oxford University Press; 2008. p.116-128.
- Liu YC, Yang YR, Tsai YA, et al. Cognitive and motor dual task gait training improve dual task gait performance after stroke - a randomized controlled pilot trial. Sci Rep 2017;7(1):4070.
- Page SJ, Sisto S, Johnston MV, et al. Modified constraint-induced therapy after subacute stroke: A preliminary study. Neurorehabil Neural Repair 2002;16(3):290-295.
- Tedla JS, Sangadala DR. Proprioceptive neuromuscular facilitation techniques in adhesive capsulitis: A systematic review and meta-analysis. J Musculoskelet Neuronal Interact 2019;19(4):482-491.
- Vleeming A, Mooney V, Stoockart R. Movement, stability & lumbopelvic pain : Integration of research and therapy. 2nd ed. Edinburgh;Churchill Livingstone; 2007. p.22-33.
- Yang YR, Wang RY, Lin KH, et al. Task-oriented progressive resistance strength training improves muscle strength and functional performance in individuals with stroke. Clin Rehabil 2006;20(10):860-870.