

대한고유수용성신경근촉진법학회 : 제11권 제1호, 2013년 6월
J. of the Korean Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association
Vol.11, No.1, June 2013, pp.07~16

고유수용성감각 운동프로그램이 편마비 환자의 균형 수행력에 미치는 효과

김희권

목포과학대학교

The Effect of Proprioceptive Exercise Program on Balance Performance in Hemiplegic Patients

Hee-Gwon Kim, PT, PhD

Dept. of Physical Therapy, Mokpo Science college

ABSTRACT

Purpose : The purpose of this study is to analyze the effect of the proprioceptive exercise program on balance performance in order to suggest hemiplegic patients the therapeutic intervention.

Methods : In this study, Proprioceptive exercise program was applied to 11 hemiplegic patients for 6 weeks as follows: First of all, hemi leg flexion-extension pattern was applied in a supine position. Secondly, alternated leg flexion pattern was applied in a standing posture with one hand support on the unstable platform. Thirdly, rhythmic stabilization techniques were applied in a standing posture on the unstable platform.

Results : Significant differences were observed the chronic low back pain patient for VAS, BBS. Chronic low back pain patient improved all test.

The results of this study were summarized as follows:

1. After intervention, there was a statistically significant change in the dynamic balance (FSST, TUG, FRT) performance($p < .05$).
2. After intervention, there was also a statistically significant change in the static balance (FICSIT-4) performance($p < .05$).

Conclusion : The result of the study suggests that muscle strength exercise by the intervention of proprioceptive exercise program improves the hemiplegic patients' static and dynamic balance performance.

Key Words : Proprioceptive, Static balance, Dynamic balance

I. 서론

인간의 행복한 삶은 육체적, 정신적, 영적 상태를 건강하게 유지하는 것이나, 생체의 항상성의 붕괴로 인해 질병이 발생한다. 뇌졸중은 만성적 기능장애를 유발하며 사망률이 높은 질병으로(Mackay와 Eensah, 2004) 우리나라 보건복지 통계연보(2011)에 의하면 2010년 사망자의 주요 사망원인별 사망률 중 악성신생물(암)이 10만 명당 144.4명으로 가장 높고 다음으로 뇌혈관 질환(뇌졸중)이 53.2명, 심장질환이 46.9명 순으로 나타났다. 이처럼 사망률이 높은 뇌혈관 질환은 생존하더라도 정신적, 신체적 장애로 인하여 개인생활과 도구적 일상생활 동작에 어려움을 겪는다.

뇌혈관 환자에 대한 다양한 연구들에 의하면 뇌졸중 환자의 신체 기능 회복이 뇌조직의 분자-세포 수준에서의 변화에 따른 신경가소성으로 설명되고 있다(Molteni 등, 2004; Vaynman, 2004).

신경가소성(neuroplasticity)은 감각 입력뿐만 아니라 습관화, 학습과 기억 그리고 손상 후 세포 회복에 따른 중추신경계의 재조직화와 수정을 나타내는 것으로 뇌손상 후 재학습과 신체기능 회복도 이러한 신경가소성에 의해 가능하다(Ekman, 2002).

최근에는 의료장비의 발달로 fMRI(기능성 자기공명장치) 등의 기능적 신경 이미지 기법을 이용한 뇌도식화 기법을 사용하여 확인된 중추신경계 재조직화(re-organization)는 뇌졸중 부위와 신경회로로 연결된 뇌 영역의 활동 증가, 병변 대측 반구(contralateral hemisphere)의 활동성 증가, 정상 피질 영역의 체성감각 영역의 변화에 의한 것으로 확인되었다. 따라서 뇌졸중 후 다양한 치료적 자극과 행동학적 경험의 결과 강도는 신체기능의 회복에 중요한 인자로 작용한다(Biernaskie 등, 2004).

Holt 등(2000)은 뇌졸중 환자들이 비대칭적인 체중 이동으로 인하여 균형능력이 저하되기 때문에 뇌졸중 후 6개월 이내에 적어도 한번 이상은 넘어지는 경험을 한다고 하였다. 결국 편마비 환자의 비대칭성 서있는 자세는 비마비 측으로 현저하게 체중부하가 주어지고

신체의 중심선을 기저면 내의 중심에 위치하지 못함으로 전·후, 좌·우 흔들림(sway)이 증가되며, 보행 중에 체중이동 능력의 저하를 가져오게 된다고 생각한다.

Carr와 Shepherd(2003)에 의하면 환경 안에서 여러 과제를 수행하기 위해 기저면 위에서 신체의 균형을 유지하는 능력은 일상생활에서 가장 중요한 운동조절 요소 중 하나라고 하였다.

균형이란 기립자세의 목적을 달성하기 위해 환경에 대한 인식과 감각정보의 구조화를 포함하는 복잡한 과정으로 주어진 환경에서 기저면 위에서 중력중심을 조절하는 능력을 말한다(Umphred, 2001). 이와 같은 균형은 정적 균형(static balance)과 동적 균형(dynamic balance)으로 구분할 수 있다. 정적 균형은 기저면 내에 신체 중심을 위치하고 흔들리지 않는 안정된 자세를 유지하는 것이며, 동적 균형은 기능적 활동을 위한 움직임 때 안정을 위해 기저면 내에 신체 중심을 유지하는 것을 의미한다(Wade와 Jones, 1997).

뇌졸중에 의한 편마비 환자는 정적 및 동적 균형력의 감소가 나타나는데 Brody(1999)는 객관적이고 기능적인 측정을 위해 임상에서 사용하는 중요한 균형 평가 도구로 Duncan 등(1990)의 기능적 뻗기 검사(Functional Reach test), TUG(Timed Up & Go) 검사, FSST(Four Square Step Test), FICSIT (Frailty & Injuries Cooperative Studies of Intervention Techniques)-4, 이 외에도 여러 검사 도구들이 있다고 하였다.

Kandael 등(2001)은 고유수용성감각은 공간에서 자세, 운동감각, 위치감각, 근수축의 타이밍에 관여하며, 안뜰기관(vestibular organ)으로부터의 입력과 협조하여 균형을 유지하고, 근 긴장을 정상화하여 자세와 운동을 조절한다고 하였다.

Hall과 Brady(1999)는 편마비로 인하여 기능적 동작의 제한이나 다른 근육에 의한 대상작용이 나타날 때 올바른 움직임을 할 수 있도록 관련된 근육을 강화하고 촉진시키는 적절한 치료의 방법으로 고유수용성 신경근 촉진법을 들 수 있다고 하였다.

고유수용성 신경근 촉진법은 고유수용기와 외부수

용기 및 시각 그리고 청각 자극과 저항을 이용하여 수축을 유발시켜 근력강화와 운동 조절력 증가 및 안정성을 증가시킬 수 있을 뿐만 아니라, irradiation(방산) 원리를 촉진 절차로 사용하고 있다(Adler 등, 2008).

따라서 본 연구의 필요성은 뇌졸중에 의한 편마비 환자에게 고유수용성 감각 운동프로그램이 균형 수행력에 미치는 영향을 분석하여 편마비 환자의 치료적 중재에 이용할 수 있는 방법을 제안하는 데 있다.

II. 연구 방법

1. 연구 기간 및 대상

본 연구는 고유수용성감각 운동프로그램이 편마비 환자의 정적·동적 수행력을 알아보기 위하여 전라남도 소재한 K, J병원에서 연구를 실시하였다. 연구의 참여자들은 편마비로 재활치료 중인 환자 중에서 뇌졸중 진단을 받고 근육·뼈대계에 질환이 없는 환자, 의사소통이 가능하고 지시를 따를 수 있는 환자, 다른 신경학적 결함이 없는 환자, 시각 결손과 전정기관에 이상이 없는 환자, 편마비 측에 대한 무시가 없는 환자, 스스로 앉고 일어서기가 가능한 환자로써 인터뷰를 통해 본 연구의 목적을 이해하고 동의한 23명이 참여하였다. 실시하던 중 참여자의 퇴원 등 여러 가지 사정으로 인하여 11명을 대상으로 연구를 하였으며, 고유수용성감각 운동프로그램을 총 6주 동안 1주일에 3번을 실시하였다.

2. 연구 절차

본 연구에서는 뇌졸중에 의한 편마비 환자를 대상으로 고유수용성 감각 자극을 위해 고유수용성 신경근 촉진법을 사용해서 첫째, 바로 누운 자세에서 편마비 다리에 대해 굽힘(flexion) 패턴과 펴(extension) 패턴을 적용하였고(Fig. 1, 2) 둘째, 불안정판 위에서 한 손을 지지하고 서 있는 자세에서 교대로 다리 굽힘 패턴을 적용하였으며(Fig. 3) 셋째, 불안정판 위에 서 있

는 자세에서 안정적 반전(stabilizing reversal) 기법을 적용하였다(Fig. 4). 그리고 각각의 패턴과 기법을 1세트에 10번 반복하며 3세트를 시행하면서 각 세트 사이에는 휴식시간을 주었다.

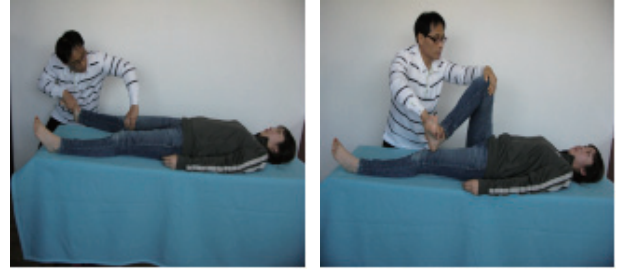


Fig. 1. Lower Extremity Flexion Pattern



Fig. 2. Lower Extremity Extension Pattern



Fig. 3. Lower Extremity Flexion Pattern

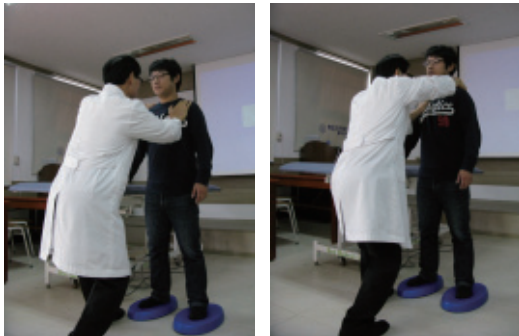


Fig. 4. Stabilizing Reversal Technique

3. 측정 도구

(1) Frailty and Injuries Cooperative Studies of Intervention Techniques (FICSIT)-4 Test

FICSIT-4는 정적 균형 평가도구로 Rossiter-Fornoff 등(1995)의 연구에서 신뢰도가 높게 나타났다. 측정은 4가지 자세로 첫째, 양발을 붙이고 평행하게 선 자세(parallel), 둘째, 한 쪽 다리의 뒤꿈치를 다른 쪽 다리의 엄지발가락 옆에 놓고 선 자세(semi-tandem), 셋째, 한쪽 다리의 발뒤꿈치를 다른 쪽 다리의 발 앞에 일직선으로 놓고 선 자세(tandem), 넷째, 한 발로 선 자세 (one-leg stand) 등을 실시하여 한 발로 선 자세를 제외한 나머지 자세에서는 눈 뜨고/눈 감고를 구별하여 평가하였으며, 총 7개 항목으로 항목 당 최소 0점에서 최대 4점으로 구성되어 있어 총합은 28점이다(Fig. 5.1-4).



Fig. 5-1. Parallel Position



Fig. 5-2. Semi-tandem Position

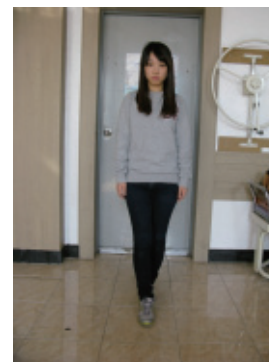


Fig. 5-3. Tandem Position



Fig. 5-4. One-leg Position

(2) Four Square Step Test (FSST)

FSST 방법은 동적 균형능력을 평가하는 데 사용되는 도구이며, 뇌졸중 환자를 대상으로 Blennerhasset와 Jayalath(2008)에 의해 이 검사 도구는 동적 균형능력에 대한 타당도가 입증되었다. 이 측정법은 높이 2.5cm, 길이 80cm의 두 개의 봉을 십자(+) 모양으로 바닥에 설치하여 4분면으로 나눈다. 검사 대상자는 왼쪽

1분면에서 오른쪽 방향으로 돌아 4분면으로 갔다가 1분면으로 되돌아오는 동작(1-2-3-4-3-2-1)을 시행하는데 각 분면에 두발이 닿도록 해야 한다. 대상자가 한번 연습을 한 후에 수행시간을 측정하였다(Fig. 6).



Fig. 6. Four Square Step Test (FSST)

(3) Timed Up & Go (TUG) Test

TUG 검사는 기본적인 운동성과 동적 균형 능력을 빠르게 평가할 수 있는 검사방법으로 46cm 높이의 팔걸이가 있는 의자에서 일어나 바닥에 표시된 3m 선을 따라 왕복하여 돌아와서 다시 의자에 앉는 시간을 측정하는 방법이다. 30초 이상이면 기초 이동능력이 의존적이고 혼자서 실외 활동을 할 수 없다. Podisadlo와 Richardson(1991)에 의하면 이 검사도구의 측정 신뢰도는 $r=.99$ 로서 신뢰할 만한 도구이다(Fig. 7).

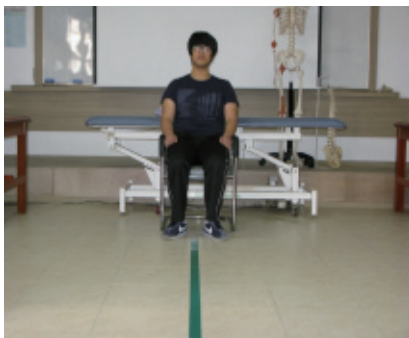


Fig. 7. Timed Up & Go (TUG) Test

(4) Functional Reaching Test (FRT)

기능적 뻗기 검사(FRT)는 임상에서 기능적 동적 균형 검사를 시행할 수 있는 평가 도구이다. 대상자는 두

발을 어깨 넓이로 벌린 상태에서 벽 옆에 선 후 주먹을 쥐고 어깨관절을 90° 굽힘 후 벽을 따라 최대한 균형을 잃지 않고 팔을 전방으로 뻗을 때 벽에 닿지 않도록 하면서 몸통을 구부리도록 하였다. 또한 몸통을 돌리거나 무릎관절을 굽힘 그리고 발을 앞으로 내딛는 보상작용을 하지 않도록 사전에 주의사항을 알려주었다(Fig. 8).



Fig. 8. Functional Reaching Test (FRT)

FICSIT-4, FSST, TUG, FRT 등의 정적·동적 균형능력 측정은 한번 연습을 한 후 3번 측정하여 평균값을 측정값으로 사용하였다. 이들 측정을 위해 팔걸이가 있는 의자, 2.5cm 높이 십자(+) 형태의 막대기, CASIO 디지털 스톱워치(1/100초), 줄자 등을 사용하였다.

4. 연구 자료 분석

본 연구는 고유수용성감각 운동프로그램의 중재 전과 중재 후 얻어진 모든 자료를 분석하기 위하여 Windows SPSS version 15.0 통계프로그램을 이용하여 평균(M)±표준편차(SD)로 구하였으며, 분석오차를 줄이기 위해 각 항목들에 대한 평균값을 사용하였다. 그리고 고유수용성 감각 운동 프로그램의 중재 전과 중재 후에 동적과 정적 균형 수행력의 유의성을 검정하기 위해 FICSIT-4는 비모수 검정(Wilcoxon signed-ranks test)으로 분석하였고 FSST, TUG, FRT는 대응표본 t-검정(paired t-test)을 이용하여 분석하였으며, 통계학적 유의성 검증을 위해 유의수준 α 는 .05로 하였다.

5. 연구의 제한점

본 연구를 실시하는 동안 제한점은 다음과 같다.

- 1) 연구의 기간 동안 중재 이외의 신체활동은 통제하지 못했다.
- 2) 연구 대상자의 개인적 환경 요인, 심리적 요인 등을 고려하지 않았다.
- 3) 연구 대상자는 광주광역시에 소재한 병원의 환자로 한정하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구 대상자는 뇌졸중에 의한 편마비 환자로 총 11명이며, 성별은 남성 8명이고 여성은 3명이다. 환자의 평균 연령은 55.18±7.64세이고 유병기간은 평균 26.09±16.73개월이며, 뇌졸중 유형은 뇌출혈이 7명, 뇌경색이 4명이다. 그리고 오른쪽 편마비 6명, 왼쪽 편마비 5명이었다. 연구대상자의 일반적 특성은 다음의 Table 1과 같다.

Table 1. General characteristics of the subjects(n=11)

Gender	Age(years)	Invasion duration(months)	Stroke type	Hemi-side
Male : 8	55.18±7.64	26.09±16.73	Hemorrhage : 7	Right : 6
Female : 3			Infarction : 4	Left:5

* Mean±Standard Deviation

Table 2. Comparison of dynamic balance performance with-in pre-test and post-test in exercise program

Item	Pre (M±SD)	Post (M±SD)	t	p
FSST(sec)	53.35±12.35	39.17±11.20	6.22	.00*
TUGT(sec)	38.80±10.56	25.98±7.98	9.61	.00*
FRT(cm)	15.52±5.46	19.88±5.22	-8.87	.00*

M±SD : Mean±Standard Deviation

FSST(Four Square Step Test)

TUGT(Timed Up and Go Test)

FRT(Functional Reaching Test)

* p<.05

2. 운동프로그램 중재 전·후의 동적 균형 수행력 비교

고유수용성감각 운동프로그램의 중재 전 FSST 검사에서의 측정점수는 53.35±12.35로 나타났으며, 중재 후에는 39.17±11.20으로 나타나 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(P<.05). 중재 전 TUG 검사에서 측정점수는 38.80±10.56으로 나타났으며, 중재 후에는 25.98±7.98로 나타나 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(P<.05). 중재 전 FRT 검사에서 측정점수는 15.52±5.46으로 나타났으며, 중재 후에는 19.88±5.22로 나타나 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(P<.05). 동적 균형 수행력의 연구결과는 다음의 Table 2와 같다.

3. 운동프로그램 중재 전·후의 정적 균형 수행력 비교

고유수용성감각 운동프로그램 중재 전과 후의 FIC-SIT-4 정적 균형 수행력 검사 항목 7가지, 즉 양발을 붙이고 평행하게 선 자세(parallel)에서 눈 뜨고 눈 감

기 항목, 한 쪽 다리의 뒤꿈치를 다른 쪽 다리의 엄지발가락 옆에 놓고 선 자세(semi-tandem)에서 눈 뜨고 눈 감기 항목, 한쪽 다리의 발뒤꿈치를 다른 쪽 다리의 발 앞에 일직선으로 놓고 선 자세(tandem)에서 눈 뜨고 눈 감기 항목, 한발로 선 자세(one-leg stand)에서 눈 뜬 항목을 비교하였다.

고유수용성감각 운동프로그램의 중재 실시한 각각의 항목에 대한 FICSIT-4 검사의 총 점수는 13.91±5.68점으로 나타났으며, 중재 후에는 18.18±6.88점으로 나타나 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(P<.05). 연구결과는 다음의 Table 3과 같다.

Table 3. Comparison of static balance performance with-in pre-test and post-test in exercise program

(Unit: score)				
Item	Pre (M±SD)	Post (M±SD)	z	p
FICSIT-4 Total	13.91±5.68	18.18±6.88	-2.943	.003*

M±SD: Mean±Standard Deviation

FICSIT: Frailty & Injuries Cooperative Studies of Intervention Techniques-4

* p<.05

IV. 고 찰

기능적 움직임을 재획득하기 위한 여러 가지의 치료적 접근이 시도되었는데 편마비측 상지의 강제 유도 훈련의 적용, 과제 지향적 운동의 적용, 이동(locomotion) 과제를 동반한 운동의 적용, 불안정한 기저면 상에서의 보행훈련, 하지 근육의 고강도 훈련, 다양한 기저면에서의 훈련, 가상현실을 이용한 운동, 수중운동을 적용한 연구들이 보고되었다(Browen 등, 2004; Cho 등, 2004).

박유형(2009)의 연구에서는 뇌졸중 환자 13명을 대상으로 발목관절 고유수용성 운동조절 프로그램을 적용한 결과 근력과 동적 그리고 정적 균형능력이 향상되

었다고 보고하였다.

송주민과 김수민(2007)의 연구결과에서는 고유수용성 신경근 촉진법을 이용한 매트 운동이 뇌졸중 환자의 균형 수행능력을 향상시키는 것으로 나타났다.

최인용(2008)에 의하면 탄력밴드를 이용하여 고유수용성 신경근 촉진법 하지패턴 운동을 성인 편마비 환자에게 적용한 결과, 근력과 균형 수행력이 향상되었다고 하였다.

김재현(2008)에 의하면 고유수용성 신경근 촉진법의 하지 패턴 운동은 균형 능력과 보행등의 기능을 향상시키려는 목적으로 보행에 필요한 발과 발목관절 부분의 근육을 훈련시키는 데 매우 유용한 방법으로 임상에서 많이 시행되고 있다고 하였다.

배수찬 등(2001)은 불안정한 지지면에서 평형훈련이 자세동요의 전후, 좌우각도, 자세동요 거리에 효과가 있다고 하였다. Taube 등(2007)의 연구결과에서는 건강한 성인 23명을 대상으로 불안정한 지지면에서 동요를 주면서 훈련하여 중재 전·후 안정성을 평가하였는데 중재 이후가 중재 전과 비교하여 유의한 차이를 나타냈다.

황인걸 등(2009)의 연구에서는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자를 대상으로 상·하지를 결합한 고유수용성 신경근 촉진법 패턴 운동을 4주간 적용시켰을 때 6m 보행 시간과 환측, 건측 활보장과 보장에서 중재 전·후에 유의한 차이가 나타나 보행속도와 보행의 양적 특성을 향상시키는 데 효과적으로 나타났다.

송현승 등(2010)은 편마비 진단을 받고 재활 치료 중인 환자를 대상으로 고유수용성 감각 운동 프로그램을 4주간 실시한 결과, 뇌졸중 환자의 고유수용성 감각인 위치감각과 균형능력을 향상시켰다.

Blennerhassett 등(2004)에 의하면 4주간의 과제 지향적 중재를 통해 6m 보행검사와 TUG 검사에서 유의한 향상이 나타났다고 보고하였다.

이현옥 등(2007)의 연구에서는 편마비 환자 10명을 대상으로 앉은 자세와 선 자세에서 고유수용성 신경근 촉진법의 울동적 안정화 기법을 적용하였고 앉은 자세에서 등장성 수축 결합 기법을 적용한 뒤 TSS, FRT,

TUG, BBS 등의 평가도구를 이용하여 정적·동적 균형능력을 알아본 결과 모두 유의한 향상이 있었다고 보고하였다. 이는 뇌졸중에 의한 편마비 환자에게 바로 누운 자세와 불안정판 위에 선 자세에서 고유수용성 감각 운동 프로그램을 적용한 뒤 측정된 본 연구에서의 FRT, TUG 균형 수행능력이 향상된 결과와 일치하였다.

이문규 등(2009)의 연구에서도 편마비 환자에게 고유수용성 신경근 축진법을 이용한 스프린터 패턴을 옆으로 누운 자세, 수정된 척행(modified plantigrade) 자세, 반-선(half-stand) 자세에서 4주 동안 치료적 중재를 시행한 후 BBS, FICSIT-4, FSST 도구를 사용해 평가한 결과, 뇌졸중 환자의 균형능력이 향상되었다고 보고하였다. 이는 뇌졸중에 의한 편마비 환자에게 바로 누운 자세와 불안정판 위에 선 자세에서 고유수용성 감각 운동 프로그램을 적용한 뒤 측정된 본 연구에서의 FICSIT-4, FSST 균형 수행능력이 향상된 결과와 일치하였다.

V. 결론

본 연구는 뇌졸중에 의한 편마비 환자 11명을 대상으로 고유수용성 감각 운동프로그램을 6주간 적용한 뒤 중재 전과 중재 후의 정적 그리고 동적 균형 능력에 미치는 영향을 알아보았다. 정적 균형 수행능력에 대한 분석 방법으로는 FICSIT-4(Frailty and Injuries Cooperative Studies of Intervention Techniques-4)의 평가도구를 이용하였고 동적 균형 수행능력에 대한 분석 방법으로는 FSST(Four Square Step Test), 기능적 뻗기 검사(functional reaching test; FRT), TUG(Timed Up and Go) 평가도구 등을 이용하였으며 연구 결과는 다음과 같다.

1. 동적 균형 능력에서도 FSST, FRT, TUG 도구로 치료적 중재 전과 중재 후를 측정된 결과 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈다($P < .05$).
2. 정적 균형 능력에서 FICSIT-4 도구로 치료적 중재 전과 중재 후를 측정된 결과 통계학적으로 유

의한 차이를 나타냈다($P < .05$).

이상의 결과들을 종합적으로 분석하면 뇌졸중에 의한 편마비 환자에게 치료적 중재로 사용한 바로 누운 자세와 불안정판 위에 서서 적용하는 고유수용성 감각 운동프로그램이 정적 그리고 동적 균형 수행능력 증진에 영향을 미치므로 편마비 환자에게 자세 및 기능적 활동 시 요구되는 균형 수행력을 증진시키기 위한 치료적 운동의 중재 방법으로 사용할 수 있다고 생각된다.

참고 문헌

- 김재현. 무릎관절의 운동학적 분석. 대한고유수용성신경근축진법학회지. 6(1):53-60, 2008.
- 박유형. 발목관절 고유수용성 운동조절 프로그램이 뇌졸중 환자의 균형 및 보행에 미치는 효과. 삼육대학교 대학원. 석사학위논문. 2009.
- 보건복지부. 보건복지통계연보. 2011.
- 배수찬, 김근조, 윤홍일. 불안정한 지지면에서의 평형 훈련이 편마비 환자의 균형능력에 미치는 영향. 대한정형도수치료학회지. 7(2):5-22, 2001.
- 송주민, 김수민. PNF 매트 운동이 뇌졸중 환자의 균형수행력 향상에 미치는 효과. 대한고유수용성신경근축진법학회지. 5(2):11-19, 2007.
- 송현승, 박혜령, 배시절, 박지성, 조형태, 장하희, 김수진. 고유수용성 감각증진 운동이 뇌졸중환자의 균형능력에 미치는 영향. 대한고유수용성신경근축진법학회지. 86(2):1-80, 2010.
- 이문규, 이종식, 정우식, 국은주, 임재현, 김태윤. 고유수용성 신경근 축진법이 편마비 환자의 균형능력에 미치는 영향. 대한고유수용성신경근축진법학회지. 7(1):9-16, 2009.
- 이진희. 과제 지향 상지 운동학습이 뇌졸중 환자의 운동패턴과 신경 재조직화에 미치는 효과. 대구대학교 대학원. 2002.
- 이현옥, 김대경, 류시구 등. 고유수용성 신경근 축진법이 편마비 환자의 균형에 미치는 영향. 고유수용성신

- 경근촉진법학회지. 5(2):55-62, 2007.
- 최인용. 고유수용성 신경근 촉진법 하지패턴을 이용한 탄력밴드 운동이 성인 편마비 환자의 체중지지와 균형에 미치는 영향. 포천중문의과대학교 복지대학원 석사학위논문. 2008.
- 황인걸, 한미란, 손경현, 임재현, 이문규. 고유수용성신경근 촉진법이 편마비 환자의 보행능력에 미치는 영향. 고유수용성신경근촉진법학회지. 7(1):1-8, 2009.
- Adler SS, Beckers D, Buck M. PNF in Practice, Third Edition. Springer, 7-9, 2008.
- Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, et al. Measuring balance in the elderly: Validation of an instrument. Can J Public Health, 83(Suppl 2):S7-11, 1992.
- Biernaskie J, Chernenko G, Corbett D. Efficacy of rehabilitative experience declines with time after focal ischemic brain injury. J Neurosci. 24:1245-1254, 2004.
- Blennerhassett J, Dite W. Additional task related practice improves mobility & upper limb function early after stroke: A Randomised Controlled Trial. Aust J Physiother., 50(4):219-224, 2004.
- Blennerhassett J, Jayalath V. The Four Square Step Test is a Feasible and Valid Clinical Test of Dynamic Standing Balance for Use in Ambulant People Poststroke. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 89(11):2156-2161, 2008.
- Brody LT. Balance impairment In: Hall CM, Brody LT, eds. Therapeutic Exercise, 1st ed, Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins, 1999.
- Brown A, Wenman R, Sunnerhagen KS. Virtual reality and haptics as a training device for movement rehabilitation after stroke. Arch Phys Med Rehabil. 85:1249-1250, 2004.
- Carr Jh, Shepherd RB. Stroke rehabilitation: guidelines for exercise and training to optimize motor skill. Elsevier Health Sciences, 2003.
- Cho KS, ENG JJ, Dawson AS, et al. Water-based exercise for cardiovascular fitness in people with chronic stroke: A randomized controlled trail. Arch Phys Med Rehabil. 85:870-874, 2004.
- Duncan P, Weiner D, Chandler J, et al. Functional reach: a new clinical measure of balance. J of Gerontol. 45:M192-197, 1990.
- Ekman L. Neurosciences. Fundamentals for Rehabilitation, 2nd ed. W.B. Saunders company. 2002.
- Hall CM, Brady LT. Therapeutic Exercise, Lippincott Williams & Wilins. 1999.
- Holt RR, Simpson D, Jenner JR, et al. Ground reaction force after a sideways push as a measure of balance in recovery from stroke. Clin Rehabil. 14(1):88-95, 2000.
- Kandael ER, Schwartz JH, Jessal TM. Principles of Neural Science. 4th, MacGrew Hill Company. 2001.
- Mackay J, Eensah AG. The atlas of heart disease and stroke. Geneva: World Health Organization. 2004.
- Molteni et al. Exercise reverse the harmful effects of consumption of a high-fat diet on synaptic and behavioral plasticity associated to the action of brain-derived neurotrophic factor. Neuroscience. 123:429-440, 2004.
- Podisadlo D, Richardson S. The timed Up & Go: a test of basic functional mobility for frail elderly person. Journal of the American Geriatrics Society. 39:142-148, 1991.

- Rossiter-Fornoff J, Wolf S, Woifson L et al. A cross-sectional validation study of the FICSIT common data base static balance measures. *The Journals of Gerontology: Series A*. 50(6):M291-M297, 1995.
- Taube W, Gruber M, Beck S, et al. Cortical and spinal adaptations induced by balance training: correlation between stance stability and corticospinal activation. *Acta Physiol*. 189(4):347-358, 2007.
- Umphred DA. *Neurological Rehabilitation*, 4th ed. St. Louis, Mosby, 2001.
- Vaynman S, et al. Hippocampal BDNF mediates the efficacy of exercise on synaptic plasticity and cognition. *Eur. J. Neurosci*. 20:2580-2590, 2004.
- Wade M, Jones G. The role of vision and spatial orientation in the maintenance of posture. *Physical Therapy*. 77(6):619, 1997.