

고유수용성 신경근 촉진법을 적용한 요부 안정화 운동이 만성 뇌졸중 환자의 균형과 보행에 미치는 영향

박재명, 신영일¹⁾, 양성화²⁾

서울의료원 물리치료실, 한국재활복지대학교¹⁾, 대한적십자사 경인의료재활센터²⁾

The Effect of Lumbar Stabilization Exercise with Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Technique to Balance and Gait in Chronic Stroke Patients

Jae-myung Park, Young-il Shin¹⁾, Seong-hwa Yang²⁾

Dept. of Physical Therapy, Seoul Medical Center

Dept. of Physical Therapy, Korea National College of Rehabilitation & Welfare¹⁾

Dept. of Physical Therapy, Gyeonggi-Incheon Regional Rehabilitation Hospital²⁾

Key Words:

Balance
Chronic Stroke,
Gait,
PNF technique,
Lumbar
Stabilization
Exercise

ABSTRACT

Background: The purpose of this study is on finding the effects of the lumbar stabilization exercise applied with the proprioceptive neuromuscular facilitation technique (PNF) to the balance and the gait of chronic stroke patients. **Methods:** An experiment was conducted using two sets of behavioral measures with 30 chronic stroke hospitalized patients in the rehabilitation center located in Incheon city. The 15 participants in group A were instructed to apply the traditional exercise therapy. And the other 15 participants were assigned to apply the lumbar stabilization exercise with the PNF technique. It was conducted for 30 minutes per three days for six weeks, which had eighteen times. Using the balance system, it was checked about the static and dynamic balance. Using the Gaitrite, it was checked about the ability of the gait. **Results:** There was a better effect on both groups especially with the static balance. Those who were applied the lumbar stabilization exercise with the PNF technique had a better result on the dynamic balance and the gait than those applied the traditional exercise therapy. **Conclusion:** This research shows that the Lumbar Stabilization Exercise applied with the PNF technique is more effective on dynamic balance and the gait performance ability of the chronic stroke patients.

I. 서론

뇌졸중이란 뇌의 혈액 공급이 중단되거나 뇌 조직으로 출혈이 발생하여 주로 운동신경과 감각신경을 지배하는 뇌의 기능이 상실되는 뇌혈관 질환을 의미한다(Sharp와 Brouwer, 1997) 뇌혈관 질환은 현재 우리나라에서 2009년 인구 1,000명당 6.7명의 유병률과 .6명의 사망률, 인구 10만명당 460.3명으로 65세 이상 인구의 두 번째 사망원인에 속한다(통계청, 2009). 중추 신경계

손상으로 인한 뇌졸중 환자는 환측 무시와 조화로운 운동조절 능력이 감소되어 균형과 보행에 장애가 나타나고(Vearrier 등, 2005), 일상생활동작과 독립적인 활동과 같은 기능적 활동의 수행능력이 저하된다(Jorgensen 등, 1995).

뇌졸중 환자의 회복을 위한 치료방법으로 단일 움직임을 강화하기 위한 기능적 접근 방법이나(Luft 등, 2008; Pak와 Patten, 2008) 다양한 신경 촉진 기법들이 사용되어져 왔다(Hafsteinsdottir, 2005; Luke 등, 2004). 특히, 나선과 대각선적 움직임을 이용한 고유수용성 신경근 촉진법은 근육과 건의 고유수용기를 자극하여 근력, 유연성 및 평형성을 증가시켜(Kofotolis와 Kellis,

교신저자: 양성화(경인의료재활센터, slayers1440@hanmail.net)
논문접수일: 2012.06.14, 논문수정일: 2012.06.19,
게재확정일: 2012.06.24

2006) 근력강화와 자세변화 훈련의 물리치료보다 근 수행력과 균형과 보행의 기능개선에 더 효과적이라고 알려져 있다(Reichel, 1996). 또한 체간의 운동수행 능력은 만성 뇌졸중 환자이더라도 균형과 보행의 개선을 위해서는 필요하다고 하였다(Verheyden 등, 2006).

요부 안정화 운동은 일반적으로 만성요통 환자에게 적용되는 물리치료로, 만성요통 환자의 통증 및 기능 개선에 효과적임이 이미 보고되어 있다(Kumar, 2011). 한편으로 요부 안정화 운동은 대뇌반구에서 신경 지배를 받는 복부근과 다열근을 동시에 활성화 시켜 자세의 정열을 맞추고 균형 능력을 개선하여(Hodges와 Richardson, 1997) 보행 패턴을 개선시키고 정상적인 운동양상을 촉진하여 과도한 근 긴장도를 감소시키는 운동방법으로 뇌의 운동기관의지구조화를 향상시켜 균형감과 유지능력을 개선하여 신체기능을 증진시키는 역할을 한다(Karatas 등, 2004; Trueblood 등, 1989). 또한 체간 근육을 활성화 시켜 체간의 조절 능력을 향상시킨다(Imai 등, 2010). 이러한 효과들은 뇌성마비나 뇌졸중 환자와 같은 중추신경계 질환을 개선하는 데에도 효과가 있음이 보고되어 있다(Babyar 등, 2007). 고대식 등(2010)은 스위스볼을 사용한 요부 안정화운동을 뇌졸중 환자의 균형 능력 개선을 위해 사용하여 균형 및 보행 능력 개선의 결과를 도출해 냈고, 그 이유는 주로 고유수용성 감각이 강한 자극을 받아 지각능력, 균형감각 등이 활성화 되어 자세유지에 필요한 정위반응, 평형반응이 유발되었다고 하였고, 김창영 등(2008)은 체간 안정화 운동이 만성 뇌졸중 환자의 체간 근력 및 보행에 효과적이라 하였다. 하지만 기존 연구들은 근력 및 근 지구력 같은 근 기능에 기반을 둔 손상학적인 단편적인 연구들이 대부분이었고 이를 통합하여 적용한 연구는 없으며, 기능적 도달검사(Functional Reach Test, FRT)나, 버그 균형척도(Berg Balance Scale, BBS) 등과 같이 임상에서 흔히 사용할 수 있는 간단한 평가만을 사용하였다(김창영, 2008; Karatas 등, 2004).

이에 본 연구에서는 고유수용기를 주로 자극하는 고유수용성 신경근 촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation technique, PNF)기법을 적용한 요부안정화 운동이 만성 뇌졸중 환자의 기능적인 균형과 보행에 미치는 영향을 수치화 할 수 있는 데이터를 사용하여 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구 대상은 인천에 소재한 I 병원 재활병동에 입원중인 뇌졸중 환자 중 자발적으로 실험에 동의한 30명을 대상으로 군당 15명씩 연구를 실시하였다.

선정기준은 뇌졸중의 유병기간이 1년 이상인 자, K-MMSE 점수가 21점 이상인자, 최소한 10m의 거리를 독립적으로 이동할 수 있는 자, 최소한의 도움으로 PNF 패턴이 가능한 자, 현재 정형외과적 질병이 없는 자, 의사소통이 가능한 자로 하였다.

2. 운동방법

선정된 대상자들을 무작위로 실험군과 대조군으로 분류하였다. 연구 기간은 2011년 10월부터 12월까지이며 대조군은 일반적인 신경발달 치료로 I병원 재활병동에 근무하는 물리치료사들에 의해 개개인의 난이도에 맞추어 중재를 받았다. 실험군은 정형전도수치료사 자격증을 가진 물리치료사들에 의해 PNF 기법을 적용한 요부 안정화 운동을 시행하였다. 요부 안정화 운동은 Norris(2000)가 제안한 편마비 환자가 쉽게 따라할 수 있는 동작들을 선택하였으며, 필요하다면 개개인의 난이도에 맞추어 자세를 바꾸었다. 주로 적용된 PNF 기법은 고유수용성 감각 자극 및, 요부 안정화 근육 촉진을 위해 안정적 반전(stabilizing reversal), 율동적 안정(rhythmic stabilization), 등장성 혼합(combination of isotonic)을 주로 사용하였다(Fig 1). 두 군 모두 일반적인 물리치료와 작업치료를 모두 받았으며, 추가로 30분/일, 3회/주, 6주 동안 총 18회의 중재를 실시하였다. 대상자들 간의 일정한 운동 강도를 위해 Borg's 6~20 척도를 사용하여 11~13의 운동 강도를 사용하였다.

중재 효과 확인으로 치료 전·후의 균형 비교를 위해 Balance System SD(Biodex, USA, 2009)를(Fig 2), 사용하였으며, 보행 비교를 위해 GAITRite(CIR System, USA, 2009)를 사용하였다(Fig 3).

3. 실험방법 및 실험기기

1) 자각적 운동 강도

자각적 운동 강도는 1960년대에 Borg를 중심으로 개발된 평가 도구로써, 심리적으로 느끼는 주관적 강도를 객관적인 생리적 변인의 수치와 일치하는 정도를 밝혀 정량화 한 것을 운동 자각도(ratings of perceive exertion, RPE)라 하였다. 보그 6~20 척도는 개인 간 비교를 할 수 없는 비율척도와는 달리 피검자간 직접 비교가 가능한 범주 척도로서, 보통이다(moderate)를 척도의 중간치로 설정하여 강함(strong)과 약함(weak)을 위아래 대칭으로 배열시키는 방법으로 구성되어 있

다(Borg, 1982). 이것은 일정한 자극에 대해 절대적 방법에 따라 반응을 표현하기 때문에 피험자 간 직접 비교가 가능하다는 장점이 있으며 현재 운동치료 처방에 널리 많이 사용되고 있는 척도이다. 본 연구에서 자각적 운동 강도는 미국 스포츠 의학회(American College Of Sports Medicine)에서 권장하는 11~13의 운동 강도로 시행하도록 하였다(Badics, 2008). 11~13은 가볍거나 보통이다~약간 힘들다 의미로, 심박수의 60~70%의 강도를 말하며(Borg, 1982), 이는 뇌졸중 환자에게도 적용되어졌다(Gerald 등, 2000).

2) 균형의 평가

본 장비는 균형판과 디스플레이 장치로 구성되어 있으며 정적균형과 동적 균형을 모두 측정할 수 있다. 균형판 내에는 12개의 변형측정기가 있어 균형판의 경사각을 측정한다. 균형판은 각 방향으로 최대 20도의 경사를 이루며 이 경사각은 정적균형의 안정성 수준을 나타낸다. 정적검사는 5도 이내로 움직임을 제한하여 측정하며 동적검사는 제한을 두지 않는다. 균형 점수는 전-후, 좌-우, 전체로 구성되며 균형판의 경사각을 나타내며 점수가 높을수록 안정성이 낮은 것을 나타낸다. 이 검사의 측정자내 신뢰도 $r=0.80$ 이며, 측정자간 신뢰도 $r=0.40$ 이다(Arnold와 Schmitz, 1998; de Bruin 등, 2009; Pereira 등, 2008).

정적 균형은 Balance System SD의 검사 방법 중 자세 안정성 검사를 사용하였다. 이는 대상자가 움직이지 않는 힘판 위에 어깨넓이로 서서 스크린에 표시된 과녁 안데 커서를 유지하면서 30초 동안 측정하고, 10초 휴식을 3회 반복하여 측정한 평균값을 전-후 자세동요, 안-밖의 자세동요를 각각 다리 별로 자세동요를 평가하여 총 자세동요를 평가하였다(Arnold와 Schmitz, 1998; Pereira 등, 2008).

동적 균형은 Balance System SD의 검사 방법 중 낙상 위험도 검사를 사용하였다. 이는 대상자가 움직이는 힘판 위에 어깨넓이로 서서 스크린에 표시된 과녁 안에 커서를 유지 하면서 30초 동안 측정하고, 10초 휴식을 3회 반복하여 평균데이터를 기본 데이터와 비교하여 평가하였다.

3) 보행의 평가

보행의 평가에 사용된 GAITRite 장비는 족압력 측정식 보행분석기로 13,824/cm개의 센서가 1.27cm마다 보행 판을 따라 배열되어 있어 대상자의 발에 의한 부하를 수집하여 이를 컴퓨터로 보내 보행의 시간적, 공간

적 변수에 대한 정보를 수집하는 장비로(McDonough 등, 2001), 측정자 간 신뢰도 $r=0.90$, 측정 내 상관계수는 $.96$ 이상이다(van Uden와 Besser, 2004).

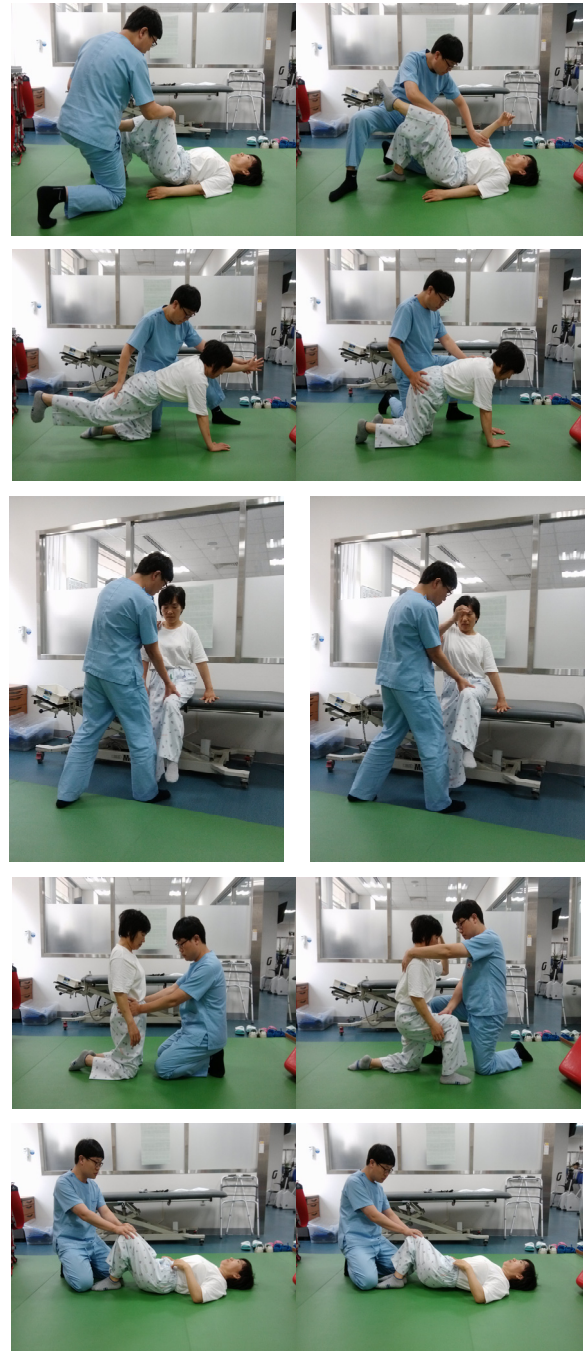


Fig 1. Lumbar stabilization program using PNF technique

본 연구에서는 대상자가 가장 편안한 속도록 걷도록 하였으며, 총 3회를 측정하여 평균값을 사용하였다. 신

발과 보조기는 환자의 특성에 따라 사용하였으며, 전·후 검사 모두 동일한 조건으로 시간적 보행능력을 알아볼 수 있는 보행속도(velocity), 분속수(cadence)를 수집하여 평가하였다.

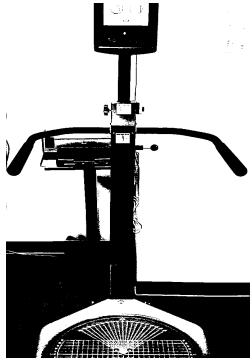


Fig 2. Balance System SD



Fig 3. GAITRite

3. 분석방법

본 연구의 통계는 SPSS ver. 17.0을 이용하여 평균과 표준편차를 산술하고 측정된 자료의 Shapiro-Wilk 정규성 검정을 하였으며, 집단 간 차이를 알아보기 위해 독립표본 t-검정을 실시하였다. 각 집단 내에서 치료 전·후를 비교하기 위해 대응표본 t-검정을 실시하였다. 자료의 모든 통계학적 유의수준은 $p < .05$ 로 하였다.

III. 결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

연구에 참여한 대상자는 총 30명으로 연령은 대조군 63.00세이고, 실험군 59.75세이었으며, 성별은 남성:여성의 비는 대조군이 7:8, 실험군은 6:9이었다. 유병기간은 대조군 13.72개월, 실험군 13.65개월이었다. 마비측은 대조군은 좌측 11명 우측 4명이었고, 실험군은 좌측

10명, 우측 5명이었다. 체중은 대조군은 67.50kg이었고, 실험군은 63.80kg이었다. 두 집단의 특성을 비교한 결과 집단 간의 유의한 차이가 없어 동일한 것으로 나타났다(Table 1).

Table 1. Participant characteristics.

	Experiment group	Control group	χ^2/t
Age(year)	59.75±8.06 ^a	63.00±5.50	.941
Sex(male/female)	6:9	7:8	1.654
Onset(month)	13.65±6.83	13.72±5.81	.183
Affected side(Left:Right)	10:5	11:4	1.741
Weight(kg)	63.80±8.40	67.50±8.92	.955

^aMean±SD

2. 중재 전·후 정적 균형 능력의 변화

실험군과 대조군의 정적 균형 능력의 변화 비교는 중재 전에 실험군이 4.95도에서 2.88도로, 대조군이 5.11도에서 2.42도로 두 군 모두 유의한 차이를 보였으며($p < .05$), 집단간 비교에서는 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2).

Table 2. Comparison of static balance after intervention

		Experiment group	Control group	p
Static balance (degree)	before	4.95±1.63 ^a	5.11±1.83	.781
	after	2.88±1.22	2.42±.96	
	p	.00	.00	

^aMean±SD

3. 중재 전·후 동적 균형 능력의 변화

실험군과 대조군의 동적 균형 능력의 변화 비교는 중재 전에 실험군이 6.94도에서 4.01도로 유의한 차이를 보였고($p < .05$), 대조군은 6.69도에서 5.55도로 유의한 차이를 보이지 않았으며, 집단 간 비교에서는 유의한 차이를 보였다($p < .05$)(Table 3).

4. 중재 전·후 보행 능력의 변화

실험군과 대조군의 보행 능력 변화에 보행속도에서 대조군은 43.02cm/s에서 45.42cm/s로, 실험군은 37.75cm/s에서 61.56cm/s로 대조군은 유의한 차이를 보이지 않았고, 실험군은 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 분속수에서 대조군은 78.29 steps/min에서 82.60 steps/min으로, 실험군은 80.57 steps/min에서 94.29 steps/min으로,

로 대조군은 유의한 차이를 보이지 않았고, 실험군은 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 두 집단 간의 전·후 비교에서 유의한 차이를 보였다($p < .05$)(Table 4).

Table 3. Comparison of dynamic balance after intervention

		Experiment group	Control group	p
Dynamic balance	before	6.94±1.23 ^a	6.69±1.68	.03
	after	4.01±1.19	5.55±1.84	
	p	.04	.27	

^aMean(degree)±SD

Table 4. Comparison of gait performance after intervention

		Experiment group	Control group	p
Gait speed (cm/s)	before	37.75±22.04 ^a	43.02±24.96	
	after	61.56±25.35	45.42±20.66	
	different	23.81±9.96	2.40±5.77	.00
	p	.00	.24	
Steps of min	before	80.57±19.85	78.29±18.81	
	after	94.29±18.74	82.60±15.21	
	different	13.72±4.92	4.31±12.65	.00
	p	.00	.29	

^aMean±SD

IV. 고 찰

균형이란 넘어지지 않고 체중을 지지한 자세를 유지하거나 움직일 수 있는 능력을 의미하며 뇌졸중 환자에게 가장 먼저 회복되어야 할 신체의 기능 중 하나이다(Shumway-Cook 등, 1988). 또한 보행능력의 향상은 뇌졸중으로 인한 편마비 환자들의 재활 연구에 중요한 관심사이고(Ada 등, 2004), 뇌졸중 환자가 독립생활을 영위해 나가는데 큰 장애가 되며, 대부분의 뇌졸중 환자들의 회복수준을 가능할 수 있는 척도로 사용된다(Kim과 Eng, 2003). 신체가 정상적으로 균형을 유지하기 위해서는 체성감각계, 시각계, 전정계로부터의 구심성 정보가 뇌 중추에서 통합, 조절되고 사지의 반사적 운동이 조절되어야 하지만(Wernick-Robinson 등, 1999), 뇌졸중은 상위운동신경원 병변으로 뇌 조절중추의 통합과정이 손상 받아 정위반응과 평형반응이 감소되어 대칭적인 자세유지가 어렵게 되어 신체 균형능력이 저하되고 고유수용성 감각장애가 나타나게 되며 이는 보행 장애까지 이르게 된다(Mayer, 1997).

요부 안정화 운동은 감각-운동조절 훈련을 통해 감소된 감각기능과 이에 대한 중추성 조절 기능을 활성화 시켜 자세조절과 운동조절 능력을 유도해 내는 운동법이며(Panjabi, 1992), 고유수용성 신경근 촉진법은 근육 간 건의 고유수용기를 자극시켜 근력, 유연성 및 기능을 증진시키는 운동법으로(Kofotolis와 Kellis, 2006) 두 운동법 모두 조절 및 정위와 평형 반응에 장점이 있음을 착안하여 본 연구는 만성 뇌졸중 환자의 균형과 보행능력을 개선하기 위하여 PNF 기법을 적용한 요부 안정화 운동이 기존의 물리치료와 비교하여 그 효과차이를 알아보려고 하였다.

정적 균형 측정 결과 두 군 모두 유의한 차이를 보였으며, 군 간 유의한 차이가 나타나지 않았다. Balance master라는 측정도구는 대상자의 시각적 되먹임을 강조하는 힘판 훈련 장비(visual biofeedback force plate system training)이면서 평가 도구이다. 본 연구에서는 좀더 기계적인 수치화를 위해 balance master를 사용하였으나 균형이란 시각적 되먹임 외에도 여러 다양한 인자에 영향을 받는다(Smania 등, 2008). 이전 연구에서 Timed Up and Go(TUG) 검사나 Berg Balance Scale에서는 유의한 차이가 있었지만 balance master에서는 차이가 없었음을 볼 때(Geiger 등, 2001), 이와 유사하게 군 간 차이가 나타나지 않았으므로 생각되어진다. 동적 균형 측정 결과에서는 실험군은 유의한 차이를 보였으나, 대조군은 유의한 차이를 보이지 않았고, 군 간 유의한 차이가 나타났다. 요부 안정화 운동은 체간 근육을 활성화 시키고 이는 균형 능력 개선에 영향을 미친다(Stevens 등, 2007). 하지만 안정화 운동으로 약간 정적인 움직임 위주이었던, 본 연구에서는 PNF 기법을 적용하여 일반 요부 안정화 운동과는 달리 상, 하, 좌, 우의 다각도 적용이 가능하며, 특히 대각선 방향으로 적용을 하기 때문에 보다 넓고 많은 부위를 간접적으로 활성화 시켰을 것이라 생각되어진다.

보행속도 측정 결과에서는 실험군은 유의한 차이를 보였으며, 대조군은 유의한 차이를 보이지 않았고, 군 간 비교에서 유의한 차이를 보였다. 실험군은 앞서 말한바와 같이 다각도의 적용 및 PNF적 패턴 적용으로 매우 능동적인 움직임을 많이 유발하였지만, 대조군은 이에 비해 좀 더 정적인 움직임이었거나, 치료 외 시간에 대한 통제가 되지 않았기에 유의한 결과가 나오지 않았다고 생각된다. 실험군에서 보행속도 증가는 매우 두드러지게 나타났는데($p < .01$), 이러한 결과는 만성 뇌졸중이라 하더라도 체간에 운동 수행능력이 대부분 저하되어 있으며 체간의 운동수행 능력이 균형과 보행과 밀접한 관련이 있다는 선행 연구와 일치하며

(Verheyden 등, 2006), 특히 동적 균형 감각이 보행능력과 더욱 밀접한 관련이 있는 연구와도 일치한다 (Geiger 등, 2001).

본 연구의 제한점은 첫째, 대상자 수가 작다, 둘째, 임상적 사정상 여러 치료사들이 동원되었고 치료시간 외 통제 및 관리가 되지 않았다. 셋째, 뇌졸중 환자에 균형과 보행에 영향을 주는 여러 일반적인 변수들을 고려하지 못하였다는 것이다.

V. 결론

본 연구는 만성 뇌졸중 환자 30명을 대상으로 균형과 보행능력의 개선을 위하여 PNF 기법을 적용한 요부 안정화 운동과 기존의 운동치료를 비교하여 그 효과차이를 알아보고자 하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 실험군은 정적 균형, 동적 균형, 보행에서 유의한 개선을 보였다($p < .05$).
2. 대조군은 정적균형에서 유의한 개선을 보였지만 ($p < .05$), 동적균형, 보행에서 유의한 개선을 보이지 않았다.
3. 실험군은 대조군보다 동적균형 및 보행에서 유의한 개선을 보였다($p < .05$).

이와 같은 본 연구의 결과를 보았을 때, PNF 기법을 적용한 요부 안정화 운동이 동적 균형과 보행능력의 개선을 위해서 일반적인 신경발달 치료보다 효과적일 것이라 사료된다. 차후의 연구에서는 좀 더 확실한 시간적 통제 및 관리, 균형과 보행에 관여하는 여러 변수들을 고려한 세부적인 운동 프로그램을 적용하여 더욱 명확하고 적합한 방법을 찾기 위해 노력해야 할 것이다.

참고문헌

고대식, 김찬규, 정대인. 스위스볼 요부안정화운동에 따른 뇌졸중 환자 하지의 경직도와 균형분석. 한국콘텐츠 학회지. 2011;11(3):262-270.

김창영. 체간 안정화 운동이 만성 뇌졸중 환자의 체간 근력, 동적 균형 감각 및 보행에 미치는 영향. 삼육대학교 대학원. 석사학위논문. 2008.

통계청. 사망원인통계연보. 2009.

Ada L. Dean CM, Hall JM, et al. A treadmill and overground walking program improves walking

in persons residing in the community after stroke: A placebo-controlled, randomized trial. Arch Phys Med Rehabil. 2003;84(10):1486-1491.

Arnold BL, Schmitz RJ. Examination of balance measures produced by the biodex stability system. J Athl Train. 1998;33(4):323-327.

Badics JA. American College of Sports Medicine: Health and Physical Activity Reference Database. Choice: Current Reviews for Academic Libraries. 2008;46(4):657-658.

Borg G. Ratings of perceived exertion and heart rates during short-term cycle exercise and their use in a new cycling strength test. Int J Sports Med. 1982;3(3):153-158.

Borg G. Psychophysical bases of perceived exertion; A category-ratio perceived exertion scale: Relationship to blood and muscle lactates and heart rate. Med Sci Sports Exerc. 1982;14(5):377-381.

Babyar SR, McCloskey KH, Reding M. Surface electromyography of lumbar paraspinal muscles during seated passive tilting of patients with lateropulsion following stroke. Neurorehabil Neural Repair. 2007;21(2):127-136.

de Bruin ED, Swanenburg J, Betschon E et al. A randomised controlled trial investigating motor skill training as a function of attentional focus in old age. BMC Geriatr. 2009;9(1):15.

Geiger RA, Allen JB, O'Keefe J et al. Balance and mobility following stroke: Effects of physical therapy interventions with and without biofeedback/forceplate training. Phys Ther. 2001;81(4):995-1005.

Hafsteinsdottir T. Neuro Development Treatment under discussion: "Patients should concentrate more on everyday skills". Pflege Z. 2005;58(4):235-237.

Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. Phys Ther. 1997;77(2):132-142.

Imai A, Kaneoka K, Okubo Y, et al. Trunk muscle activity during lumbar stabilization exercises on both a stable and unstable surface. J Orthop

- Sports Phys Ther. 2010;40(6):369-375.
- 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.
- Karatas M, Cetin N, Bayramoglu M. et al. Trunk muscle strength in relation to balance and functional disability in unihemispheric stroke patients. Am J Phys Med Rehabil. 2004;83(2):81-87.
- Kim CM, Eng JJ. The relationship of lower-extremity muscle torque to locomotor performance in people with stroke. Phys Ther. 2003;83(1):49-57.
- Kofotolis N, Kellis E. Effects of two 4-week proprioceptive neuromuscular facilitation programs on muscle endurance, flexibility, and functional performance in women with chronic low back pain. Phys Ther. 2006;86(7):1001-1012.
- Kumar SP. Efficacy of segmental stabilization exercise for lumbar segmental instability in patients with mechanical low back pain: A randomized placebo controlled crossover study. N Am J Med Sci. 2011;3(10):456-461.
- Luft AR, Macko RF, Forrester LW, et al. Treadmill exercise activates subcortical neural networks and improves walking after stroke: a randomized controlled trial. Stroke. 2008;39(12):3341-3350.
- Luke C, Dodd KJ, Brock K. Outcomes of the Bobath concept on upper limb recovery following stroke. Clin Rehabil. 2004;18(8):888-898.
- Mayer NH. Clinicophysiological concepts of spasticity and motor dysfunction in adults with an upper motoneuron lesion. Muscle Nerve Suppl. 1997; 6:1-13.
- McDonough AL, Batavia M, Chen FC, et al The validity and reliability of the GAITRite system's measurements: A preliminary evaluation. Arch Phys Med Rehabil. 2001;82(3):419-425.
- Norris CM. Back Stability, Human Kinetics, Champaign, Illinois. 2000.
- Pak S, Patten C. Strengthening to promote functional recovery poststroke: An evidence-based review. Top Stroke Rehabil. 2008;15(3):177-199.
- Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. J Spinal Disord. 1992;5(4):383-389.
- Pereira HM, de Campos TF, Santos M B, et al. Influence of knee position on the postural stability index registered by the Biodex Stability System. Gait Posture. 2008;28(4):668-672.
- Reichel HS. Proprioceptive neuromuscular facilitation: gait training. Sportverletz Sportschaden. 1996;10(2):A11-20.
- Salbach NM, Mayo NE, Wood-Dauphinee S, et al. A task-orientated intervention enhances walking distance and speed in the first year post stroke: A randomized controlled trial. Clin Rehabil. 2004;18(5):509-519.
- Sharp SA, Brouwer BJ. Isokinetic strength training of the hemiparetic knee: Effects on function and spasticity. Arch Phys Med Rehabil. 1997;78(11):1231-1236.
- Shumway-Cook A, Anson D, Haller S. Postural sway biofeedback: its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. Arch Phys Med Rehabil. 1988;69(6):395-400.
- Smania N, Picelli A, Gandolfi M, et al. Rehabilitation of sensorimotor integration deficits in balance impairment of patients with stroke hemiparesis: A before/after pilot study. Eur J Neurol. 2008;29(5):313-319.
- Stevens VK, Leeming A, Bouche KG, et al. Electromyographic activity of trunk and hip muscles during stabilization exercises in four-point kneeling in healthy volunteers. Eur Spine J. 2007;16(5):711-718.
- Trueblood PR, Walker JM, Perry J, et al. Pelvic exercise and gait in hemiplegia. Phys Ther. 1989;69(1):18-26.
- van Uden CJ, Besser MP. Test-retest reliability of temporal and spatial gait characteristics measured with an instrumented walkway system (GAITRite). BMC Musculoskelet Disord. 2004;5:13.
- Vearrier LA, Langan J, Shumway-Cook A, et al. An intensive massed practice approach to retrain-

박재명 등. 고유수용성 신경근 촉진법을 적용한 요부 안정화 운동이 만성 뇌졸중 환자의 균형과 보행에 미치는 영향

ing balance post-stroke. *Gait Posture*. 2005;22(2):154-163.

Verheyden G, Vereeck L, Truijen S, et al. Trunk performance after stroke and the relationship with balance, gait and functional ability. *Clin*

Rehabil. 2006;20(5):451-458.

Wernick-Robinson M, Krebs DE, Giorgetti MM. Functional reach: Does it really measure dynamic balance? *Arch Phys Med Rehabil*. 1999;80(3):262-269.