

Original Article

Open Access

고유수용성촉진법의 목 패턴이 만성 뇌졸중 환자의 균형과 보행 능력에 미치는 영향

방대혁 · 송명수[†]

원광대학교 익산한방병원 물리치료실, ¹Dr. Song's 재활과학연구소

The Effect of Neck Pattern of PNF on Balance and Walking Ability in Patients with Chronic Stroke

Dae-Hyounk Bang · Myung-Soo Song[†]

Department of Physical Therapy, Ik-San Oriental Hospital, Wonkwang University

¹*Dr. Song's Rehabilitation Institute of Science and Academy*

Received: November 2, 2018 / Revised: November 13, 2018 / Accepted: November 20, 2018

© 2019 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

| Abstract |

Purpose: This study investigated the effects of neck pattern of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) on balance and walking ability in patients with chronic stroke.

Methods: Fourteen participants with chronic stroke were randomly assigned to vestibular rehabilitation and then divided into two groups: the neck pattern group or treadmill group. Each group underwent 20 sessions (20 minutes/day, five days/week, for four weeks). Patients were assessed with the Berg balance scale (BBS) and gait parameters (gait speed, cadence, step length, and double-limb support period) using a GAITRite system.

Results: Vestibular rehabilitation for the neck pattern group and the treadmill group showed significant intragroup improvement on the BBS and in terms of gait speed, cadence, step length, and double-limb support period ($p < 0.05$). Vestibular rehabilitation was more effective for the neck pattern group than for the treadmill group in terms of the BBS ($p = 0.00$; 95% CI, 1.49–5.94), gait speed ($p = 0.01$; 95% CI, 0.05–0.16), cadence ($p = 0.02$; 95% CI, 0.54–4.99), and step length ($p = 0.00$, 95% CI, 1.55–4.62).

Conclusion: This study used the neck pattern of PNF for vestibular rehabilitation in patients with chronic stroke. The results showed significant improvement in the patients' balance and walking ability. Therefore, the neck pattern of PNF for vestibular stimulation may be more effective than treadmill training to improve balance and walking ability in patients with chronic stroke.

Key Words: Balance, Neck pattern, PNF, Stroke, Vestibular rehabilitation, Walking

[†]Corresponding Author : Myung-Soo Song (9298ms@hanmail.net)

I. 서론

중추신경계 손상 환자들은 균형과 이동 능력의 감소로 일상생활을 수행하는데 어려움을 겪고 있으며, 낙상과 관련된 위험 등으로 인하여 이차적인 손상 가능성에 항상 노출되어 있다(Bang et al., 2013). 뇌졸중 환자들은 신체의 좌우 비대칭, 자세 동요의 증가, 체중 지지 능력의 감소 등으로 저하된 균형 능력을 특징적으로 보인다(Kong et al., 2015). 균형 능력은 앉은 자세, 앉은 자세에서 선 자세, 보행과 같은 다양한 기능적인 과제 수행을 위해 반드시 필요한 요소이다(Kim et al., 2015). 이러한 균형 능력을 감소시키는 요인으로 안뜰 기능의 손상을 의심해볼 수 있으며, 안뜰 기능의 손상은 움직임과 관련된 기능 회복과 이동 능력을 저하시키는 요인 중의 하나이다(Mitsutake et al., 2017).

최근 연구들에서 뇌졸중 환자의 안뜰계 기능 감소로 인하여 보행시 시각에 과도하게 의존하는 전략을 사용한다고 보고하였다(Bonan et al., 2013; Mitsutake et al., 2017). 보행은 안뜰 감각, 시각, 고유수용성감각 등 다양한 감각들의 상호작용과 다양한 감각들이 중추신경계에서 통합되어 이루어지는 과정으로 균형과 높은 상관관계가 있다(Kim, 2014). 안뜰계는 계통발생학적으로 뇌의 여러 부위와 연결되어 눈동자 운동, 자세 조절, 각성 조절 등에 영향을 미치며, 반사 기전과 관련되어 자세 조절에서 중요한 역할을 수행하는데 대부분 뇌졸중 환자들은 이러한 안뜰계에서 손상을 보인다고 보고하였다(Bonan et al., 2004). Honaker 등(2013)은 안뜰-안구 반사 기능은 보행과 유의한 상관관계가 있으며, 안뜰 기능의 향상은 낙상 위험을 감소시킨다고 보고하였다. 안뜰-안구 반사는 머리의 회전과 자세를 유지하는 동안 목표 지점을 응시할 때 활성화된다(Bonan et al., 2004). 균형과 보행을 위해 중요한 요소인 안뜰 기능은 뇌졸중 이후 감각 해석과 통합에 문제가 발생하며, 이로 인해 기능 향상의 효율성을 감소시킨다(Basta et al., 2008).

뇌졸중 환자들의 균형과 보행 능력 회복을 위해서 적용되는 대표적인 예로 하지의 근력 강화, 상하지의

협응 운동, 트레드밀 훈련과 동작관찰훈련 등을 사용하고 있다(Bang et al., 2013). 하지만, 이러한 방법들은 대부분의 뇌졸중 환자들에서 보이는 감소된 안뜰 기능의 향상이나 감각 통합과정이 아닌 근력이나 움직임의 향상에 초점이 맞춰져 있다. 선행 연구에서 안뜰 기능에 초점을 둔 중재 방법은 기능 회복의 효율성을 향상시킬 수 있으며, 보행 능력과 밀접한 관련이 있는 균형 능력의 향상에 큰 영향을 미친다고 하였다(Nieuwboer et al., 2007). Gabilan (2008) 등은 안뜰계 기능 저하를 보이는 만성 환자들을 대상으로 수중 치료를 이용하여 안뜰기능의 향상이 환자들의 삶의 질, 어지러움 정도와 자세 동요가 유의한 변화를 보였다고 하였다. Park (2018) 등은 어지럼증과 균형 장애를 가진 환자를 대상으로 안뜰재활훈련을 수행하였을 때 지속적인 어지럼증과 균형 능력 향상에 효과적이라고 보고하였다. 이러한 안뜰 기능의 향상을 위해서는 눈의 초점이나 머리의 움직임을 통해 안뜰계를 자극할 수 있다(Herdman, 1989).

고유수용성촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)은 고유수용성감각을 자극하여 근육과 신경을 촉진시켜 기능적인 접근을 하는 방법으로 다양한 질환에 사용되고 있는 방법이다(Adler et al., 2014). PNF의 다양한 패턴 중 목 패턴은 눈과 머리의 움직임을 이용하는 방법으로 다양한 자세에서 특정한 지점에 목표를 두고 반복적으로 머리와 눈을 이용하여 목표 지점까지 대각선으로 이동하여 유지하는 패턴이다. 또한, 목과 주변 근육의 고유수용기들을 자극하여 주변 근육들로 방산 효과를 일으켜 몸통 조절과 균형 능력의 향상에 효과적인 방법이다(Adler et al., 2014). 선행 연구에서 눈의 초점과 머리의 움직임을 통하여 안뜰계를 효과적으로 자극할 수 있다고 제시하고 있지만(Herdman, 1989), PNF의 다양한 패턴 중 뇌졸중 환자에게 적용한 목 패턴이 균형과 보행 능력에 어떠한 영향을 미치는지 알아본 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 다양한 자세에서 수행한 목 패턴이 균형과 보행 능력에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고 이를 바탕

으로 뇌졸중 환자의 기능 향상을 위한 훈련 방법으로 정보를 제공하는데 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

본 연구는 익산에 소재한 재활병원에서 입원치료를 받고 있는 뇌졸중 환자 중 실험에 참여를 동의한 14명을 선정하였다. 대상자 선정 기준은 뇌졸중 유병 기간이 6개월 이상인 환자이며 연구자가 지시하는 내용을 이해할 수 있는 한국형간이정신상태 판별 검사(mini-mental state examination Korean version, MMSE-K)의 점수가 24점 이상인 자, 치료사의 감독 하에 보조 도구를 이용하거나 독립적 보행이 10m 이상 가능한 자, 버그 균형 척도(Berg balance scale, BBS) 45점 미만인 자, 시각적 장애 및 시야 결손이 없는 자, 앉은 자세나 네발 기기 자세를 유지할 수 있는 자, 훈련 진행에 영향을 주는 다른 질환이 없는 자로 선정하였다. 또한, 본 연구를 진행하는 동안 대상자의 안전을 위해 훈련 시 필요한 경우 보행 보조 도구를 사용하였다. 그리고 대상자의 운동 능력에 따라 훈련을 계속 유지할 수 없는 상태를 보이면 즉시 중지하고 휴식을 취하게 하였다. 연구 대상자들은 실험 전 무작위 군 배정을 이용하여 실험군(PNF의 목 패턴을 이용한 안뜰 감각 훈련군, n=7), 대조군(트레드밀 보행 훈련군, n=7)으로 배정하였다. 모든 대상자들은 일반적인 물리치료를 1일 30분, 주 5일, 총 4주간 받았으며, 각 배정된 군에 맞는 중재 방법을 1일 20분, 주 5일, 총 4주간 진행하였다.

2. 측정 도구

1) 균형

버그균형척도(Berg balance scale, BBS)를 이용하여 균형 능력의 변화를 알아보았다. 본 평가도구는 다양

한 자세에서 균형과 관련된 총 14가지 활동으로 구성되어 있다. 각 과제 마다 대상자의 수행 정도를 0점에서 4점까지 5점 척도로 점수를 매기며, 과제 달성을 위해서는 속도와 안정성이 높아야 한다. 총 점수가 45점 미만일 경우는 낙상의 위험이 크고 낙상 위험도를 예측할 수 있다. 총 점수가 0~20점은 휠체어 필요, 21~40점은 보행을 위해 보조 필요, 41~56점은 독립적 보행이 가능한 상태이며 총 점수가 높을수록 좋은 균형 능력을 의미한다(Blum & Korner-Bitensky, 2008).

2) 보행 변수 측정

본 연구에서 측정된 보행 변수는 보행 속도, 분당 보폭 수, 보폭 길이와 지면 이중 지지 기간 측정하였다. 본 연구에서 보행 변수를 측정하기 위해 GAITRite system (CIR System Inc, USA)를 이용하였다. 본 장비는 보행의 시-공간적 변수를 객관적인 방법으로 평가할 수 있으며, 높은 신뢰도와 타당성이 입증되었다(van Uden & Besser, 2004). 대상자가 정해진 곳을 걸으면, 감지 센서가 발의 움직임을 측정하고, 이러한 정보를 컴퓨터로 보내 분석하게 된다. 본 평가 장비는 휴대용으로, 편평한 바닥에서 사용이 가능하며, 객관적 측정을 할 수 있다(van Uden & Besser, 2004).

3. 실험 절차

1) PNF의 목 패턴을 이용한 안뜰 감각 자극 훈련

PNF를 이용한 안뜰 감각 자극 훈련은 목 패턴을 좌우 양쪽 모두에 굽힘-가쪽 굽힘-회전(flexion-lateral flexion-rotation)과 펴-가쪽 굽힘-회전(extension-lateral flexion-rotation)을 적용하였다. 패턴을 적용할 때 근육 군들은 충분한 연장(elongation)을 하였으며, 정상적인 수축 순서(normal timing)를 이용하여 패턴을 적용하였다. 패턴을 시작 할 때는 율동적 개시(rhythmic initiation)를 이용하여 정상적인 근육 수축의 순서와 움직임에 대한 학습을 진행하였으며, 패턴의 끝 범위에서



Fig. 1. Neck pattern in various position.

는 눈과 머리의 위치에 따른 고유수용성감각이 충분히 활성화 되도록 6~8초 정도 유지를 하였다. 목표한 움직임의 끝 범위에 눈과 머리의 움직임이 충분하지 않을 경우 복제(replication)를 이용하여 마지막 위치에 대한 운동 학습을 진행하였다. 또한, 패턴이 진행되는 동안 목표지점을 지속적으로 지시하여 눈동자의 움직임과 머리의 움직임에 따라 맞춰 이동할 수 있도록 하였다. 총 4개의 목 패턴을 적용하였으며, 1주차는 누운 자세에서, 2주차는 옆으로 누운 자세에서, 3주차는 앉은 자세에서, 4주차는 네발 기기 자세에서 실시하였다(Fig. 1).

목 패턴을 적용하는 초기에는 치료사의 손을 이용하여 능동 보조와 저항 운동을 실시하였으며, 움직임에 대한 학습이 진행됨에 따라 점차 환자 스스로 4개의 목 패턴을 연습하게 하였으며, 치료사는 옆에서 지속적인 되먹임(feedback)을 제공하여 훈련이 진행될 수 있도록 하였다. PNF를 이용한 안뜰 감각 자극 훈련은 총 4주, 주 5회, 1회 20분씩 진행하였다.

2) 트레드밀(treadmill) 보행 훈련

트레드밀에서 수행한 보행은 실험이 시작되기 전 환자가 편안하게 할 수 있는 속도를 측정하여 편안하게 시작할 수 있는 속도에서 시작하였다. 지속적으로 훈련을 수행할 수 없는 대상자들은 휴식 후 다시 훈련을 진행하였다. 훈련이 진행됨에 따라 보행 속도 증가가 가능한 대상자들은 속도를 증가시켜 진행하였다(Pohl et al., 2002). 또한, 대상자의 옆과 뒤에 치료사가

위치하여 편안한 상태에서 트레드밀을 탈 수 있도록 하였다. 두 군 모두 보행 훈련 시작 후 환자가 통증 호소, 호흡이상, 컨디션 저하 등이 보이면 즉시 보행 훈련을 중단하였다. 보행 훈련 중 대상자들은 최대한 손을 잡지 않고 팔을 흔들며 걷게 하였으며, 치료사는 뒤에서 지속적인 되먹임을 제공하였다. 훈련이 끝난 후에는 생체 징후의 회복을 위하여 심호흡과 간단한 스트레칭 훈련을 진행하였다. 트레드밀 훈련은 총 4주, 주 5회, 1회 20분씩 진행하였다.

4. 자료 분석

본 연구에서 자료처리를 위하여 Window용 통계프로그램 SPSS/PC Statistics 18.0 software (SPSS Inc, USA)사용하였으며, Shapiro-wilk로 정규성 검정을 하였다. PNF의 목 패턴을 이용한 안뜰 감각 자극 훈련과 트레드밀 훈련의 각 그룹의 중재 전·후 차이를 비교하기 위하여 대응 표본 t-검정(paired t-test)를 사용하였으며, 중재 방법 간의 효과를 비교하기 위하여 독립 표본 t-검정(independent t-test)를 사용하여 Berg 균형 검사 점수, 보행 속도, 분당 보폭 수, 보폭 길이와 지면 이중 지지 기간을 비교하였다. 모든 통계학적 유의 수준은 $\alpha = 0.05$ 이었다.

III. 연구 결과

1. 대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 대상자들의 일반적인 특징은 전체 대상자 14명 중 남자 9명, 여자 5명이었으며 평균 연령은 58.29±6.37세, 평균 신장은 163.58±7.93cm이며, 평균 체중은 68.75±8.24kg이었다. 실험군과 대조군 간의 일반적인 특성(성별, 발병 위치, 발병 형태, 유병 기간, 나이, 키, 몸무게)와 한국판 간이 정신상태 검사는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(p>0.05)(Table 1). 모든 대상자들은 4주간의 훈련을 진행하였으며, 대상자들의 일반적 특성은 Table 1.과 같다.

2. 균형 능력 변화에 대한 결과

훈련이 진행되기 전 실험군과 대조군의 균형 능력의 변화를 알아보기 위해 측정된 BBS 점수는 실험군 41.29±2.42점과 대조군 40.43±2.94점으로 두 군간 유의

한 차이는 없었다(p>0.05)(Table 2). 4주간의 훈련이 진행된 후 실험군과 대조군 모두 중재 전보다 BBS점수가 실험군은 유의한 향상으로 보였으며(p<0.05), 실험군과 대조군 비교에서 4주 후 BBS점수는 49.86±2.12 점과 46.14±1.68점으로 두 군간 유의한 차이를 보였다 (p<0.05)(Table 2).

3. 보행 변수 변화에 대한 결과

훈련이 진행되기 전 실험군과 대조군의 보행 능력 변수를 알아보기 위해 보행 속도, 분당 보폭 수, 보폭 길이와 지면 이중 지지 기간 측정하였다. 측정 결과 실험군의 보행 속도는 0.48±0.06m/s과 대조군은 0.48±0.05m/s, 실험군의 분당 보폭 수는 64.3±0.86steps/min과 대조군은 63.99±0.81 steps/min, 실험군의 마비측 보폭은 29.46±1.93cm과 대조군은 마비측 보폭은 28.18±1.49cm, 실험군의 지면 이중 지지 기간은 34.03±1.04%와 대조군은 34.08±1.15%로 군간 유의한 차이를 보이지 않았다 (p>0.05)(Table 2). 4 주간의 훈련이 진행된 후 보행

Table 1. General characteristics of participants

(N=14)

	Experimental (n=7)	Control (n=7)	p
Sex (n)			
Male	4	5	0.57
Female	3	2	
Side of stroke (n)			
Right	3	4	0.59
Left	4	3	
Type of stroke (n)			
Infarction	6	6	1.00
Hemorrhage	1	1	
Time after stroke (months)	12.71±2.56	12.57±2.23	0.91
Age (years)	58.86±6.49	57.71±6.70	0.75
Height (cm)	164.31±7.52	163.42±8.09	0.65
Weight (kg)	68.75±8.24	67.87±7.08	0.46
MMSE-K (scores)	26.57±0.53	26.28±1.11	0.55

Values are presented as mean±standard deviation. Abbreviations: MMSE-K: mini-mental state examination Korean version.

Table 2. Comparison of the results obtained with vestibular rehabilitation using neck pattern and treadmill training

Variables	Experimental group		Control group		P
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	
BBS (scores)	41.29±2.43 ^a	49.86±2.12 ^{*+}	40.43±2.94	46.14±1.68*	0.00
Gait parameters					
Gait speed (m/s)	0.48±0.06	0.64±0.06 ^{*+}	0.48±0.05	0.54±0.03*	0.00
Cadence (steps/min)	64.3±0.86	69.11±1.01 ^{*+}	63.99±0.82	66.35±2.51*	0.02
Step length (cm)	29.46±1.93	35.16±1.22 ^{*+}	28.18±1.49	32.07±1.41*	0.00
DSP (%)	34.03±1.04	31.54±1.05*	34.08±1.15	32.57±1.07*	0.09

^aMeans±SD, *Significant difference within groups, ⁺Significant difference between groups.

In the pre-test between group, there was no significant difference ($p>0.05$).

The significance level was set at $p<0.05$ for difference between the groups.

Abbreviations: BBS: Berg balance scale, DSP: double support period.

속도, 분당 보폭 수, 마비 측의 보폭과 지면 이중 지지 시간은 실험군과 대조군 모두 중재 전 보다 유의한 향상을 보였다($p<0.05$)(Table 2). 실험군과 대조군 비교에서 4주 후 보행 속도는 $0.64\pm 0.05\text{m/s}$ 와 $0.54\pm 0.03\text{m/s}$, 분당 보폭 수는 $69.11\pm 1.01\text{steps/min}$ 과 66.35 ± 2.51 , 마비 측의 보폭은 $35.16\pm 1.22\text{cm}$ 과 $32.07\pm 1.41\text{cm}$ 로 유의한 차이를 보였지만($p<0.05$)(Table 2), 지면 이중 지지 시간은 $31.54\pm 1.05\%$ 와 $32.57\pm 1.07\%$ 로 유의한 차이를 보이지 않았다($p>0.05$)(Table 2).

IV. 고 찰

균형과 보행은 안뜰 감각, 시각, 고유수용성감각 등 다양한 정보들이 중추신경계에서 통합되고 외부 자극에 대하여 신체를 조절하는 능력이 필요하다(Bonan et al., 2013). 안뜰 감각은 머리의 위치, 눈동자의 움직임 등을 통해 정보를 중추신경계에 전달하고, 시각은 주변 상황에 대한 탐지와 인식, 고유수용성감각은 근육, 관절, 피부 등에서 들어오는 감각정보를 바탕으로 신체의 위치를 조절한다(Nashner, 1976). 뇌졸중 환자들은 대부분 안뜰 감각이 저하되어 있으며, 안뜰 기능 향상을 위한 중재 방법은 균형과 보행 능력의 향상을 위한 근본적인 문제에 대한 접근과 효율적인 치료 방법이 될 수 있으며(Mitsutake et al., 2017),

안뜰 감각의 향상을 위해서는 눈동자와 머리의 움직임을 통해 접근할 수 있다(Herdman, 1989). 본 연구는 만성 뇌졸중 환자의 균형과 보행 능력 향상을 위하여 눈동자와 머리의 움직임이 포함되어 있는 PNF의 목 패턴을 이용하여 안뜰 감각 자극에 초점을 두었다. 본 연구의 주된 결과는 다양한 자세에서 PNF의 목 패턴을 이용한 안뜰 감각 자극 훈련이 트레드밀 훈련보다 BBS, 보행 속도, 분당 보폭 수와 마비 측의 보폭에서 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). 본 연구의 결과를 바탕으로 PNF의 목 패턴을 이용한 안뜰 감각 자극 훈련이 만성 뇌졸중 환자의 균형과 보행 능력 향상에 효과적인 방법임을 제시하고 있다.

뇌졸중 환자들의 보행 능력 향상을 위한 방법으로 트레드밀 훈련은 이미 검증된 방법이다(Ilunga Tshiswaka et al., 2018). 트레드밀 훈련은 일종의 강제 사용의 한 형태로, 보행 속도와 보행 지구력과 같은 양적인 면과 움직임의 질적인 면이 보행 형태를 모두 향상 시킬 수 있는 방법이다(Bang et al., 2013). 트레드밀 훈련은 움직임 수행에 관여하는 아래마루겔질(inferior parietal lobule), 앞운동영역(premotor cortex)과 위이마이랑(superior frontal gyrus)이 활성화되며, 근육 활성화를 반복적으로 일으킴으로써 일차운동영역(primary motor cortex)을 흥분시켜 움직임 학습에 매우 효과적인 방법이다(Ilunga Tshiswaka et al., 2018). 본 연구의 대조군에 사용한 트레드밀 훈련 프로토콜은

선행 연구에서 효과가 입증된 방법을 사용하였으며, 4주간의 훈련 기간 이후 훈련 전보다 보행 능력이 유의하게 향상된 것은 선행 연구들의 결과와 일치하는 것이다(Bang et al., 2013; Ilunga Tshiswaka et al., 2018). 본 연구에서 균형과 보행 능력이 향상된 결과를 보인 것은 안뜰-안구 반사(vestibulo-ocular reflex, 머리의 움직임에 따라 눈동자를 공간에서 유지), 안뜰-목 반사(vestibulo-colic reflex, 공간에서 머리 유지) 그리고 안뜰-척수반사(vestibular-spinal reflex, 위치 변화에 따른 자세 적응)과 같이 3가지 주된 안뜰 반사들이 목 패턴에 포함되어 있으며, 통합된 감각 전략을 사용하지 못하는 뇌졸중 환자들을 PNF에 존재하는 다양한 기법을 이용한 운동 학습과정을 증재기간에 적용한 결과일 것이다 (Bonan et al., 2016). Herdman (1989)은 안뜰 감각 기능의 향상을 위해서는 눈동자와 머리의 움직임을 통해 접근할 수 있다고 하였으나 선행 연구에서 사용한 방법은 앉은 자세와 엎드려 누운 자세에서 머리를 45도로 회전하는 단순한 방법을 사용하였다. 하지만, 본 연구에서 사용한 목 패턴은 움직이는 방향으로의 시각을 이용한 눈동자의 움직임과 머리의 굽힘/펴, 회전과 가쪽 굽힘이 포함된 움직임을 누운 자세, 옆으로 누운 자세, 앉은 자세, 네발 기기 자세와 같은 다양한 자세에서 수행할 수 있기 때문에 시각, 체성감각과 고유수용성감각을 이용한 안뜰 감각 훈련에 보다 효과적으로 사용될 수 있을 것이다. PNF의 기법 중 움직임 학습에 효과적인 율동적 개시와 눈과 머리의 마지막 위치에 대한 강조를 위하여 복제 등을 사용하였으며, 움직임에 대한 학습이 진행됨에 따라 다양한 자세에서 독립적으로 눈동자와 목의 움직임을 수행하도록 하여 스스로 움직임을 조절하도록 운동 학습 관점에서 접근한 것은 본 연구의 결과 향상에 영향을 주었을 것이다.

본 연구 결과 두 군 모두 실험 전·후 균형과 보행 변수에서 유의한 향상을 보였다($p < 0.05$). 이러한 결과는 PNF의 목 패턴을 이용한 안뜰 감각 자극 훈련과 트레드밀 훈련이 모두 균형과 보행 능력 향상에 효과적이라는 결과를 의미한다. 하지만, PNF의 목 패턴을

이용한 안뜰 감각 자극 훈련이 트레드밀 훈련보다 균형, 보행 속도, 분당 보폭 수와 보폭에서 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 균형과 보행 변수에서 유의한 차이를 보인 것은 안뜰 감각 훈련이 트레드밀 훈련보다 균형과 보행 능력의 향상에 효과적일 수 있음을 의미한다. 하지만, 본 연구의 대상자들이 만성 뇌졸중 환자들로 이미 보조나 보조 없이 독립적 보행이 가능한 대상자들로 실질적인 보행 연습은 일과 시간에 충분히 이루어지고 있었지만 눈동자와 목을 이용한 움직임을 통한 안뜰 감각 훈련은 아직 잠재되어 있는 균형과 보행 능력과 관련된 요소를 자극하여 유의한 차이를 보였을 것이다.

본 연구에서 균형 능력의 변화를 알아보기 위하여 측정된 BBS점수에서 실험군은 41.29점에서 49.86점으로 8.57점의 변화량을 보였고, 대조군은 40.43점에서 46.14점으로 5.71점의 변화량을 보였다. 두 군 모두에서 최소임상중요도차이(minimal clinical importance difference, MCID)인 4점 이상의 변화량을 보였다(Godi et al., 2013). 이러한 결과는 두 군 모두 4주간의 실험 기간 이후 유의한 균형 능력 향상을 보였으며($p < 0.05$), 균형 능력의 향상은 보행 변수들의 향상에 영향을 주었을 것이다. 하지만, 실험군은 대조군에 비해 더 큰 변화량을 보였으며, 이러한 차이는 실험군이 대조군에 비해 유의한 균형과 보행 능력 향상에 영향을 주었을 것이다. 본 연구에서 일상생활과 관련 있는 속도 변화를 알아보기 위하여 보행 변수를 측정하는 동안 대상자들이 걸을 수 있는 편안한 속도로 걷도록 지시하였다. 보행 변수 중 보행 속도는 실험군이 0.48m/s에서 0.64m/s로 0.16m/s의 변화량을 보였으며, 대조군은 0.48m/s에서 0.54m/s로 0.05m/s의 변화량을 보였다. 두 군 모두에서 실험이 진행되기 전보다 유의한 향상을 보였으며, 실험군이 대조군에 비해 4주간의 훈련 후 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 두 군 모두 실험 전보다 4주간의 실험 기간 이후 보행 속도가 향상된 것은 선행 연구들의 결과와 일치하는 결과이며(Mitsutake et al., 2017; Pohl et al., 2002), 두 군 간의 유의한 차이를 보인 것은 PNF의 목 패턴을 이용한 안뜰 감각 훈련이

균형 능력을 향상시켰으며(Smania et al., 2008), 균형 능력의 향상은 보행 속도 향상에 영향을 주었을 것으로 생각된다. 분당 보폭 수는 일반적으로 90~110steps/min이지만, 나이가 들수록 점차 감소한다(Bang et al., 2013). 뇌졸중 환자의 분당 보폭 수 감소는 감소된 보행 속도와 보행 주기 중 이중 지지 기간의 증가와 관련이 있으며(Baker, 2007), 저하된 균형 능력은 불안정한 보행을 보이며 짧은 보폭과 이중 지지 기간의 증가를 보인다(Pohl et al., 2002). 실험군의 분당 보폭 수는 64.3steps/min에서 69.11steps/min로 4.81steps/min의 변화량을 보였으며, 대조군은 63.99steps/min에서 66.35로 2.35steps/min의 변화량을 보였다. 두 군 모두에서 실험이 진행되기 전보다 유의한 향상을 보였지만, 실험군이 대조군에 비해 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). 이러한 차이를 보인 것은 보행 속도의 증가는 분당 보폭 수를 증가시킨다는 선행 연구 결과와 일치한다(Baker, 2007). 본 연구의 실험군의 보폭 35.16cm에서 29.46cm로 5.69cm의 변화량을 보였으며, 대조군은 32.07cm에서 28.18cm로 3.89cm의 변화량을 보였다. 본 연구의 실험군과 대조군 모두에서 훈련 전보다 보폭이 유의하게 증가하였으며, 훈련 후 실험군이 대조군에 비하여 유의한 향상을 보였다($p<0.05$). 균형 능력의 향상은 감소된 보폭의 증가와 밀접한 관련이 있다(Sparrow & Tirosh, 2005). 본 연구에서 눈동자와 머리의 움직임이 포함된 PNF의 목 패턴은 궁극적으로 손상된 안뜰 기능의 향상에 영향을 주었으며, 4주간 반복적인 움직임을 통한 중추신경계의 통합을 바탕으로 자세 조절과 균형 능력이 향상되어 보폭이 증가되었을 것이다.

본 연구 결과를 바탕으로 만성 뇌졸중 환자에게 일반적 물리치료와 함께 적용한 안뜰 감각 자극 훈련은 일반적인 물리치료와 트레드밀에서 보행 훈련만 하는 것보다 균형과 보행 능력 향상에 더 효과적이었다. 본 연구에서 사용한 PNF의 목 패턴이 만성 뇌졸중 환자의 균형과 보행 능력 향상에 임상적으로 의미 있는 방법임을 제시하고 있다. 눈동자와 머리의 움직임을 이용한 안뜰 감각 자극 훈련은 부적절하게 통합되

고 인지되었던 정보를 교정하여 자세의 안정성, 신체의 위치 인식과 시각을 강화시키며, 안뜰계 등 중추신경계에서 통합하는데 어려움을 겪었던 정보들이 재정렬되어 잠재되어 있던 가소성을 자극하여 더 지속적이며 병인특이적인 치료 방법이 될 수 있다(Smania et al., 2008).

본 연구의 제한점은 연구 대상자가 적어 본 연구 결과를 모든 만성 뇌졸중 환자에 일반화시켜 해석하는데 어려움이 있을 수 있으며, 추적 조사가 이루어지지 않아 본 연구에서 보인 결과를 통해 장기적 효과를 예측하기 어렵다. 따라서 추후에 진행될 연구에서는 이러한 제한점을 수정 보완하여 연구가 이루어져야 할 것이다.

V. 결론

현재 임상에서 뇌졸중 환자의 기능 향상을 위하여 안뜰 감각 자극 훈련에 거의 사용하지 않고 있으며, 이로 인해 뇌졸중 환자에 대한 안뜰 감각 자극과 관련된 연구가 많이 부족한 실정이다. 따라서 이와 관련된 방법에 대한 연구가 지속적으로 이루어져야 하며 안뜰 감각 자극 훈련의 효과에 대한 연구가 필요하다. 본 연구 결과를 바탕으로 PNF의 목 패턴을 이용한 안뜰 감각 자극 훈련은 만성 뇌졸중 환자의 균형과 보행 능력 향상에 긍정적 영향을 보였으며, 임상에서 뇌졸중 환자의 기능 향상을 위한 효과적인 방법이 될 수 있을 것이다.

References

- Adler S, Becker D, Buck M. PNF in practice: an illustrated guide, 4th ed. Heidelberg. Springer. 2014.
- Baker R. The history of gait analysis before the advent of modern computers. *Gait and Posture*. 2007;26(3): 331-342.

- Bang DH, Shin WS, Kim SY, et al. The effects of action observational training on walking ability in chronic stroke patients: a double-blind randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2013;27(12):1118-1125.
- Basta D, Singbartl F, Todt I, et al. Vestibular rehabilitation by auditory feedback in otolith disorders. *Gait and Posture*. 2008;28(3):397-404.
- Blum L, Korner-Bitensky N. Usefulness of the berg balance scale in stroke rehabilitation: a systematic review. *Physical Therapy*. 2008;88(5):559-566.
- Bonan IV, Leblong E, Leplaideur S, et al. The effect of optokinetic and galvanic vestibular stimulations in reducing post-stroke postural asymmetry. *Clinical Neurophysiology*. 2016;127(1):842-847.
- Bonan IV, Marquer A, Eskiizmirli S, et al. Sensory reweighting in controls and stroke patients. *Clinical Neurophysiology*. 2013;124(4):713-722.
- Bonan IV, Yelnik AP, Colle FM, et al. Reliance on visual information after stroke. Part ii: effectiveness of a balance rehabilitation program with visual cue deprivation after stroke: a randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2004;85(2):274-278.
- Gabilan YPL, Perracini MR, Munhoz MSL, et al. Aquatic physiotherapy for vestibular rehabilitation in patients with unilateral vestibular hypofunction: exploratory prospective study. *Journal of Vestibular Research*. 2008;18:139-146.
- Godi M, Franchignoni F, Caligari M, et al. Comparison of reliability, validity, and responsiveness of the mini-betest and Berg balance scale in patients with balance disorders. *Physical Therapy*. 2013;93(2):158-167.
- Herdman SJ. Exercise strategies for vestibular disorders. *Ear, Nose, & Throat Journal*. 1989;68(12):961-964.
- Honaker JA, Lee C, Shepard NT. Clinical use of the gaze stabilization test for screening falling risk in community-dwelling older adults. *Otology and Neurotology*. 2013;34(4):729-735.
- Ilunga Tshiswaka D, Bennett C, Franklin C. Effects of walking trainings on walking function among stroke survivors: a systematic review. *International Journal of Rehabilitation Research*. 2018;41(1):1-13.
- Kim BS, Bang DH, Shin WS. Effects of pressure sense perception training on unstable surface on somatosensory, balance and gait function in patients with stroke. *Journal of Korean Society Physical Medicine*. 2015;10(3):237-245.
- Kong HN, Bang DH, Shin WS. Effect of balance training on different support surface on balance and gait in patients with chronic stroke. *Journal of Korean Society Physical Medicine*. 2015;10(3):275-283.
- Mitsutake T, Sakamoto M, Ueta K, et al. Effects of vestibular rehabilitation on gait performance in poststroke patients: a pilot randomized controlled trial. *International Journal of Rehabilitation Research*. 2017;40(3):240-245.
- Nashner LM. Adapting reflexes controlling the human posture. *Experimental Brain Research*. 1976;26(1):59-72.
- Nieuwboer A, Kwakkel G, Rochester L, et al. Cueing training in the home improves gait-related mobility in Parkinson's disease: the rescue trial. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*. 2007;78(2):134-140.
- Park KY, Ksiazek T, Olson B. Effectiveness of vestibular rehabilitation therapy for treatment of concussed adolescents with persist symptoms of dizziness and imbalance. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2018;27:485-490.
- Pohl M, Mehrholz J, Ritschel C, et al. Speed-dependent treadmill training in ambulatory hemiparetic stroke patients: a randomized controlled trial. *Stroke*. 2002;33(2):553-558.

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. *Neurological Sciences*. 2008;29(5):313-319.

Sparrow WA, Tirosh O. Gait termination: a review of

experimental methods and the effects of ageing and gait pathologies. *Gait & Posture*. 2005;22(4):362-371.

van Uden CJ, Besser MP. Test-retest reliability of temporal and spatial gait characteristics measured with an instrumented walkway system (gaitrite). *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2004;5:13.