

Original Article

Open Access

## 압력 바이오피드백 제공에 따른 고유수용성신경근촉진법 하지패턴 적용이 뇌졸중 환자의 근력과 보행능력에 미치는 영향

박 진<sup>†</sup> · 송명수<sup>1</sup>

드림솔병원 근골격계센터, <sup>1</sup>Dr. Song's 재활과학연구소

### The Effects of Pressure Biofeedback Units in Lower-Limb PNF Pattern Training on the Strength and Walking Ability of Stroke Patients

Jin Park, P.T., Ph.D<sup>†</sup> · Myung-Soo Song, P.T., Ph.D<sup>1</sup>

*Department of Physical Therapy, Drim Sol Hospital*

*<sup>1</sup>Dr. Song's Rehabilitation Institute of Science and Academy*

Received: December 12, 2019 / Revised: January 30, 2020 / Accepted: January 31, 2020

© 2020 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:** The purpose of this study was to compare the strength and walking ability of chronic stroke patients following either proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) pattern training with pressure biofeedback units (feedback group) or PNF pattern training without pressure biofeedback units (control group).

**Methods:** Eighteen participants with chronic stroke were recruited from a rehabilitation hospital. They were divided into two groups: a feedback group (n = 8) and a control group (n = 10). They all received 30 minutes of neurodevelopmental therapy and PNF training for 15 minutes five times a week for three weeks. Muscle strength and spatiotemporal gait parameters were measured. Muscle strength was measured by hand-held dynamometer; gait parameters were measured by the Biodex Gait trainer treadmill system.

**Results:** After the training periods, the feedback group showed a significant improvement in hip abductor muscle strength, hip extensor muscle strength, step length of the unaffected limb, and step time of the affected limb (p < 0.05).

**Conclusion:** The results of this study showed that proprioceptive neuromuscular facilitation pattern training with pressure biofeedback units was more effective in improving hip muscle strength and walking ability than the proprioceptive neuromuscular facilitation pattern training without pressure biofeedback units. Therefore, to strengthen hip muscles and improve the walking ability of stroke patients, using pressure biofeedback units to improve trunk stability should be considered.

<sup>†</sup>Corresponding Author : Jin Park (mnipj1119@gmail.com)

**Key Words:** Biofeedback unit, Gait, Strength, Stroke

## I. 서론

뇌졸중 환자는 신체적, 심리적 장애 등의 복합적인 기능장애로 인해 균형능력과 보행능력의 문제를 경험하며, 독립적인 일상생활을 영위함에 있어 제한을 받게 된다(Geurts et al., 2005; Peurala et al., 2007). 뇌졸중 환자의 보행 특징을 살펴보면 근력약화에 의해 잔존하는 근육으로만 움직이고 보행을 하는 것에 따른 보행속도의 감소, 양 하지의 보장 차이, 비대칭적인 체중분포 및 체중이동 등을 관찰할 수 있다(Ada et al., 2009; Eng & Tang, 2007; Pizzi et al., 2007). 특히 비대칭적인 체중분포와 체중이동은 고관절 외전근과 고관절 신전근의 약화와 관련이 있다(Kim et al., 2012). 고관절 외전근과 고관절 신전근은 보행 시 입각기 동안 골반의 움직임을 조절하여 안정성을 제공하는 역할을 하는데(Friel et al., 2006), 고관절 외전근과 고관절 신전근이 약화된 뇌졸중 환자는 골반의 움직임 조절 문제에 따른 입각기 동안 몸통의 외측굴곡이 발생한다(Sahrmann, 2002). 또한 불안정한 체중지지로 인해 보장이 짧아지며 보행속도의 감소를 나타낸다(Lin et al., 2006).

이러한 문제를 개선하기 위하여 고관절 외전근과 고관절 신전근을 강화시키기 위한 선행연구들이 많이 이루어졌다. 교각운동을 통하여 고관절 외전근과 고관절 신전근을 강화시키거나 클램운동(Clam exercise), 옆으로 걷기 운동, 한 발 스쿼트 동작 등을 통하여 고관절 외전근과 고관절 신전근을 강화시킬 수 있다고 보고하였다(Bolgia & Uhl, 2005; Distefano et al., 2009; Dwyer et al., 2010; McBeth et al., 2012; Selkowitz et al., 2013). 여러 중재를 통하여 고관절 외전근과 고관절 신전근 근력강화의 결과는 뇌졸중 환자의 균형능력 및 보행능력을 향상시킨다고 보고하였다(Mercer et al., 2009).

고관절 외전근과 고관절 신전근을 강화시키기 위하여 고유수용성신경근촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF) 하지패턴을 적용할 수 있다. 고유수

용성신경근촉진법은 운동조절과 운동학습을 통합하는 접근방법으로써 대각선 운동으로 구성된 패턴움직임을 통해 근력과 지구력, 관절가동범위 등을 향상시키고 일상생활동작을 개선하는데 효과적인 방법이다(Kofotolis & Kellis, 2007). 고유수용성신경근촉진법 하지패턴 중 고관절 외전근과 고관절 신전근을 강화시키는 패턴에는 고관절 굴곡-외전-내회전 패턴과 고관절 신전-내전-외회전 패턴, 고관절 신전-외전-외회전 패턴 등이 있다(Adler et al., 2014).

고유수용성신경근촉진법 하지패턴을 이용하여 고관절 외전근과 고관절 신전근을 강화시킨 선행연구들을 살펴보면 일반 성인 남성을 대상으로, 한 손을 테이블을 잡도록 한 후 한 발 서기 자세에서 고관절 굴곡-외전-내회전 패턴과 고관절 신전-외전-내회전 패턴을 적용 시 지지하고 있는 다리의 고관절 외전근의 근활성도가 증가한다고 보고하였다(Park & Lee, 2016). 옆으로 누운자세에서도 마비측의 고관절 신전-외전-내회전 패턴을 통하여 고관절 외전근과 고관절 신전근을 강화시킬 수 있다고 하였다(Adler et al., 2014).

그러나 뇌졸중 환자의 경우 근력약화로 인해 옆으로 누운자세에서 고관절 외전근과 고관절 신전근 강화를 위한 하지패턴 적용 시 요방형근의 과도한 사용에 따른 가쪽으로 기울어지는 보상작용이 발생할 수 있다(Chaitow, 2013). 따라서 고유수용성신경근촉진법 하지패턴을 적용하는 동안 고관절 외전근과 고관절 신전근을 선택적으로 강화시키기 위하여 체간안정성이 요구되지만, 고유수용성신경근촉진법 하지패턴 적용 시 압력 바이오피드백 기구를 이용하여 체간을 안정시키고 근력강화운동을 실시하는 것이 뇌졸중 환자의 보행능력 향상에 효과적인지에 관한 직접적인 검증은 드문 실정이다.

따라서 본 연구에서는 고관절 외전근과 고관절 신전근의 선택적 근력강화를 위하여 고유수용성신경근촉진법 하지패턴 적용 시 압력 바이오피드백 기구를

제공하는 것이 뇌졸중 환자의 고관절 외전근과 고관절 신전근의 근력과 보행능력 향상에 미치는 영향을 검증하고자 하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

2019년 7월부터 2019년 9월까지 전주 D재활병원에 입원하여 뇌졸중으로 인한 편마비를 진단받고 재활운동치료를 받는 환자를 모집하여 실시하였다. 연구의 목적을 이해하고 헬싱키 선언에 입각하여 연구에 참여하겠다고 동의서를 작성한 24명 중 본 연구의 선정 조건에 부합하는 18명을 대상으로 실시하였으며, 대상자들에게 Berg 균형 척도(Berg balance scale, BBS)를 실시하여 Berg 균형 척도의 점수가 45점 이상 대상자들과 미만의 대상자들로 각 각 분류하고 제비뽑기를 실시하여 각 군에 무작위 배정하였다. 고유수용성신경근축진법 하지패턴 시 피드백을 제공한 되먹임군(feedback group)은 8명이었고, 고유수용성신경근축진법 하지패턴만 적용한 대조군(control group)은 10명이

었다. 연구대상자의 선정 기준은 다음과 같았다.

- 1) 뇌졸중 발병 후 6개월 이상 2년 미만인 자
- 2) 청각 및 시각에 장애가 없는 자
- 3) 중재를 수행함에 있어 정형외과적 문제가 없는 자
- 4) 보조도구 없이 10 m 이상 보행 가능한 자
- 5) 한국판 간이 정신상태 검사(Korean mini mental state examination, K-MMSE) 점수가 24점 이상으로 연구자의 지시사항을 이행할 수 있는 자
- 6) 고관절 외전근과 고관절 신전근의 도수근력검사 점수가 3점 이상인 자

편측무시 또는 뇌졸중 이외의 신경학적 질환을 가지고 있는 자, 트레드밀 위에서 보행검사를 수행하는 것에 제한이 있는 자는 제외하였다. 대상자들의 나이, 유병기간, 키, 몸무게, BBS의 두 군간 통계학적 유의한 차이는 없었다( $p>0.05$ )(Table 1).

### 2. 측정방법 및 도구

고유수용성신경근축진법 하지패턴 적용 시 체간안정화 피드백을 제공하기 위하여 압력 바이오피드백

Table 1. General characteristics of subjects

	Feedback group <sup>a</sup> (n <sub>1</sub> =8)	Control group <sup>b</sup> (n <sub>2</sub> =10)
Age (years)	53.38±10.70 <sup>d</sup>	53.70±10.93
Gender		
Male	5	6
Female	3	4
Time since stroke (month)	11.13±4.05	12.10±4.55
Type of lesion		
Hemorrhagic	3	3
Infarction	5	7
Side of lesion		
Right	2	6
Left	6	4
Height (cm)	167.25±9.87	165.10±10.43
Weight (kg)	63.38±7.39	68.10±11.77
BBS <sup>c</sup> (score)	42.25±7.70	45.50±7.20

<sup>a</sup>PNF pattern with biofeedback unit, <sup>b</sup>PNF pattern without biofeedback unit, <sup>c</sup>Berg balance scale, <sup>d</sup>Mean±standard deviation

기구(Stabilizer, Chattanooga Group Inc, USA)를 사용하였다. 압력 바이오피드백 기구는 공기가 주입되는 가방과 압력 수치를 확인할 수 있는 눈금계로 구성되어 있다. 대상자들은 옆으로 누운 자세에서 압력 바이오피드백 기구를 바닥과 허리 사이에 위치시키고, 한 손으로 눈금계를 들고 확인하도록 하여 압력을 40mmHg로 조절한 후 하지패턴을 실시하는 동안 35mmHg에서 45mmHg 사이로 압력이 유지되도록 하여 체간을 안정적으로 유지할 수 있도록 하였다(McBeth et al., 2012).

고관절 외전근과 고관절 신전근의 중재 전, 후 근력의 변화를 평가하기 위하여 휴대용 근력계(Hand-held Dynamometer, J Tech Medical, USA)를 사용하였다. 고관절 외전근의 근력측정을 위하여 침대에 바로 누운 자세에서 마비측 고관절과 슬관절을 펴도록 한 후 휴대용 근력계를 외과(lateral malleolus) 위에 위치시키고 다리를 벌리도록 지시하였다. 고관절 신전근의 근력측정을 위하여 침대에 엎드린 자세에서 마비측 고관절과 슬관절을 펴도록 한 후 휴대용 근력계를 족관절 바로 위에 위치시키고 다리를 들어올리도록 지시하였다. 고관절 외전근과 고관절 신전근의 최대 등척성 수축 동안 압력을 측정하였으며, 평균값을 통계 처리하기 위해 3회 반복하여 측정하였다(Mentiplay et al., 2015).

연구에 참여한 대상자들의 시공간적 보행변수 측정을 위해 보행 기능장애 환자의 균형훈련 및 보행훈련을 통합하여 실시할 수 있는 Biodex gait trainer 2(Biodex gait trainer 2, Biodex Medical System Inc., USA)를 사용하였다. 본 연구에서는 보행속도(walking speed)와 보행주기(step cycle), 마비측, 비마비측의 보장(step length), 그리고 마비측, 비마비측 체중분포 시간(time on each foot)을 통계처리 하였다. 측정 전 3분 동안 보행 연습을 실시하여 대상자들이 Biodex gait trainer 2에 익숙해지도록 하였고, 대상자의 일반적 정보를 입력 한 후 5분 동안 측정을 실시하였다. 측정 시 오류를 최소화하기 위하여 측정장비의 조작을 충분히 연습한 1명의 연구자가 측정을 실시하였다. 대상자가 트레드밀에 올라간 후 연구자는 0.3 km/h의 속도

로 시작하여 0.1 km/h 증가시켜 편안한 속도로 조절하였다. 이후 측정이 시작되며 1회 기록된 운동학적 데이터를 통계처리를 위해 측정하였다. Biodex gait trainer 2를 통한 측정 값들은 자동으로 표준값과 비교된 값이다(Gharib et al., 2011).

### 3. 실험 절차

연구대상자의 나이, 성별, 진단명, 손상 부위, 유병 기간 등을 면접과 의무 기록을 바탕으로 조사하여 군간의 동질성을 확보하였다. 또한 중재 전 고관절 외전근과 고관절 신전근, 보행변수 측정값의 군간 통계학적 차이가 없음을 확인하였다.

대상자들은 균형과 보행능력을 향상시키기 위해 30분간 신경발달치료(neuro-developmental therapy) 후, 치료용 침대에 마비측이 위로 향하도록 옆으로 누운 자세에서 몸통과 골반, 다리가 정렬되도록 하였다. 고관절 외전근과 고관절 신전근을 효과적으로 강화시키기 위해 마비측 하지의 신전-외전-내회전(extension-abduction-internal rotation) 패턴을 적용하였으며, 시작 시 움직임을 알려주기 위하여 율동적 개시와 근력강화를 위하여 등장성 혼합기법으로 15분간 주 5회, 총 3주 동안 실시하였다. 중재는 고유수용성신경근촉진법 학회에서 실시하는 교육 level 3a를 이수한 연구자가 실시하였다. 훈련 전과 훈련 후 대상자의 고관절 외전근과 고관절 신전근의 근력, 보행변수를 측정하였다.

고유수용성신경근촉진법 하지패턴 시 피드백을 제공한 되먹임군은 하지패턴을 적용하는 동안 압력 바이오피드백 기구를 적용하였다. 고유수용성신경근촉진법 하지패턴만 적용한 대조군은 압력 바이오피드백 기구의 제공 없이 연구자가 구두로 체간 정렬을 유지하도록 지시하였다.

### 4. 자료분석

본 연구의 통계적 분석은 PASW 22.0(SPSS, SPSS

Inc., USA) 한글판을 이용하였다. Kolmogorov-Smirnov test에 의한 정규성 검정을 실시하였으며, 연구대상자의 일반적 특성에 대한 동질성 검사는 독립표본 t-검정 (independent t-test)을 실시하였다. 되먹임군과 대조군의 고관절 외전근과 고관절 신전근의 근력, 보행변수의 전과 후 변화 비교를 위한 대응표본 t-검정(paired t-test)를 실시하였다. 군 간 고관절 외전근과 고관절 신전근의 근력, 보행변수 변화량 차이 검증을 위하여 중재 전 값을 공변량으로 설정하고 공분산분석 (analysis of covariance)을 실시하였다. 유의수준은 0.05로 하였다.

### III. 연구결과

#### 1. 고관절 외전근과 고관절 신전근 근력의 중재 전, 후 변화비교

중재 전 측정된 고관절 외전근과 고관절 신전근의 근력에서는 두 군간 유의한 차이가 없었다( $p>0.05$ ). 고관절 외전근의 근력은 되먹임군에서 중재 전  $17.33\pm 4.44\text{kg}$ 에서 중재 후  $21.47\pm 5.37\text{kg}$ 으로 통계학적으로 유의하게 향상되었다( $p<0.05$ ). 대조군에서도 중재 전  $16.26\pm 4.45\text{kg}$ 에서 중재 후  $17.94\pm 4.36\text{kg}$ 으로 통계학적으로 유의하게 향상되었다( $p<0.05$ ). 군 간 비교에서는 되먹임군에서 대조군과 비교하여 통계학적으로 유의하게 고관절 외전근의 근력이 향상된 것으로

나타났다( $p<0.05$ ).

고관절 신전근의 근력은 되먹임군에서 중재 전  $18.89\pm 5.74\text{kg}$ 에서 중재 후  $23.98\pm 7.49\text{kg}$ 으로 통계학적으로 유의하게 향상되었다( $p<0.05$ ). 대조군에서도 중재 전  $17.98\pm 7.09\text{kg}$ 에서 중재 후  $19.89\pm 6.61\text{kg}$ 으로 통계학적으로 유의하게 향상되었다( $p<0.05$ ). 군 간 비교에서는 되먹임군에서 대조군과 비교하여 통계학적으로 유의하게 고관절 신전근의 근력이 향상된 것으로 나타났다( $p<0.05$ )(Table 2).

#### 2. 시공간적 보행변수의 중재 전, 후 변화비교

중재 전 측정된 보행변수에서는 두 군간 유의한 차이가 없었다( $p>0.05$ ). 보행변수 중 보행속도에 대한 중재 전후 비교 결과, 되먹임군에서 중재 전  $0.36\pm 0.12\%$ 에서 중재 후  $0.40\pm 0.13\%$ 로 통계학적으로 유의하게 빨라졌다( $p<0.05$ ). 대조군에서는 중재 전  $0.30\pm 0.13\%$ 에서 중재 후  $0.33\pm 0.15\%$ 로 통계학적으로 유의하지 않았다( $p>0.05$ ). 중재 후 군간 비교에서 되먹임군은 대조군과 비교하여 통계학적 차이가 나타나지 않았다( $p>0.05$ ).

보행주기에 대한 비교 결과, 되먹임군에서는 중재 전  $0.57\pm 0.10\text{cycle/s}$ 에서 중재 후  $0.57\pm 0.07\text{cycle/s}$ 로 통계학적으로 유의하지 않았다( $p>0.05$ ). 대조군에서도 중재 전  $0.62\pm 0.14\text{cycle/s}$ 에서 중재 후  $0.60\pm 0.13\text{cycle/s}$ 로 통계학적으로 유의하지 않았다( $p>0.05$ ). 중재 후 군간 비교에서도 되먹임군과 대조군 사이에서 통계학

Table 2. Comparison of pre and post training outcome measures of muscle strength within and between groups

		Feedback group <sup>a</sup> (n <sub>1</sub> =8)	Control group <sup>b</sup> (n <sub>2</sub> =10)	p
Hip abductors (kg)	Pre	17.33±4.44 <sup>c</sup>	16.26±4.45	0.00 <sup>†</sup>
	Post	21.47±5.37	17.94±4.36	
	p	0.00 <sup>*</sup>	0.00 <sup>*</sup>	
Hip extensors (kg)	Pre	18.89±5.74	17.98±7.09	0.03 <sup>†</sup>
	Post	23.98±7.49	19.89±6.61	
	p	0.01 <sup>*</sup>	0.00 <sup>*</sup>	

<sup>a</sup>PNF pattern with biofeedback unit, <sup>b</sup>PNF pattern without biofeedback unit, <sup>c</sup>Mean±standard deviation, significant difference between pre and post intervention within the group (<sup>\*</sup> $p<0.05$ ), significant difference between the change values among the groups (<sup>†</sup> $p<0.05$ )

Table 3. Comparison of pre and post training outcome measures of spatiotemporal gait parameters within and between groups

		Feedback group <sup>a</sup> (n <sub>1</sub> =8)	Control group <sup>b</sup> (n <sub>2</sub> =10)	p
Walking speed (m/s)	Pre	0.36±0.12 <sup>c</sup>	0.30±0.13	0.34
	Post	0.40±0.13	0.33±0.15	
	p	0.00 <sup>*</sup>	0.07	
Step cycle (cycle/s)	Pre	0.57±0.10	0.62±0.14	0.39
	Post	0.57±0.07	0.60±0.13	
	p	0.72	0.11	
Step length (cm)	Affected	Pre	36.25±8.96	0.50
		Post	39.13±11.09	
		p	0.01 <sup>*</sup>	
	Unaffected	Pre	36.25±10.98	0.00 <sup>†</sup>
		Post	41.50±9.17	
		p	0.00 <sup>*</sup>	
Time on each foot (%)	Affected	Pre	46.63±1.77	0.01 <sup>†</sup>
		Post	48.88±1.36	
		p	0.00 <sup>*</sup>	

<sup>a</sup>PNF pattern with biofeedback unit, <sup>b</sup>PNF pattern without biofeedback unit, <sup>c</sup>Mean±standard deviation, significant difference between pre and post intervention within the group (<sup>\*</sup>p<0.05), significant difference between the change values among the groups (<sup>†</sup>p<0.05)

적으로 유의한 결과가 나타나지 않았다(p>0.05).

마비측 보장에 대한 비교 결과, 되먹임군은 중재 전 36.25±8.96cm에서 중재 후 39.13±11.09cm로 유의하게 증가하였다(p<0.05). 대조군에서도 중재 전 30.80±13.17cm에서 중재 후 35.60±12.44cm로 통계학적으로 유의하게 증가하였다(p<0.05). 중재 후 군간 비교에서는 되먹임군과 대조군 사이에서 통계학적으로 유의한 결과가 나타나지 않았다(p>0.05).

비 마비측 보장에 대한 비교 결과, 되먹임군은 중재 전 36.25±10.98cm에서 중재 후 41.50±9.17cm로 유의하게 증가하였다(p<0.05). 대조군에서도 중재 전 30.80±14.88cm에서 중재 후 32.90±14.44cm로 통계학적으로 유의하게 증가하였다(p<0.05). 중재 후 군간 비교에서는 되먹임군은 대조군과 비교하여 통계학적으로 유의하게 비 마비측 보장이 향상된 것으로 나타났다(p<0.05).

보행 시 마비측의 체중분포 시간에 대한 비교 결과,

되먹임군은 중재 전 46.63±1.77%에서 중재 후 48.88±1.36%로 유의하게 증가하였다(p<0.05). 대조군에서는 중재 전 46.40±3.10%에서 중재 후 46.30±2.98%로 통계학적으로 유의하지 않았다(p>0.05). 중재 후 군간 비교에서는 되먹임군은 대조군과 비교하여 통계학적으로 유의하게 마비측 체중분포 시간이 향상된 것으로 나타났다(p<0.05)(Table 3).

#### IV. 고찰

본 연구는 고관절 외전근과 고관절 신전근을 강화시키기 위한 고유수용성신경근축진법 하지패턴 적용 시 체간안정성 조절을 위한 압력 바이오피드백 기구의 사용이 뇌졸중 환자의 고관절 외전근과 고관절 신전근의 근력과 보행능력에 미치는 효과를 검증하여 뇌졸중 환자의 재활 시 임상적 방법을 제시하고자 실

시하였다.

그 결과 고유수용성신경근축진법 하지패턴 적용에 따른 고관절 외전근과 고관절 신전근의 근력은 두 군 모두 중재 후 향상된 결과를 나타냈다. Mercer 등(2009)의 연구에서는 하지 근력강화 운동을 반복적으로 실시하여 고관절 외전근 및 고관절 신전근의 근력강화를 증명하였는데, 고관절 외전근과 고관절 신전근의 근력 증가는 독립적인 보행과 균형 회복의 중요한 요소임을 보고하였다. 이러한 고관절 외전근과 고관절 신전근의 근육 활성을 위해 고유수용성신경근축진법 하지패턴 신전-외전-내회전을 고려해 볼 수 있다 (Adler et al., 2014). 본 연구에서는 두 군 모두 신전-외전-내회전의 패턴을 반복 적용하였기 때문에 고관절 외전근과 고관절 신전근의 근력이 향상된 결과가 나타난 것이라 할 수 있다. 군 간 비교에서는 하지패턴을 적용하는 동안 압력 바이오피드백을 제공하여 체간을 조절하는 것이 고관절 외전근과 고관절 신전근의 근력 향상에 더 효과적인 것으로 나타났다. 체간은 기능적 활동 사슬에서 중심적인 역할을 수행하며, 사지 움직임의 기초가 되므로 매우 중요하다. 특히 체간의 안정화는 하지관절의 안정성 증가와 근섬유 동원 증가에 따른 근력의 향상된 결과를 나타낸다(Akuthota & Nadler, 2004). Cynn 등(2006)의 연구에서는 옆으로 누운 자세에서 압력 바이오피드백을 제공하여 체간을 안정시킨 후 고관절 외전 운동을 실시하는 것이 고관절 외전근의 근활성도 향상에 효과적이라 하였으며, 이는 체간안정화에 따른 요방형근 활성의 감소와 골반 기울임의 감소에 의한 결과라고 보고하였다. Yoo 등(2013)의 연구에서도 복부 할로잉을 적용한 상태에서 고유수용성신경근축진법 하지패턴을 적용하는 것이 복부 할로잉을 적용하지 않았을 때 보다 하지의 근활성도가 증가하는 것으로 나타났다. 이는 복부 할로잉을 통한 체간 안정화가 하지 근활성을 향상시킨 결과라 할 수 있다. 이를 바탕으로 마비측 하지의 신전-외전-내회전 패턴 적용 시 압력 바이오피드백의 제공은 골반과 허리 부위의 능동 안정화에 의한 요방형근의 활성을 감소시키고, 보상작용을 억제하는 적절한

피드백을 제공하는 것에 따른 고관절 외전근과 고관절 신전근의 선택적 근력 강화에 효과적인 것으로 생각된다.

고관절 외전근과 고관절 신전근은 보행 시 입각기 동안 골반 움직임 조절에 영향을 미치며, 고관절 안정성에 관여한다(Friel et al., 2006). 고유수용성신경근축진법 하지패턴 중 신전-외전-내회전은 보행 시 입각기에 영향을 미치게 되어 시공간적 보행변수 향상에 효과적이다(Adler et al., 2014). 본 연구에서도 두 군에서 모두 신전-외전-내회전 패턴 적용에 따른 보행변수의 향상된 결과가 나타났다. 고관절 외전근과 고관절 신전근은 보행 시 체간안정성을 유지시키고 고관절의 안정화 역할을 하는데, 특히 고관절 외전근에 의해 발생하는 토크는 보행 시 앞쪽에서 일어나는 대퇴골에 대한 골반의 움직임을 조절하는데 있어 필수적이라 할 수 있다(Earl, 2005; Neumann, 2002). 즉 본 연구에서 실시한 신전-외전-내회전 패턴은 고관절 외전근을 효과적으로 강화시킴으로써 입각기 동안 고정되어 있는 대퇴골에 대해 고관절을 안정화 시켜주는 역할을 수행하여 보행능력이 향상된 결과이다.

보행변수 중 보행속도의 변화는 분속수와 마비측의 보장, 비마비측의 보장과 관련이 있다(Lin et al., 2006). 보행속도가 증가하기 위해서는 분속수와 마비측, 비마비측 보장이 증가해야 하는데, 본 연구에서는 두 군에서 모두 중재 후 마비측과 비마비측의 보장의 증가된 결과가 나타났지만 보행속도의 향상은 바이오피드백을 제공한 되먹임군에서만 나타났다. 이는 분속수의 변화가 나타나지 않았기 때문이라 할 수 있다. 분속수는 입각기의 조절 능력 뿐만 아니라 유각기의 조절 능력에도 영향을 받는다. 본 연구에서 적용된 신전-외전-내회전 패턴은 보행 시 입각기 조절에 초점을 두고 있기 때문에 분속수에 영향을 미치지 못한 것으로 생각된다.

본 연구에서 신전-외전-내회전을 적용하는 동안 압력 바이오피드백을 통한 체간의 조절은 압력 바이오피드백을 제공하지 않았을 때보다 비마비측의 보장과 마비측 체중분포 시간의 향상에 효과적인 것으로 나

타났다. 비마비측의 보장과 마비측 체중분포 시간의 향상된 결과는 입각기 동안의 조절능력이 향상된 것에 따른 결과라 할 수 있다. 입각기 동안의 조절능력은 고관절 외전근과 고관절 신전근 근력의 영향을 받는다. Cynn 등(2006)의 연구에서 압력 바이오피드백을 이용하여 체간을 안정화시키는 것은 고관절 외전시 고관절 외전근과 고관절 신전근의 근활성도를 높인다고 보고하였다. 압력 바이오피드백을 이용하여 체간을 안정화 시킴으로써 고관절 외전 동안 보상작용을 억제시키고 고관절 외전근과 고관절 신전근만 선택적으로 활성화시키는 것에 따른 결과라 할 수 있다. 본 연구에서도 패턴을 적용하는 동안 압력 바이오피드백을 통한 체간의 조절이 고관절 외전근과 고관절 신전근을 선택적으로 강화시키고, 이는 보행 시 입각기 동안 조절능력 향상에 영향을 미친 것으로 사료된다.

본 연구에서 적용된 고유수용성신경근축진법 하지패턴 신전-외전-내회전은 입각기에 동원되는 근육을 강화시키는 효과적인 방법이며(Lee et al., 2015), 본 연구에서도 두 군에서 모두 보행능력의 향상된 결과를 나타냈다. 본 연구의 대상자들은 마비측 고관절 외전근과 신전근의 근력이 일정 기준 이상이었기 때문에 직접적으로 패턴을 적용하는 것이 가능했다. 그러나 마비측 하지 근력이 약한 뇌졸중 환자의 경우 정확한 자세로 수행함에 있어 제한이 있을 수 있다. 이를 보완하기 위하여 비마비측에 굴곡패턴을 적용하여 유각기를 촉진시킴으로써 간접적으로 마비측의 입각기를 활성화 시키는 방법도 고려할 수 있다(Adler et al., 2014). 따라서 마비측의 근력이 감소되어 있는 뇌졸중 환자에게 입각기를 활성화하기 위하여 고유수용성신경근축진법 하지패턴의 적용 시 직접적인 신전패턴의 적용과 동시에 간접적인 접근방법도 고려해야 할 것이다.

본 연구는 병원에 입원하여 지속적으로 관리를 받고 있는 뇌졸중 환자를 대상으로 하였기 때문에 일상생활을 하고 있는 뇌졸중 환자에게 적용함에 있어 제한이 있을 수 있다. 또한 중재 후 평가만 실시하여 향후 효과가 지속되고 있는가에 대한 평가는 이루어

지지 않은 점에서 이에 대한 검증이 필요하며, 고관절 외전근과 고관절 신전근만 평가가 이루어졌기 때문에 다른 근육에서의 근력변화와 이를 통한 보행변수의 변화에 대한 검증이 필요하다.

## V. 결론

본 연구는 고유수용성신경근축진법 하지패턴 적용 시 압력 바이오피드백 기구를 통한 체간안정성 조절이 뇌졸중 환자의 고관절 외전근, 고관절 신전근의 근력과 보행능력 향상에 어떤 영향을 미치는지 알아보고자 실시하였다.

뇌졸중 환자에게 고유수용성신경근축진법 하지패턴 적용 시 압력 바이오피드백 기구를 사용하는 것은 체간안정성 조절에 따른 보상작용을 억제하고 고관절 외전근과 고관절 신전근을 선택적으로 강화시키는 것에 따른 근력의 향상된 결과를 나타냈다. 이는 보행 시 입각기 조절에 관여하여, 보행변수의 향상에도 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 뇌졸중 환자의 하지근력 강화와 보행능력 향상을 위하여 고유수용성신경근축진법 하지패턴을 적용하고자 한다면 압력 바이오피드백 기구를 통한 체간안정성도 고려하여야 할 것이다.

## References

- Ada L, Dean CM, Lindley R, et al. Improving community ambulation after stroke: the ambulate trial. *BMC Neurology*. 2009;9(1):8.
- Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2004;85(3 Suppl 1): 86-92.
- Alder SS, Beckers D, Buck M. PNF in practice: an illustrated guide, 4th ed. Berlin. Springer-Verlag. 2014.
- Bolgia LA, Uhl TL. Electromyographic analysis of hip



- rehabilitation exercises in a group of healthy participants. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2005;35(8):487-494.
- Chaitow L. Muscle energy techniques, 4th ed. London. Churchill Livingstone. Elsevier Health Sciences. 2013.
- Cynn HS, Oh JS, Kwon OY, et al. Effects of lumbar stabilization using a pressure biofeedback unit on muscle activity and lateral pelvic tilt during hip abduction in sidelying. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2006;87(11):1454-1458.
- Distefano LJ, Blackburn JT, Marshall SW, et al. Gluteal muscle activation during common therapeutic exercises. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2009;39(7):532-540.
- Dwyer MK, Boudreau SN, Mattacola CG, et al. Comparison of lower extremity kinematics and hip muscle activation during rehabilitation tasks between sexes. *Journal of Athletic Training*. 2010;45(2):181-190.
- Earl JE. Gluteus medius activity during 3 variations of isometric single-leg stance. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2005;14(1):1-11.
- Eng JJ, Tang PF. Gait training strategies to optimize walking ability in people with stroke: a synthesis of the evidence. *Expert Review of Neurotherapeutics*. 2007;7(10):1417-1436.
- Friel K, McLean N, Myers C, et al. Ipsilateral hip abductor weakness after inversion ankle sprain. *Journal of Athletic Training*. 2006;41(1):74-78.
- Geurts AC, de Haart M, van Nes II, et al. A review of standing balance recovery from stroke. *Gait & Posture*. 2005;22(3):267-281.
- Gharib NM, El-Maksoud GM, Rezk-Allah SS. Efficacy of gait trainer as an adjunct to traditional physical therapy on walking performance in hemiparetic cerebral palsied children: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2011;25(10):924-934.
- Kim JH, Chung Y, Kim Y, et al. Functional electrical stimulation applied to gluteus medius and tibialis anterior corresponding gait cycle for stroke. *Gait & Posture*. 2012;36(1):65-67.
- Kofotolis ND, Kellis E. Cross-training effects of a proprioceptive neuromuscular facilitation exercise programme on knee musculature. *Physical Therapy in Sport*. 2007;8(3):109-116.
- Lee YM, Ham MS, Ki TS. Effect of non-paralyzed side and paralyzed side of elastic band combined with proprioceptive neuromuscular facilitation lower extremity patterns on balance in chronic stroke patients. *Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*. 2015;13(4):181-188.
- Lin PY, Yang YR, Cheng SJ, et al. The relation between ankle impairments and gait velocity and symmetry in people with stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2006;87(4):562-568.
- McBeth JM, Earl-Boehm JE, Cobb SC, et al. Hip muscle activity during 3 side-lying hip-strengthening exercises in distance runners. *Journal of Athletic Training*. 2012;47(1):15-23.
- Mentiplay BF, Perraton LG, Bower KJ, et al. Assessment of lower limb muscle strength and power using hand-held and fixed dynamometry: a reliability and validity study. *PLoS One*. 2015;10(10):e0140822.
- Mercer VS, Chang SH, Williams CD, et al. Effects of an exercise program to increase hip abductor muscle strength and improve lateral stability following stroke: a single subject design. *Journal of Geriatric Physical Therapy*. 2009;32(2):6-15.
- Neumann DA. Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for physical rehabilitation. St. Louis. Mosby. 2002.
- Park IS, Lee SY. Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation leg patterns on activity of gluteus medius at opposite side. *Journal of Korean Proprioceptive*

- Neuromuscular Facilitation Association*. 2016;14(3): 195-202.
- Peurala SH, Könönen P, Pitkänen K, et al. Postural instability in patients with chronic stroke. *Restorative Neurology and Neuroscience*. 2007;25(2):101-108.
- Pizzi A, Carlucci G, Falsini C, et al. Gait in hemiplegia: evaluation of clinical features with the Wisconsin gait scale. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2007;39(2):170-174.
- Sahmann S. Diagnosis and treatment of movement impairment syndrome. St. Louis. Mosby. 2002.
- Selkowitz DM, Beneck GJ, Powers CM. Which exercises target the gluteal muscles while minimizing activation of the tensor fascia lata? Electromyographic assessment using fine-wire electrodes. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2013;43(2):54-64.
- Yoo B, Park H, Heo K, et al. The effects of abdominal hollowing in lower limb PNF pattern training on the activation of contralateral muscles. *Journal of Physical Therapy Science*. 2013;25(10):1335.