

The Effect of Rhythmic Neurodynamic on the Upper Extremity Nerve Conduction Velocity and the Function for Stroke Patients

Jeong-Il Kang¹, Young-Jun Moon², Dae-Keun Jeong¹, Hyun Choi³

¹Department of Physical Therapy, Sehan University, Yeongam; ²Mokpo Jung-ang Hospital, Mokpo; ³Mokpo Mi-rae Hospital, Mokpo, Korea

Purpose: The purpose of this study was to resolve, in an efficient manner, the mechanoreceptor problems of the part far from the paretic upper extremity in stroke patients, as well as to provide clinical basic data of an intervention program for efficient neurodynamic in stroke patients, by developing a rhythmic neurodynamic exercise program and verifying functional changes depending on the increase in the upper extremity nerve conduction velocity.

Methods: Samples were extracted from 18 patients with hemiplegia, caused by stroke, and were randomly assigned to either the experimental group I for the general upper extremity neurodynamic (n = 9) and the experimental group II for rhythmic upper extremity neurodynamic (n = 9). An intervention program was applied ten times per set (three sets one time) and four times a week for two weeks (once a day). As a pre-test, changes in the upper extremity nerve conduction velocity and functions were assessed, and two weeks later, a post-test was conducted to re-measure them in the same manner.

Results: The wrist and palm sections of the radial nerve and the wrist and elbow sections of the median nerve, as well as the wrist, lower elbow, upper elbow, and axilla sections of the ulnar nerve had significant differences with respect to the upper extremity nerve conduction velocity between the two groups ($p < 0.05$) ($p < 0.01$), and significant differences were also found in the upper extremity functions ($p < 0.05$).

Conclusion: Rhythmic neurodynamic accelerated the nerve conduction velocity more in broader neural sections than the general neurodynamic. In conclusion, rhythmic neurodynamic was proven to be effective for improving the functions of upper extremity.

Keywords: Nerve conduction velocity, Nerve viscoelastic effect, Rhythmic neurodynamic, Stroke

서론

뇌졸중 환자의 일반적인 증상은 편마비로, 환자들은 병변 크기와 위치 그리고 다양한 장애와 심각성을 가지고 있다.¹ 이러한 문제점을 개선하기 위해 급성기 및 아급성기 단계에서 적극적인 재활운동을 시행해야 하고² 특히 조기 치료에 있어서 마비측 팔 운동은 중요한 요소이다.³ 그 이유는 다리의 경우 환자들은 보행을 하기 위한 수단으로 마비측 다리를 보조 역할로 사용하는 반면, 팔은 과제 수행에서 비마비측 팔에 더 의존하여 사용하기 때문에,⁴ 다리 보다 더 자발적인 기능 회복이 억제되기 때문이다.⁵

뇌졸중 환자들이 마비측 팔 작업을 수행할 시 근긴장 증가, 반사에 대한 과흥분성, 작용근과 대항근의 제약에 의한 경련과 이로 인한 기능 제한이 발생되며,⁶ 신경계의 전도속도에 영향을 미치고, 회복이 늦어질수록 신경전도속도는 점차 느려진다.⁷ 이러한 신경전도속도 저하

는 주위 근육들의 근활성도와 팔 기능에 연관성이 있으므로,⁸ 뇌졸중 환자의 재활 운동 시 신경계 자극은 중요한 요소이다.⁹ 팔의 재활 운동 목적은 팔 기능을 향상시키고 섬세한 운동능력을 회복하는 것으로,¹⁰ 특히 뇌졸중 환자들처럼 신경 질환으로 고통 받는 환자들에서 나타나는 증상 회복과 신경계 자극을 시키기 위한 운동방법으로는 신경가동기법이 쓰이고 있다.⁹ 신경가동기법은 신경 장력을 평가하기 위한 진단 검사에서 발전한 것으로, 신경축을 긴장 상태로 놓고 움직임을 통해 신경 및 척수로로 향하는 전기적 신호를 회복하기 위한 것을 목표로 하는 운동이며,¹¹ 치료기전은 신경 내 압박을 감소시켜 축삭 수송 체계(axonal transport system)의 향상을 통해 신경전도를 촉진하여¹² 손상된 신경과 근육을 포함한 연부조직들에게 회복 효과를 주어 관련 부위에 기능이 향상된다.^{13,14} 신경가동기법은 이미 근골격계 환자들을 통해 그 효과가 입증된 운동방법으로, 현재는 뇌졸중 환자를 대상으로 다양한 증상에 따른 기능 회복을 위한 운동

Received Jul 5, 2017 Revised Aug 18, 2017

Accepted Aug 22, 2017

Corresponding author Young-Jun Moon

E-mail tkfkdgo0328@naver.com

Copyright ©2017 The Korea Society of Physical Therapy

This is an Open Access article distribute under the terms of the Creative Commons Attribution Non-commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

방법으로 제시하고 있으며,¹⁵ 신경계에 직접적으로 자극을 줄 수 있기 때문에 다른 운동에 비해 높은 효과를 나타낼 수 있다.¹⁶ 이러한 효과는 환자들의 긴장된 근활성도 감소¹⁷와 환자들의 기능이 개선될 수 있다.¹⁸ 그러나 환자들은 시간이 지남에 따라 마비측 팔의 먼 쪽으로 갈수록 기계적 수용기의 문제가 남아있어 손의 기능 회복이 느려진다.¹⁹ 그래서 남아 있는 기능 장애의 더 원활한 회복 증진을 위해 기존의 여러 재활 운동방법에서 새로운 기술을 결합 또는 발전시켜 중재 프로그램을 훈련 할 필요성을 제시하였기에,²⁰ 본 연구에서는 환자들에게 적용하고 있는 기존의 팔 신경가동기법에서 기계적 수용기 문제가 남아있는 팔 먼 쪽에 율동적인 움직임(rhythmic movement)을 결합하여 뇌졸중 환자들에게 적용함으로써 잔존 장애를 더 효과적으로 회복시키고자 한다.

신경가동기법은 뇌졸중 환자들에게 적용하는 연구들이 현재까지 진행 중이며 그 효과는 긍정적인 영향을 나타내고 있으나, 신경가동기법을 적용하는 동안 환자들에게 통증을 유발시키는 단점과 재활 운동 후에도 먼 쪽 부위에 기계적 수용기의 문제가 남아있어, 이를 효율적으로 해결하기 위한 중재 프로그램 개발이 필요한 시점이다. 따라서 본 연구는 원활한 팔 기능 회복을 위하여 기존의 팔 신경가동기법에서 마비측 팔 먼 쪽 부위에 율동적인 움직임을 결합한 율동적 팔 신경가동기법이 뇌졸중 환자들의 마비측 팔 신경전도속도 증진에 따른 기능 변화를 조사하고, 이를 통해 율동적 팔 신경가동기법이 환자에게 적용할 수 있는 효율적인 중재 프로그램에서 있어서 임상적 기초자료를 제공하기 위해 시행하였다.

연구방법

1. 연구대상

본 연구는 기관생명윤리위원회의 승인(SH-IRB 2016-12)을 받고 2016년 10월부터 2017년 4월까지 전라남도에 소재한 M 병원에 내원한 환자 18명을 대상으로 실시하였다. 대상자는 뇌경색으로 인한 편마비 진단은 뇌졸중 환자들로 발병일로부터 3개월 이상 6개월 이하인 자, 다른 신경학적 또는 정형외과적 병력이 없으며, 마비측 팔의 수동적 관절운동범위에 제한이 없고, 환측 부위에 감각 이상이 없는 자, 시각

과 청각에 문제가 없으며 실어증이 없는 자, 그리고 경직평가척도(modified ashworth scale, MAS) G_{II}이하이고, 연구자가 지시하는 내용을 이해하고 따를 수 있도록 한국어판 간이정신상태 검사(mini mental state examination-Korea version, MMSE-K)에서 24점 이상인 대상으로 본 연구의 목적을 이해하고 연구에 자발적으로 참여한 자를 연구 대상으로 선정하였으며, 일반적 특성은 다음과 같다(Table 1).

2. 실험방법

1) 연구 설계

뇌졸중으로 인한 편마비 환자 18명을 표본 추출하여, 일반적 팔 신경가동기법군 9명을 실험군 I로, 율동적 팔 신경가동기법군 9명을 실험군 II로 무작위 배치하여 2주간, 주 4회, 1일 1회, 1회 3세트, 세트당 10회 중재 프로그램을 시행하였다. 중재 전 사전 검사로 Viking Quest 장비를 활용하여 노신경(radial nerve)의 손목과 손바닥(wrist-palm) 구간을 측정하였고, 정중신경(median nerve)의 손목과 팔꿈치(wrist-elbow) 구간 및 팔꿈치와 겨드랑이(elbow-axilla) 구간을 측정하였으며, 자신경(ulnar nerve)의 손목과 팔꿈치 아래(wrist-below elbow) 구간, 팔꿈치 아래와 팔꿈치 위(below elbow-above elbow) 구간 및 팔꿈치 위와 겨드랑이(above elbow-axilla) 구간을 측정하였다. 또한 손 기능 검사(manual function test, MFT) 평가지를 사용하여 팔 기능평가를 측정한 후, 2주 후에 사후검사를 사전검사와 동일하게 재 측정하여 분석하였다.

2) 측정 도구 및 방법

(1) 신경전도속도(Nerve conduction velocity, NVC)

신경전도속도를 측정하기 위해 Viking Quest (Bourgogne, France) 장비를 사용하였고, 고필터는 10 kHz, 저필터는 50 Hz, 예민도(sensitivity)는 2-5 mV/division, 자극시간은 0.2 ms, 자극빈도는 1 Hz로 설정하였으며, 검사실 온도는 26°C를 유지하면서 환자들은 편안히 눕게 한 다음 열 치료기구인 적외선으로 양 손을 31-34°C를 유지하였다. 그리고 전극 부착부위를 알코올로 닦은 후 노신경의 운동신경전도속도 측정하기 위해 표면 접촉식 자극을 사용하여 위팔노근의 근복(belly)에 활성전극을, 기준전극은 위팔노근의 가장 먼 쪽 끝 부위에 부착하였으며, 정중신경은 짧은엄지벌림근의 근복(belly)에 활성전극을, 기준전극은 활성전극의 후방 3 cm 거리의 건(tendon) 위에 부착하였다. 그리고 자신경은 새끼벌림근의 근복(belly)에 활성전극을, 기준전극은 활성전극의 후방 3 cm 거리의 건(tendon) 위에 부착하였다. 접지전극은 모든 신경과 동일하게 자극전극과 활성전극 사이에 부착하였다.²¹

(2) 팔 기능평가(Upper limb function test)

뇌졸중 환자들의 팔 기능 평가를 하기 위해 손 기능 검사(MFT) 도구를 활용하였다. 이 도구는 일본 동북대학 의학부 리하연구소 명자분

Table 1. General characteristics

Items	Experimental group I (n=9)	Experimental group II (n=9)	p-value
Age	62.40±8.40	58.10±6.14	0.624
Height (cm)	158.31±11.53	161.91±5.62	0.502
Weight (kg)	63.31±7.51	66.11±8.16	0.386
Paretic side (right/left)	8/1	8/1	
MMSE-K (score)	26.20±2.20	25.80±1.96	0.329

원에서 뇌졸중 환자의 팔 기능평가를 하기 위해 개발된 도구로 뇌졸중 환자의 팔 기능 및 동작능력 측정하는데 쓰이는 도구이다. 세부항목은 팔 운동이 4항목(팔 앞으로 올리기, 팔 옆으로 올리기, 손바닥 뒷머리에 닿기, 손바닥 등에 닿기), 장악력 2항목(쥐기, 집기), 손가락 조작 2항목(입방제 옮기기, 패그보드)으로 3개의 영역, 총 8개 항목으로 구성되어 있다. 각 검사는 환측부터 실시하며 각 하위 검사가 가능한 경우 1점, 불가능한 경우 0점으로 처리하여 총 32점 만점이며, 검사 도구에 대한 검사-재검사 신뢰도는 환측 $r=0.99$, 건측 $r=0.84$ 이다.²² 본 연구에서는 환측의 측정값만을 사용하였다.

(3) 중재 방법

울동적인 움직임을 결합한 울동적 팔 신경가동기법에서 노신경의 울동적 신경가동기법은 환자는 바로 누운 자세로 치료사는 환자의 가까운 쪽 다리 방향으로 어깨를 내림과 동시에 위팔어깨관절 안쪽 돌림, 팔꿈관절 펌, 아래팔 옆침(pronation)을 시행하였으며, 환자는 목을 반대쪽으로 가쪽굽힘(lateral flexion)을 시행한다. 이때 치료사는 뇌졸중 환자들의 팔 먼 쪽 부위에 메트로놈(metronome)을 활용하여 울동적으로 2초에 1회씩 총 20초간 과신장을 시행하였다. 정중신경의 울동적 신경가동기법은 환자는 바로 누운 자세로 환자의 팔은 어깨관절 약 90°벌림, 팔꿈관절 약 90°굽힘, 손목관절 등쪽굽힘자세에서 치료사의 한 손은 환자의 어깨를 고정하고 다른 손으로 환자의 어깨관절 바깥돌림, 팔꿈관절 펌, 아래팔 뒤침(supination), 손가락과 손목은 완전 펌을 시행하고, 환자의 목은 반대쪽으로 가쪽굽힘(lateral flexion)을 시행한다. 이때 치료사는 뇌졸중 환자들의 팔 먼 쪽 부위에 메트로놈(metronome)을 활용하여 울동적으로 2초에 1회씩

총 20초간 과신장을 시행하였다. 그리고 자신경의 울동적 신경가동기법은 환자는 울동적 정중신경가동기법과 똑같은 자세를 취하고 치료사는 환자의 어깨관절을 최대 바깥돌림시키고 아래팔 옆침(pronation)하면서 손가락과 손목은 완전 펌을 시행하고, 환자는 목을 반대쪽으로 가쪽굽힘(lateral flexion)을 시행한다. 이때 치료사는 뇌졸중 환자들의 팔 먼 쪽 부위에 메트로놈(metronome)을 활용하여 울동적으로 2초에 1회씩 총 20초간 과신장을 시행한다.

일반적 팔 신경가동기법은 울동적 팔 신경가동기법과 동일한 자세에서 시행하되 울동적 움직임을 시행하지 않고 팔 먼 쪽 부위에 20초간 신장만 시행하였다.

3. 자료분석

본 연구를 위한 자료처리 방법은 Window-용 SPSS 17.0을 이용하여 연구대상자의 일반적 특성과 정규성 검정을 위해 Shapiro-wilk를 사용하였다. 그리고 각 집단 내 신경전도속도, 팔 기능 변화를 알아보기 위해 대응표본 t-검정(paired t-test)을 사용하였고, 각 집단 간의 신경전도속도, 팔 기능 변화를 비교하기 위해 공분산분석(ANCOVA)을 사용하였으며, 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

결 과

1. 각 집단 간 팔 신경전도속도와 기능평가 변화 비교

집단 간 노신경, 정중신경, 자신경의 각 구간 별에 따른 팔 신경전도속도와 기능평가를 분석한 결과, 정중신경의 팔꿈치와 겨드랑이 구간, 자신경의 팔꿈치 아래와 팔꿈치 위 구간에서는 통계학적으로 유의

Table 2. Comparison of changes in NCV and MFT for between groups

Items	Groups	Pre-test M±SD	Post-test M±SD	F	p-value*	
NCV (m/s)	Radial nerve Wrist-palm	E-group I	49.57±2.07	50.29±1.38	6.282	0.029†
		E-group II	50.43±0.98	51.57±0.53		
	Median nerve Wrist-elbow	E-group I	51.00±1.15	52.43±1.51	5.383	0.041†
		E-group II	50.71±1.80	54.00±1.15		
	Elbow-axilla	E-group I	55.86±5.30	56.71±4.72	4.613	0.055
		E-group II	57.29±5.28	61.57±3.82		
Ulnar nerve	Wrist-below elbow	E-group I	56.57±3.41	57.86±3.48	21.305	0.001‡
		E-group II	58.57±2.07	63.71±3.09		
	Below elbow-above elbow	E-group I	50.86±1.77	51.14±2.11	2.839	0.12
		E-group II	50.57±2.07	52.00±0.82		
	Above elbow-axilla	E-group I	53.57±2.23	54.14±2.41	6.586	0.026†
		E-group II	53.57±2.07	55.29±1.38		
MFT (score)	E-group I	15.00±2.88	16.00±1.91	8.223	0.015†	
	E-group II	14.00±3.87	16.71±3.20			

E-group I: experimental group I, E-group II: experimental group II, NCV: nerve conduction velocity, MFT: manual function test. *ANCOVA; †p<0.05; ‡p<0.01.

Table 3. Comparisons of changes in NCV and MFT for Experimental group I

Items			Experimental group I (n=9)		t-value	p-value*
			Pre-test M±SD	Post-test M±SD		
NCV (m/s)	Radial nerve	wrist-palm	49.57±2.07	50.29±1.38	-1.922	0.14
		Median nerve	wrist-elbow	51.00±1.51	52.43±1.15	-2.828
		elbow-axilla	55.86±5.30	56.71±4.72	-1.333	0.045 [†]
	Ulnar nerve	wrist-below elbow	56.57±3.41	57.86±3.48	-2.714	0.035 [†]
		below elbow-above elbow	50.86±1.77	51.14±2.12	-1.698	0.522
		above elbow-axilla	53.57±2.22	54.14±2.41	-2.828	0.03 [†]
MFT (score)		15.00±2.88	16.00±1.91	-1.188	0.28	

NCV: nerve conduction velocity, MFT: manual function test.
*paired t-test; [†]p<0.05.

Table 4. Comparisons of changes in NCV and MFT for Experimental group II

Items			Experimental group II (n=9)		t-value	p-value*
			Pre-test M±SD	Post-test M±SD		
NCV (m/s)	Radial nerve	wrist-palm	50.43±0.98	51.57±0.53	-4.382	0.005 [‡]
		Median nerve	wrist-elbow	50.71±1.80	54.00±1.15	-4.399
	elbow-axilla		57.29±5.28	61.57±3.82	-1.850	0.114
	Ulnar nerve	wrist-below elbow	58.57±2.07	63.71±3.09	-9.295	0.000 [§]
		below elbow-above elbow	50.57±2.07	52.00±0.82	-2.500	0.047 [†]
		above elbow-axilla	53.57±2.07	55.29±1.38	-4.076	0.007 [‡]
MFT (score)		14.00±3.87	16.71±3.20	-4.869	0.003 [‡]	

NCV: nerve conduction velocity, MFT: manual function test.
*paired t-test; [†]p<0.05; [‡]p<0.01; [§]p<0.001.

한 차이가 없었으나, 노신경의 손목과 손바닥 구간(p<0.05), 정중신경의 손목과 팔꿈치 구간(p<0.05), 자신경의 손목과 팔꿈치 아래 구간(p<0.01) 및 팔꿈치 위와 겨드랑이 구간(p<0.05)에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(Table 2). 그리고 각 집단 간 팔 기능평가를 분석한 결과, 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.05) (Table 2).

2. 실험군 I의 팔 신경전도속도와 기능평가 변화 비교

실험군 I에서의 노신경, 정중신경, 자신경의 각 구간 별에 따른 신경전도속도를 분석한 결과, 노신경의 손목과 손바닥 구간, 자신경의 팔꿈치 아래와 팔꿈치 위 구간에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나, 정중신경의 손목과 팔꿈치 구간(p<0.05) 및 팔꿈치와 겨드랑이 구간(p<0.05), 자신경의 손목과 팔꿈치 아래 구간(p<0.05) 및 팔꿈치 아래와 겨드랑이 구간(p<0.05)에서는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(Table 3). 그리고 팔 기능평가를 분석한 결과, 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(Table 3).

3. 실험군 II의 팔 신경전도속도와 기능평가 변화 비교

실험군 II에서의 노신경, 정중신경, 자신경의 각 구간 별에 따른 신경전도속도를 분석한 결과, 정중신경의 팔꿈치와 겨드랑이 구간에서는

통계학적으로 유의한 차이가 없었으나, 노신경의 손목과 손바닥 구간(p<0.01), 정중신경의 손목과 팔꿈치 구간(p<0.01), 자신경의 손목과 팔꿈치 아래 구간(p<0.001), 팔꿈치 아래와 팔꿈치 위 구간(p<0.05) 및 팔꿈치 위와 겨드랑이 구간(p<0.01)에서는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(Table 4). 그리고 팔 기능평가를 분석한 결과, 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.01) (Table 4).

고찰

신경가동기법은 신경전도속도가 점차 빨라져서 기능 회복에 긍정적인 효과를 나타내고 있지만, 뇌졸중 환자들의 원활한 팔 기능 회복을 위하여 현재까지 문제 해결을 위한 과제로 남아있으며, 기능 저하를 방지하기 위해 지속적인 재활 운동의 필요성을 제시하고 있다.²³ 이러한 문제 해결을 위해 본 연구에서는 효율적인 팔 기능 회복을 위한 운동적 팔 신경가동기법을 적용하여 뇌졸중 환자들의 마비측 팔 신경전도속도 변화에 따른 기능이 어떠한 영향을 미치는지 다음과 같이 논의하고자 한다.

신경계 손상의 대표적인 뇌졸중 환자들 경우 손상에 있어서 많은 원인에 의해 신경계 구조와 근육의 단축으로 고유특성인 신경전도속

도에 문제를 일으켜 운동 장애를 야기할 수 있다.²⁴ Namba 등²⁵은 환자의 마비측과 비마비측 신경전도속도를 측정할 결과 마비측이 비마비측 보다 전도속도가 더 느리게 나타나 재활 운동 시 신경계의 운동성을 강조하였다. 이러한 신경계를 자극시킬 수 있는 신경가동기법은 관절의 움직임을 통해 신경 조직을 직접적으로 움직이거나 신장시켜 신경 주위 조직들의 기능적 손상을 회복시키는 방법으로,¹⁵ 말초신경 장애 환자뿐만 아니라 뇌졸중 환자들의 기능 회복을 위해 사용되기도 한다.²⁶ 환자들의 기능 회복을 위해 신경가동기법을 적용한 연구에서는 신경조직의 순응성(adaptability)이 증가되어 신경전도속도와 기능 회복에 도움이 되며,²⁷ 근 긴장도가 높은 부위 근육들은 긴장도 저하를 시킬 수 있다.¹⁷ 이와 같이 선행연구들을 바탕으로 본 연구에서도 일반적 팔 신경가동기법을 적용한 집단 내 신경전도속도를 구간 별 측정할 결과 정중신경의 손목과 팔꿈치 구간과 팔꿈치와 겨드랑이 구간에서 유의한 차이가 있었고($p < 0.05$), 자신경의 손목과 팔꿈치 아래 구간과 팔꿈치 위와 겨드랑이 구간에서 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 그리고 울동적 팔 신경가동기법을 적용한 집단 내 신경전도속도를 구간 별 측정할 결과에서도, 노신경의 손목과 손바닥 구간에서 유의한 차이가 있었고($p < 0.01$), 정중신경의 손목과 팔꿈치 구간에서 유의한 차이가 있었으며($p < 0.01$), 자신경의 손목과 팔꿈치 아래 구간과 팔꿈치 아래와 팔꿈치 위 구간 및 팔꿈치 위와 겨드랑이 구간에서 유의한 차이를 나타내어($p < 0.05$, $p < 0.01$, $p < 0.001$), 선행 연구를 지지하는 결과로 볼 수 있었다.

뇌졸중 환자들의 팔의 재활 목적은 기능 회복으로 손가락의 협력 작용으로 움켜잡기 기술을 회복으로 것이나,²⁸ 환자들은 운동 조절 장애와 같은 다양한 증상으로 기능 수행에 어려움을 가지고 있다.²⁹ 그 이유는 뇌졸중 환자들은 운동 후에도 팔의 먼 쪽은 기계적 수용기 문제로 손의 섬세한 기능 회복 속도는 더디고 어느 정도의 기능 장애가 남아있기 때문이다.¹⁹ 이러한 이유로 향후 운동 후에도 팔의 먼 쪽에 남아 있는 잔존 장애를 개선시키기 위해 기존의 여러 재활 운동 방법에서 새로운 기술을 병행 또는 발전을 시켜 운동프로그램 훈련할 필요성을 제시하였다.³⁰ Ha²¹는 기존의 팔 신경가동기법과 탄력밴드를 병행한 팔 신경가동기법을 적용하여 정중신경의 구간 별 말초 신경전도속도를 알아본 결과 탄력밴드를 병행한 집단에서 일반적 팔 신경가동기법보다 더 많은 구간에서 유의한 차이를 나타냈다. 또한 뇌졸중 환자에게 약물을 병행하여 팔 신경가동기법을 적용한 연구에서는 약물을 병행한 집단에서 관절가동범위에서 유의한 증가를 보여 말초신경계의 전도속도에도 영향을 미칠 수 있다고 보고하였다.³¹ 이와 같이 기존의 재활운동방법에서 다른 도구 및 방법을 결합하여 효과를 얻기 위한 연구들이 진행 중에 있으며 본 연구에서도 선행연구들을 바탕으로 마비측 팔 먼 쪽에 울동적 움직임을 결합한 울동적 팔 신경가동기법을 적용하여 집단 간 구간별 신경전도속도 변

화를 비교한 결과, 노신경의 손목과 손바닥 구간, 정중신경의 손목과 팔꿈치 구간, 자신경의 손목과 팔꿈치 아래 구간 및 팔꿈치 위와 겨드랑이 구간에서 유의한 차이가 나타나($p < 0.05$) ($p < 0.01$), 이는 하미숙의 연구와 같이 본 연구에서도 울동적 움직임을 결합한 팔 신경가동기법을 적용한 집단에서 더 많은 구간에서 유의한 차이를 나타냈으며, 집단 간 팔 기능평가에도 유의한 차이를 나타냈다($p < 0.05$). 그러나 정중신경의 팔꿈치와 겨드랑이 구간에서 차이가 나타나지 않은 것은 두 집단의 신경가동기법이 먼 쪽 관절 및 신경을 자극할 수는 있지만 몸 쪽 부위의 관절 및 신경에는 자극을 주기 어려운 것으로 사료된다. 반면 자신경에서는 몸 쪽 신경의 전도속도에서도 차이가 나타났는데 이는 자신경의 신경가동기법 자세가 자신경이 전체적으로 그리고 선택적으로 더욱 당겨지는 위치가 되며, 특히 울동적 신경가동기법으로 인한 먼 쪽의 울동적인 자극이 신경 전체에 영향을 준 것으로 사료된다. Park³¹은 어깨관절 벌림이 위팔신경얼기(brachial plexus)의 C₅-C₇ 부위의 신경근을 신장시키고, 어깨관절 바깥돌림은 근육피부 신경(musculocutaneous nerve)과 정중신경 신장을 시켜 위팔신경얼기의 긴장성 증가를 가져오며, 팔꿈관절의 굽힘은 자신경을 신장시키며, 아래팔의 뒤침(supination)은 자신경을 이완시킨다고 보고하였다.

뇌졸중 환자들의 팔 먼 쪽 부위에 적용한 울동적 팔 신경가동기법에서 울동적인 움직임은 신경들이 외부 힘에 대해 적응하여 안전한 범위 내에서 말초 신경계의 점탄성 효과(viscoelastic effect)와 운동 효과를 더 끌어 올릴 수 있고,³² 기계적 수용체의 관절주머니 압력에도 긍정적인 변화를 이룰 수 있다.³³ 또한 신경가동기법은 근육내의 근방추와 골지건기관들의 요소들을 활성화 시키는데,³² 이들 요소들은 울동적인 움직임을 통해 신경가동기법보다 더 활성화 되어, 울동적 팔 신경가동기법이 일반적 팔 신경가동기법보다 효과적인 것으로 사료된다.

결과적으로 울동적 팔 신경가동기법은 짧은 기간 동안에 환자들의 기계적 수용기를 자극 시킬 수 있으며, 더 넓은 구간 별 신경전도속도와 기능 회복을 개선 시킬 수 있는 효과적인 중재방법임을 알 수 있었다. 따라서 향후 뇌졸중 환자들의 원활한 팔 기능 회복을 위해 울동적 팔 신경가동기법이 임상적으로 사용할 수 있을 것으로 생각되며, 또한 변화를 볼 수 없었던 구간별 신경전도속도에 있어서도 지속적인 울동적 신경가동기법 프로그램 연구가 필요하다고 사료된다.

본 연구의 제한점은 1개의 의료기관에서 실험을 진행하였기에 모든 뇌졸중 환자에 대한 일반화에 있어서 한계가 있다는 점과 환자들의 특성상 1차적 원인인 motor pathway에 대한 평가가 이루어지지 않는 점, 또한 대상자들이 투여하고 있는 복용약물 및 약물 복용 횟수와 일상생활 통제하지 못하였기에 각가지 변수가 나타날 수 있어 연구결과에 영향을 미칠 수 있다는 점이다.

Acknowledgment

본 연구는 2017년 세한대학교에서 연구비 지원을 받았음.

This paper was supported by the Sehan University Research Fund in 2017.

참고문헌

- Kim CB, Choi JD. Comparison of pulmonary and gait function in sub-acute or chronic stroke patients and healthy subjects. *J Kor Soc Phys Ther.* 2011;23(5):23-8.
- Carter AR, Connor LT, Dromerick AW. Rehabilitation after stroke: current state of the science. *Curr Neurol Neurosci Rep.* 2010;10(3):158-66.
- Beebe JA, Lang CE. Active range of motion predicts upper extremity function 3 months after stroke. *Stroke.* 2009;40(5):1772-9.
- Dobkin BH. Strategies for stroke rehabilitation. *Lancet Neurol.* 2004;3(9):528-36.
- Fujiwara T, Kawakami M, Honaga K et al. Hybrid assistive neuromuscular dynamic stimulation therapy: a new strategy for improving upper extremity function in patients with hemiparesis following stroke. *Neural Plast.* 2017;2017:2350137.
- Kim BY, Choi WH. The effects of interferential current therapy on spasticity, range of motion, and balance ability in stroke patient. *J Kor Soc Phys Ther.* 2013;25(4):187-94.
- Spaans F, Wilts G. Denervation due to lesions of the central nervous system: an EMG study in cases of cerebral contusion and cerebrovascular accidents. *J Neurol Sci.* 1982;57(2):291-305.
- Andersen H, Gjerstad MD, Jakobsen J. Atrophy of foot muscles. *Diabetes Care.* 2004;27(10):2382-5.
- Castilho J, Ferreira LA, Pereira WM et al. Analysis of electromyographic activity in spastic biceps brachii muscle following neural mobilization. *J Bodyw Mov Ther.* 2012;16(3):364-8.
- Kumar KV, Joshua AM, Kedambadi R et al. Eclectic/mixed model method for upper extremity functional recovery in stroke rehabilitation: a pilot study. *J Nat Sci Biol Med.* 2017;8(1):75-81.
- de Oliverira Junior HE, Teixeira ÁH. Mobilização do sistema nervoso: avaliação e tratamento. *Fisioter mov.* 2007;20(3):41-53.
- Maitland GD. The slump test: examination and treatment. *Aust J Physiother.* 1985;31(6):215-9.
- Jung YW, Seo HK, Kim BG et al. The effect of neural mobilization on the grip strength. *J Kor Phys Ther.* 2004;16(4):226-34.
- Kim JH, Yuk GC, Bae SS. Neurobiology and neurobiomechanics for neural mobilization. *J Kor Soc Phys Ther.* 2003;15(2):67-74.
- Nery dos Santos AC, Gusmão de Goes AC, Lago RMV et al. Neural mobilization as a therapeutic option in the treatment of stroke. *Man Ther.* 2016;14(310):1-4.
- de Lima KCS, Piauilino PMM, Franco RM et al. Effect of muscle stretching, neural mobilization and vibration in patients with stroke. *ConSci-entiae Saúde.* 2061;15(1):62-70.
- Godoi J, Kerppers II, Rossi LP et al. Electromyographic analysis of biceps brachii muscle following neural mobilization in patients with stroke. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 2010;50(1):55-60.
- Kim YJ, Kim TY, Kim SY et al. Comparison the initial effects of nerve mobilization techniques, static stretching and contract-relax on hamstring flexibility and walking ability in post-stroke hemiplegia patients. *J Korean Soc Phys Med.* 2011;6(4):369-79.
- Boyd BS, Wanek L, Gray AT et al. Mechanosensitivity during lower extremity neurodynamic testing is diminished in individuals with type 2 diabetes mellitus and peripheral neuropathy: a cross sectional study. *BMC Neurol.* 2010;10(1):1-14.
- Robson N, Faller II KJ, Ahir V et al. Creating a virtual Perception for upper limb rehabilitation. *Stroke.* 2017;11(4):152-7.
- Ha MS. The effects of median nerve self-mobilization on shoulder depression and wrist extension. Silla University. Dissertation of Master's Degree. 2013.
- Nakamura R, Moriyama S. Rehabilitation manual 8: manual function test (MFT) and functional occupational therapy for stroke patients. Tokorozawa, National rehabilitation center for the Disabled, 2000.
- Lang CE, Bland MD, Bailey RR et al. Assessment of upper extremity impairment, function, and activity after stroke: foundations for clinical decision making. *J Hand Ther.* 2013;26(2):104-14.
- Nee RJ, Butler D. Management of peripheral neuropathic pain: integrating neurobiology, neurodynamics, and clinical evidence. *Phys Ther Sport.* 2006;7(1):36-49.
- Namba T, Schuman MH, Grob D. Conduction velocity in the ulnar nerve in hemiplegic patients. *J Neurol Sci.* 1971;12(2):177-86.
- Lee CR, Son GS, Lee SY et al. Effects of nerve mobilization on the spasticity of ankle plantar flexor muscles in stroke patients. *J Kor Phys Ther.* 2007;19(1):79-90.
- Wolny T, Saulicz E, Mysliwiec A et al. Effectiveness of neuromobilisation in upper limb discriminatory sense rehabilitation in late-stage post-stroke patients. *Physikalische Medizin.* 2014;24(1):42-7.
- Kan P, Huq R, Hoey J et al. The development of an adaptive upper-limb stroke rehabilitation robotic system. *J Neuroeng Rehabil.* 2011;8(1):1-18.
- Rosales RL, Kanovsky P, Fernandez HH. What's the "catch" in upper-limb post-stroke spasticity: expanding the role of botulinum toxin applications. *Parkinsonism Relat Disord.* 2011;17(1):3-10.
- Villafañe JH, Silva GB, Chiarotto A et al. Botulinum toxin type a combined with neurodynamic mobilization for upper limb spasticity after stroke: a case report. *J Chiropr Med.* 2012;11(3): 186-91.
- Pack JW. The effect of the upper limb soft tissue and nerve mobilization on functional recovery in hemiplegic patients after CVA. Daegu University. Dissertation of Master's Degree. 2001
- Scott M, Taylor S, Chesterton P et al. Motor imagery during action observation increases eccentric hamstring force: an acute non-physical intervention. *Disabil Rehabil.* 2017;21:1-9.
- Kang JI, Moon YJ, Choi H et al. The effect of exercise types for rotator cuff repair patients on activities of shoulder muscles and upper limb disability. *J Phy Ther Sci.* 2016;28(10):2772-7.