

만성 뇌졸중 환자의 손목 및 팔굽 굽힘근에 반복적 진동자극이 손 기민성과 장악력, 일상생활활동에 미치는 영향

나창호¹, 정상미², 최원호³

¹글로리병원 작업치료실, ²상지영서대학교 작업치료과, ³가천대학교 물리치료학과

The Effect of Repeated Vibration Stimulation on Wrist and Elbow Flexor Muscle on Hand Dexterity, Grip Strength and Activity Daily Living in Patients With Chronic Stroke

Chang-Ho Na, OT¹, Sang-Mi Joung, OT², Won-Ho Choi, PT³

¹Department of Occupational Therapy, Glory Hospital

²Department of Occupational Therapy, Sangji Youngseo University

³Department of Physical Therapy, Gachon University

Purpose The purpose of this study was to examine the influence of repeated vibration stimulus on wrist and elbow flexor muscle of chronic stroke patient to hand dexterity, grip strength and activities of daily living. **Methods** The 23 subjects were participated in this study and randomly divided to two groups: vibration group, non-vibration group. Vibration group received vibration stimulus on wrist and elbow flexor muscle 5times a week for 2 weeks and to examine its effectiveness, and study conducted re-evaluation 2 weeks after intervention. 23 participants were measure using Fugl Meyer Assessment(FMA), Box and Block Test(BBT), JAMAR hand dynamometer, Modified Barthel Index (MBI). **Results** Vibration group and non-vibration group were significantly difference FMA total, BBT, JAMAR hand dynamometer($p<.05$). Only vibration group was significantly difference between pre and post in FMA wrist($p<.05$). Also, when comparing the changes value between the group pre and post BBT shower significantly difference($p<.05$), and comparing the changes value between the group pre and 2 weeks after intervention JAMAR hand dynamometer showed significantly difference($p<.05$). But, MBI was not significantly difference($p>.05$) **Conclusion** Repeated vibration stimulus on wrist and elbow flexor muscle of chronic stroke patient was improved hand dexterity, grip strength and furthermore, grip strength showed effectiveness after intervention.

Key words Chronic Stroke, Vibration stimulation, Hand dexterity, Grip strength, Activity daily living

Corresponding author Won-Ho Choi (whchoi@gachon.ac.kr)

Received date 27 May 2019

Revised date 05 June 2019

Accept date 17 June 2019

1. 서론

뇌 혈관의 장애로 혈류의 흐름과 산소의 공급이 차단되어 발생하는 신경학적 손상인 뇌졸중은 반신마비, 운동, 인지, 언어 감각장애를 동반하여 일상생활과 사회로의 복귀를 제한시킨다.¹⁻³⁾ 이 중 운동 기능 및 감각장애는 뇌졸중으로 인해 흔히 나타나는 문제로,⁴⁾ 움직임 결손과 기능적 과제 수행에 제한을 보이기 때문에 마비측의 운동기능 회복은 재활의 목표 중 필수적인 부분이다.⁵⁻⁶⁾

뇌졸중은 발병 후 6개월 이내에 환자의 기능회복이 대부분 이루어진다.³⁾ 그러나 기능회복속도가 느려지는 만성기 시

기까지 지속되는 상지운동기능 저하는 옷입기, 식사하기와 같은 기본 일상생활활동 수행의 어려움을 야기시킨다.⁷⁾ 그렇기 때문에 만성기뇌졸중 환자를 위한 다양한 치료접근방법이 필요하다. 감각자극은 뇌졸중 환자의 상지기능 증진을 위한 재활치료 접근방법 중 하나로 활발한 연구가 이루어 지고 있다.⁸⁾ 온도감각, 전기자극, 진동자극 등 다양한 감각자극 중재 방법이 있는데,^{3,9)} 이 중 진동자극은 뇌졸중 환자의 마비측 상지의 경직을 감소시켜 움직임을 부드럽게 만드는데 효과가 있다.¹⁰⁾ 또한 진동자극은 큰 부작용 없이 환자에게 적용할 수 있으며, 간편하고, 근육에 정량적 자극이 가능한 것이 장점이다.¹¹⁾

진동자극은 근육의 근방추에서 나오는 Ia 들신경섬유를 통하여 대뇌겉질의 일차 체감각 영역과 일차 운동영역에 변화를

<http://dx.doi.org/10.17817/2019.06.05.111415>

일으키며,¹²⁾ 이런 변화로 인하여 진동자극은 감각과 신체기능 증진에 효과적이라고 알려져 있다.^{11,13-15)}

선행연구들을 살펴보면 Shirahash 등(2007)은 진동자극을 마비측 손바닥에 적용시 어깨 관절과 물체를 잡는 기능에 효과가 있다 하였고,¹⁶⁾ Caliandro 등(2012)은 만성 뇌졸중 환자에게 진동자극을 작은 가슴근, 팔굽 굽힘근, 손목 굽힘근에 적용하였을 때 상지기능의 향상을 보았다고 하였다.⁸⁾ 또한 Tavernese 등(2013)은 만성 뇌졸중 환자에게 2주동안 진동자극을 팔굽 굽힘근과 자쪽 손목 굽힘근에 적용하였을 때 손 뻗기 기능이 향상하였다고 하였다.¹²⁾ 국내 사례를 살펴보면 심선미 등(2013)은 진동자극이 물건을 쥐고 놓는데 효과적이라 하였고,¹⁵⁾ 배세현과 김경운(2011)은 진동자극을 팔굽 굽힘근에 적용시 상지기능의 향상이 있다 하였으며,¹¹⁾ 유은영 등(2014)은 2주간 팔굽 굽힘근에 적용시 움직임의 순발력과 두 점 식별감각의 향상을 확인하였다.¹⁷⁾

진동자극이 상지기능에 효과적인 치료법임에도 불구하고 선행연구들은 단기간 연구들이 대부분이고,^{11,13,14)} 대상자가 적은 단일사례연구였으며,^{15,16)} 손 기능과 관련된 근육인 손의 외재근과 내재근에는 진동자극을 주지 않아 손의 기능적인 증진을 확인하지 못하였다.¹⁷⁾ 또한 대부분의 연구들은 진동자극 중재 종료 후 지속효과를 확인하는 연구를 실시하지 않아 진동자극의 지속효과를 확인할 수 없었다.

따라서 본 연구는 팔굽 굽힘근과 손의 외재근인 손목 굽힘근에 반복적 진동자극을 통하여 만성 뇌졸중 환자의 손 기민성과 장악력에 미치는 영향을 확인하고, 중재 종료 후 재평가를 통해 진동자극의 지속효과를 확인하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구기간 및 대상

본 연구는 인천시 소재의 G병원에서 2017년 1월 25일부터 3월 31일까지 수행하였다. 본 연구의 모든 참가자는 가천대학교 생명윤리 위원회의 승인(1044396-201701-HR-011-01)을 받은 후 자발적인 참여자를 대상으로 실시되었고 무작위로 두 집단 분류하였으며, 정형외과적 문제가 있는자는 제외하였다. 본 연구의 대상자 선정기준은 다음과 같다.

- 가. 뇌졸중으로 진단 받고 6개월이 지난 자
- 나. 진동자극에 대한 거부감이나 통증이 없는 자
- 다. 연구과정에 참여할 수 있는 인지적 능력을 가진 MMSE-K 24점 이상인 자
- 라. MAS(Modified Ashworth Scale) Grade 2 이하인 자
- 마. 잡기능력이 가능한 자

2. 연구 절차

선정기준에 부합하는 26명을 대상으로 카드뽑기를 통해 실험군과 대조군으로 무작위 배정하였으며, 배정 후 사전 평가를 실시하였다. 두 그룹 모두 중재기간동안 주 5회 30분씩 작업 치료를 받았으며, 진동자극은 작업치료 후 30분간 휴식을 가진 뒤 수행하였다. 실험군은 회기당 20분씩 주 5회, 2주(총 10회)동안 진동자극을 적용하였으며, 대조군은 실험군과 동일한 조건에 진동자극이 없는 중재를 받았다. 중재 종료 후 사후평가를 실시하였으며, 2주간 진동자극 중재를 실시하지 않은 후 재평가를 실시하였다.

3. 측정도구

(1) FMA(Fugl Meyer Assessment)

FMA는 편마비 환자의 기능적 회복정도와 Brunstrom회복단계를 분류하기 위한 검사로 평가항목의 수행 정도에 따라 0~2점 3단계로 나뉘어져 있으며, 전체 점수는 0~100점으로 상하지를 모두 포함한다. 본 연구에서는 상지에 해당하는 검사만을 사용하였으며 만점은 66점, 상지검사의 검사자 간 신뢰도는 .96이다.¹⁸⁾

(2) BBT(Box and Block Test)

BBT는 손의 기민성을 평가하는 검사로 한쪽 상자에서 다른 상자로 1인치 크기의 적목을 1분동안 옮긴 개수를 환산한다.¹⁹⁾ BBT의 검사자 간 신뢰도는 왼손 .99, 오른손 1.0이다.²⁰⁾

(3) 자마악력계(JAMAR hand dynamoter)

자마악력계는 장악력을 측정하는 검사로 어깨를 안쪽 모으시킨 후 팔굽 관절을 90° 굽힘 시킨 뒤, 아래팔을 중립자세로 하여 측정한다. 최대 등척성 수축을 측정하며 측정값은 세번 측정된 평균값으로 한다.¹⁹⁾

(4) MBI(Modified Barthel Index)

MBI는 일상생활활동의 수행능력을 평가하는 검사로 일상생활활동의 독립성에 따라 0~100점 점수가 부여된다. 개인위생, 목욕하기, 식사하기, 용변처리, 계단오르기, 옷 입기, 대변조절, 소변조절, 보행/의자차, 의자/침대 이동 총 10가지 영역을 관찰과 면담을 통해 평가되며,²¹⁾ 검사자 간 신뢰도는 .95이다.²²⁾

4. 중재 방법

본 연구에서 실험군에게 적용한 진동자극은 진동자극기(Thrive MD-01; Thrive Co., Ltd, Osaka, Japan)를 사용하였으며(figure 1), 진동자극기의 진동수는 91Hz, 진폭은 0.2mm 이었다.¹⁴⁾ 실험군의 팔굽 굽힘근(Biceps brachii)과 손목굽힘근(Flexor carpi muscle)에 연구자가 직접 진동자극

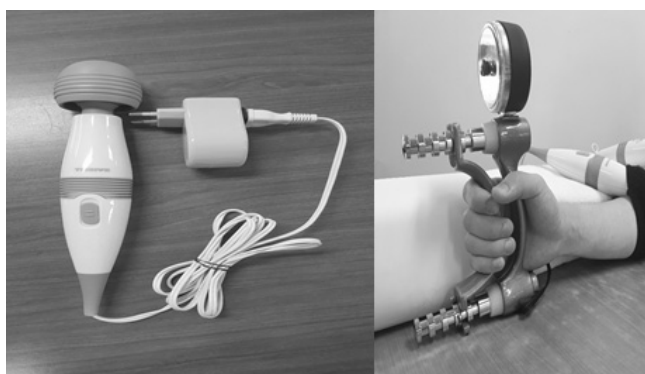


Figure 1. Thrive MD-01; Thrive Co., Ltd, Osaka, Japan and Experimental posture (without sandbag)

기를 부착하였으며, 한 회기당 20분간 수행하였다.^{13,14,17)} 진동자극 동안, 대상자들은 의자에 앉아 책상 위에 아래팔과 손을 편안하게 위치한 상태에서 자마악력계를 잡고 전방에 위치한 거울을 보며 최대 잡는 힘의 10~20%힘을 사용하면서 잡도록 하였다.^{13,23,24)} 연구자는 대상자들이 중재를 받는 동안 10~20%의 힘을 사용하는지 확인하였다.

진동자극 적용방법은 진동자극기의 머리부분과 대상자의 환측 팔굽 굽힘근, 손목 굽힘근에 위치시킨 후 스트랩을 이용하여 묶었다. 진동자극 동안 자극 위치가 달라지지 않도록 2kg의 모래주머니를 진동자극기 목 부분에 올려 고정하였다 (figure 1). 대조군에게는 진동자극이 적용되지 않는 중재를 실시하였다.

5. 자료 및 통계처리

수집된 자료분석은 SPSS(v.18, IBM, USA)을 이용하여 통계

처리 하였다. 집단간 일반적 정보는 카이제곱 검정 (Chi-square test)과 독립표본 T검정(Independent T-test), 만-휘트니 U검정(Mann-Whitney U-test)을 통해 동질성을 검정하였으며, 콜모고로프 검정(Kolmogorov-Sminov test)을 실시하여 정규성 여부를 검정하였다. 순위 척도인 FMA, BBT, MBI는 비모수 검정을 시행하였고, 비 척도인 JAMAR hand dynamometer는 정규성을 만족하여 모수검정을 시행하였다. 사전 평가에서의 집단 간 차이 분석은 독립표본 T검정(Independent T-test), 만-휘트니 U검정(Mann-Whitney U-test)을 사용하였고, 집단 내 중재 전, 2주후, 종료 2주 후 유의성 파악은 프리드만 검정(Friedman test)과 반복측정분산분석(Repeated measure on way ANOVA)를 적용하였다. 각각의 대응별 비교를 알기 위하여 윌콕슨 부호순위 검정 (Wilcoxon signed rank test)과 본 페로니 검정 (Bonferroni test)을 사용하였다. 통계적 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

III. 결과

1. 대상자의 일반적 특성

본 연구의 대상자는 중도 탈락자 3명을 제외한23명으로 진동자극 그룹인 실험군 12명과 진동자극을 적용받지 않는 대조군 11명으로 총 2그룹으로 나누어서 실험을 진행하였다. 대상자간 일반적 특성은 다음과 같다(Table 1).

Table 1. General Characteristics of the Subjects of Two Groups

(n=23)

		Ex(n=12)	Co(n=11)	χ^2/Z
Age, yr±SD		60.75±8.97	59.54±10.04	.304(t)
Gender, n(%)	Male	8(67%)	8(73%)	.100
	Female	4(33%)	3(27%)	
Hemiplegia side, n(%)	Right side	7(58%)	7(64%)	.068
	Left side	5(42%)	4(36%)	
Stroke type, n(%)	Ischemic	7(58%)	8(73%)	.524
	Hemorrhagic	5(42%)	3(27%)	
Lesion location, n(%)	Cortical	3(25%)	3(27%)	.577
	Subcortical	8(67%)	6(55%)	
	Brainstem	1(8%)	2(18%)	
Stroke onset period, months±SD		21.47±71.21	18.36±15.08	-.493
MMSE±SD		28.33±2.10	27.54±2.20	-.838

*: P<.05

Ex: Experimental group, Co: Control group

2. 중재 기간에 따른 FMA, BBT, JAMAR hand dynamometer, MBI의 점수 비교

중재 기간에 따라 FMA, BBT, JAMAR hand dynamometer, MBI의 점수 비교 결과 그룹 간 유의미한 차이가 발견되지 않았다(Table 2).

3. 중재 기간에 따른 FMA, BBT, JAMAR hand dynamometer, MBI의 변화량 비교

중재 기간에 따라 FMA, BBT, JAMAR hand dynamometer, MBI의 변화량 비교 결과 BBT의 중재 전과 중재 후 변화량에서 유의한 상관관계를 보였다($p < .05$). 또한 JAMAR hand dynamometer의 중재 전과 중재 종료 2주후

변화량에서 유의한 상관관계를 보였다($p < .05$)(Table 3).

IV. 고찰

뇌졸중 후 저하된 상지기능은 일상생활을 제한시키고, 나아가 사회 참여도 감소 및 삶의 질에도 영향을 미친다. 그렇기 때문에 뇌졸중 환자에게 상지기능 회복을 위한 다양한 중재방법이 필요하다.²⁵⁾

그 중 진동자극은 익히기 위한 노력이 필요하지 않고, 효과적인 치료방법으로 입증되어 재활치료 분야에서 다양한 연구가 이루어졌다.^{26,27)} 하지만 기존 연구들은 단기간 연구이거

Table 2. Comparison of FMA, BBT, JAMAR hand dynamometer, MBI Score Before, 2 weeks and 2 weeks after intervention

		T0	T1	T2	$\chi^2(F)$
total	Ex M±SD	37.08±10.32	38.00±9.93†	37.33±10.17‡	10.231**
	Co M±SD	43.82±11.89	44.91±11.44†	44.45±11.33	10.286**
	Z	-1.480	-1.510	-1.603	
shoulder/elbow /forearm	Ex M±SD	23.67±4.87	23.75±4.75	23.66±4.86	2.000
	Co M±SD	26.91±6.27	27.09±6.38	27.00±6.29	3.000
	Z	-1.327	-1.296	-1.328	
F M A wrist	Ex M±SD	4.26±2.39	5.00±2.00†	4.66±2.26‡	6.400*
	Co M±SD	6.00±2.05	6.36±1.91	6.09±1.92	5.200
	Z	-1.504	-1.720	-1.568	
hand	Ex M±SD	6.92±2.57	7.25±2.63	7.08±2.50	4.8000
	Co M±SD	8.82±3.12	9.18±2.96	9.09±2.95	4.333
	Z	-1.585	-1.610	-1.798	
coordination	Ex M±SD	1.83±1.03	2.00±1.12	1.91±1.08	3.000
	Co M±SD	2.09±0.94	2.27±0.79	2.27±0.79	4.000
	Z	-.721	-.718	-1.006	
BBT	Ex M±SD	12.83±7.58	16.67±7.80†	14.83±7.55‡	20.468**
	Co M±SD	17.18±6.49	18.91±6.43†	17.82±6.78‡	11.128**
	Z	-1.574	-.864	-.957	
JAMAR hand dynamometer	Ex M±SD	10.93±5.05	13.78±6.32†	13.21±5.87	8.385*
	Co M±SD	11.26±3.74	13.01±4.30†	11.55±3.59‡	14.348**
	t	-.678	-.246	-.556	
MBI	Ex M±SD	90.50±7.54	91.17±6.42	91.17±6.42	6.000
	Co M±SD	90.91±8.83	91.45±8.02	91.36±8.18	6.500*
	Z	-1.087	-1.087	-1.056	

*: $P < .05$, ** $P < .01$

†: Significant compared with T0. ‡: Significant compared with T1.

Ex: Experimental group, Co: Control group

T0: pre, T1: 2 weeks. T2: 2 weeks after intervention

Table 3. Comparison of FMA, BBT, JAMAR hand dynamometer, MBI Variances Before, 2 weeks and 2 weeks after intervention

		T1-T0	T2-T1	T2-T0
total	Ex M±SD	0.92±0.79	-0.67±0.89	0.25±0.97
	Co M±SD	1.09±0.97	-0.45±0.82	0.64±1.12
	Z	-.361	-.404	-.935
shoulder/elbow /forearm	Ex M±SD	0.08±0.29	-0.08±0.29	0.00±0.00
	Co M±SD	0.18±0.40	-0.09±0.30	0.09±0.30
	Z	-.685	-.063	-1.044
F M A wrist	Ex M±SD	0.33±0.49	-0.33±0.49	0.00±0.43
	Co M±SD	0.36±0.50	-0.27±0.65	0.09±0.30
	Z	-.149	-.144	-.578
hand	Ex M±SD	0.33±0.49	-0.17±0.39	0.17±0.58
	Co M±SD	0.36±0.50	-0.09±0.54	0.27±0.65
	Z	-.149	-.343	-.463
coordination	Ex M±SD	0.17±0.39	-0.08±0.29	0.08±0.29
	Co M±SD	0.18±0.40	0.00±0.00	0.18±0.40
	Z	-.094	-.957	-.685
BBT	Ex M±SD	3.83±2.44	-1.83±0.83	2.00±2.41
	Co M±SD	1.73±1.42	-1.09±1.38	0.64±1.21
	Z	-2.325*	-1.289	-1.445
JAMAR hand dynamometer	Ex M±SD	2.86±3.13	-0.58±0.97	2.28±2.98
	Co M±SD	1.78±1.46	-1.46±1.27	0.28±0.53
	t	1.075	1.896	2.189*
MBI	Ex M±SD	0.67±1.23	0.00±0.00	0.67±1.23
	Co M±SD	0.55±0.93	-0.09±0.30	0.45±0.93
	Z	-.265	-1.044	-.080

*: P<.05, **P<.01

Ex: Experimental group, Co: Control group

T0: pre, T1: 2 weeks. T2: 2 weeks after intervention

나, 대상자 수가 적었으며, 진동자극의 지속효과를 보는 연구는 드물었다. 본 연구에서는 만성 뇌졸중 환자 23명을 대상으로 손목 및 팔굽 굽힘근에 진동자극을 적용하여 손 기민성, 장악력, 일상생활활동에 미치는 영향을 알고자 하였고, 중재 종료 2주 후에는 재평가를 통하여 진동자극의 지속효과를 알아보았다.

Marconi, B등(2011)의 연구에 따르면 진동자극을 만성 뇌졸중 환자 30명을 대상으로 팔굽 굽힘근과 노쪽 손목 굽힘근에 100hz의 진동자극을 적용했을 때 진동자극을 적용하지 않은 군에 비하여 상지기능의 향상을 보고하였으며, Conrad, M등(2011)연구에서는 뇌졸중 환자 10명에게 손목 굽힘근 힘줄에 70Hz의 진동자극을 적용했을 때 FMA점수가 향상되었다고 하였다.^{13,28)} 본 연구에서는 실험군과 대조군 모두 그룹

내에서 FMA total점수의 유의한 향상을 보였다(P<.05). 그러나 FMA wrist항목은 실험군 그룹내에서만 통계적으로 유의한 향상을 보였다(P<.05). 이는 손목 굽힘근에 적용한 진동자극이 손목기능에 효과적이라고 사료된다. 또한 본 연구에서 실험군과 대조군 모두 그룹내에서 BBT점수의 유의한 향상을 보였는데(P<.05), 중재 전, 중재 후 변화량 비교에서는 실험군이 대조군보다 통계적으로 유의한 향상을 보였다(P<.05). 이 또한 손의 외재근인 손목 굽힘근에 진동자극을 적용한 것이 손목기능에 영향을 주었고, 손의 기민성을 평가하는 BBT의 변화량 차이를 만들었을 것이라 생각한다. 중재 전과 중재 종료 2주 후 변화량에서는 유의한 차이를 보이지 않았지만 실험군이 대조군에 비하여 BBT의 점수를 높게 유지하는 점은 진동자극이 BBT점수에 영향을 미친다고 사료된다. 심선미 등

(2013)의 연구에서 만성뇌졸중 환자 3명에게 손의 외재근인 얇은 손가락 굽힘근에 90Hz의 진동자극을 적용했을 때 BBT 점수의 유의한 향상을 보았는데,¹⁵⁾ 이는 진동자극이 BBT 점수에 영향을 미친다는 것을 뒷받침해 준다. 대조적으로 유은영 등(2014)의 연구에서는 2주간 팔굽 굽힘근에 150Hz의 진동자극을 총 10회 적용하였으나 FMA와 BBT의 점수변화를 확인하지 못했다.¹⁷⁾ 이는 손의 기민성에 영향을 주는 손의 외재근에 진동자극을 주지 않아 점수변화를 확인하지 못했을 것이다.²⁹⁾

JAMAR hand dynamometer에서 실험군과 대조군 모두 유의한 향상을 보였는데($P<.05$), 중재 전과 중재 종료 2주 후 변화량 비교에서는 실험군이 대조군보다 통계적으로 유의한 향상을 보았다($P<.05$). Noma, T(2012)의 연구에서 팔굽 굽힘근과 손목 굽힘근 힘줄, 손바닥에 91Hz의 진동자극을 5분간 적용했을 때 MAS와 F-wave 값이 감소됨을 확인하였고, 배세현과 김경운(2011)의 연구에서는 91Hz의 진동자극을 팔굽 굽힘근과 팔굽 펴기에 적용했을 때 F-wave 값이 감소하였으며, Marconi, B(2011)의 연구에서는 100Hz의 진동자극을 손목 및 팔굽 굽힘근의 적용했을 때 MAS 점수가 중재 종료 2주 후에도 유의한 향상을 보였다.^{11,13,14)} 이는 진동자극이 근 긴장도 감소에 효과적이고 중재 종료 후에도 지속효과가 있다고 볼 수 있다. 본 연구에서 적용한 진동자극 역시 근 긴장도를 감소시켰고, 이로 인하여 손목의 운동성과 안정성이 증가되었을 것이라 생각된다. 최적의 힘을 낼 수 있는 장악력의 각도는 손목의 30도 펴므로,³⁰⁾ 근 긴장도의 감소는 손목의 각도를 변화시키고 이는 장악력 향상의 원인이 되었을 것이다.³¹⁾ Conard, M 등(2011)의 연구에서는 손목 굽힘근 힘줄에 진동자극을 적용하였을 때 장악력의 향상되었는데,²⁸⁾ 이는 진동자극이 장악력 향상에 영향을 미친다는 것을 증명한다. 본 연구에서 진동자극을 적용하지 않은 대조군 역시 JAMAR hand dynamometer 점수의 향상을 보았다. 이는 지속적으로 10~20%의 힘을 내면서 자마악력계를 잡는 훈련을 수행하였기 때문이라 생각된다.^{23,24)}

본 연구를 통하여 손목 및 팔굽 굽힘근에 진동자극이 만성 뇌졸중 환자의 손 기민성과 장악력에 미치는 효과가 있음을 확인하였다. 반면 일상생활활동에는 영향을 미치지 못했는데, 이는 대상자들이 비교적 MBI점수가 높았으며, 뇌졸중 환자 대부분이 비 손상측 손으로 수행되므로,³²⁾ 손상측의 진동자극 적용만으로는 점수의 향상을 보기에는 어려웠다. 향후 연구에서는 일상생활활동 점수가 낮은 대상자에게 진동자극을 적용하여 일상생활활동에 미치는 영향을 알 필요가 있으며, 또한 본 연구에서 확인하지 못한 진동자극 적용이 근 긴장도의 변화를 보는 연구의 필요성이 있다고 본다.

References

1. Nordin KM, Chellappan K, Sahathevan R. Upper limb rehabilitation in post stroke patients: Clinical observation. *Conf Biomed Sci Eng.* 2014;700-04
2. Rathore SS, Hinn AR, Cooper LS, et al. Characterization of incident stroke signs and symptoms findings from the atherosclerosis risk in communities study. *Stroke.* 2002;33(11):2718-21.
3. Rinderknecht MD, Kim Y, Santos CL, et al. Combined tendon vibration and virtual reality for post-stroke hand rehabilitation. *World Haptics Conf.* 2013;277-82
4. Nelles G, Spiekermann G, Jueptner M, et al. Reorganization of sensory and motor systems in hemiplegic stroke patients. *Stroke.* 1999;30(8):1510-6.
5. Blennerhassett J, Dite W. Additional task-related practice improves mobility and upper limb function early after stroke: a randomised controlled trial. *Aust J Physiother.* 2004;50(4):219-24.
6. Tyson S, Hanley M, Chillala J, et al. Sensory loss in hospital-admitted people with stroke: characteristics, associated factors and relationship with function. *Neurorehabil Neural Repair.* 2007;22(2):166-72
7. Bohannon RW. Muscle strength and muscle training after stroke. *J Rehabil Med.* 2007;39(1): 14-20.
8. Caliandro P, Celletti C, Padua L, et al. Focal muscle vibration in the treatment of upper limb spasticity: a pilot randomized controlled trial in patients with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93(9):1656-61.
9. Pumpa LU, Cahill LS, Carey LM. Somatosensory assessment and treatment after stroke: An evidence-practice gap. *Aust Occup Ther J.* 2015;62(2):93-104.
10. Tavernese E, Paoloni M, Mangone M, et al. Segmental muscle vibration improves reaching movement in patients with chronic stroke. A randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation.* 2013;32(3):591-9.
11. Bae SH, Kim KY. Effects of Vibration Stimulation Method on Upper Limbs Spasticity in Patients with Brain Lesion. *Journal of the Korea Academia-Industrial.* 2011;12(7):3109-16
12. Christova M, Golaszewski S, Ischebeck A, et al. Mechanical flutter stimulation induces a lasting response in the sensorimotor cortex as revealed with BOLD fMRI. *Human Brain Mapp.* 2013;34(11):2767-74.
13. Marconi B, Filippi GM, Koch G, et al. Long-term effects

- on cortical excitability and motor recovery induced by repeated muscle vibration in chronic stroke patients. *Neurorehabil Neural Repair*. 2011;25(1):48-60.
14. Noma T, Matsumoto S, Shimodozono M, et al. Anti-spastic effects of the direct application of vibratory stimuli to the spastic muscles of hemiplegic limbs in post-stroke patients: a proof-of-principle study. *J Rehabil Med*. 2012;44(4):325-30.
 15. Sim SM, Oh DW, Ki KI, et al. Effects of Vibration Stimulation on Electromyographic Activity of Flexor Digitorum Superficialis and Hand Dexterity in Patients After a Chronic Stroke. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*. 2013;21(2):91-102.
 16. Shirahashi I, Matsumoto S, Shimodozono M, et al. Functional vibratory stimulation on the hand facilitates voluntary movements of a hemiplegic upper limb in a patient with stroke. *Int J Rehabil Res*. 2007;30(3):227-30.
 17. Yoo EY, Park JH, Kim YJ, et al. The Effect of Vibratory Stimulation on Upper Function Recovery in Patients With Stroke. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*. 2014;22(1):109-24.
 18. Sanford J, Moreland J, Swanson LR, et al. Reliability of the Fugl- Meyer Assessment for testing motor performance in patients following stroke. *Phys Ther*. 1993;73 (7):447-54.
 19. Radomski MV, Latham, CAT. *Occupational therapy for physical dysfunction*. Lippincott Williams & Wilkins. 2014.
 20. Mathiowetz V, Volland G, Kashman N, et al. Adult norms for the Box and Block Test of manual dexterity. *Am J Occup Ther*. 1985;39(6):386-91.
 21. Mahoney FI. Functional evaluation: the Barthel index. *Md State Med J*. 1965;14:61-5.
 22. Granger CV, Albrecht GL, Hamilton BB. Outcome of comprehensive medical rehabilitation: Measurement by PULSES profile and the Barthel Index. *Arch Phys Med Rehabil*. 1979;60(4):145-54.
 23. Innes EV. Handgrip strength testing: a review of the literature. *Aust Occup Ther J*. 1999;46(3):120-40.
 24. Taylor JL, Gandevia SC. A comparison of central aspects of fatigue in submaximal and maximal voluntary contractions. *J Appl Physiol*. 2008;104(2):542-50.
 25. Langhorne P, Coupar F, Pollock A. Motor recovery after stroke: a systematic review. *Lancet Neurol*. 2009;8(8):741-54.
 26. Cardinale MAJW, Wakeling J. Whole body vibration exercise: are vibrations good for you?. *Br J Sports Med*. 2005;39(9):585-9.
 27. Cordo P, Wolf S, Lou JS, et al. Treatment of severe hand impairment following stroke by combining assisted movement, muscle vibration, and biofeedback. *J Neurol Phys Ther*. 2013;37(4):194-203.
 28. Conrad MO, Scheidt RA, Schmit BD. Effects of wrist tendon vibration on targeted upper-arm movements in poststroke hemiparesis. *Neurorehabil Neural Repair*. 2011;25(1):61-70.
 29. Mason CR, Gomez JE, Ebner TJ. Hand synergies during reach-to-grasp. *J Neurophysiol*. 2001;86(6):2896-910.
 30. Neumann DA. *Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for rehabilitation*. Elsevier Health Sciences. 2010.
 31. Pryce JC. The wrist position between neutral and ulnar deviation that facilitates the maximum power grip strength. *J Biomech*. 1980;13(6):505-11.
 32. Page SJ, Sisto S, Levine P, et al. Efficacy of modified constraint-induced movement therapy in chronic stroke: a single-blinded randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(1):14-8.
 33. Yavuzer G, Selles R, Sezer N, et al. Mirror therapy improves hand function in subacute stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89 (3):393-8.

