

뇌졸중 환자의 상지 경직 감소와 기능 향상을 위한 국소 진동자극의 효과에 대한 체계적 고찰

원경아*, 박지혁**

*연세대학교 일반대학원 작업치료학과

**연세대학교 보건과학대학 작업치료학과

국문초록

목적 : 본 연구는 국외 학술지를 대상으로 한 체계적 문헌고찰 연구를 통해 경직을 가지고 있는 뇌졸중 환자를 대상으로 진동자극의 효과를 제시하는 데에 목적이 있다.

연구방법 : 전자 데이터베이스인 NDSL과 RISS를 사용하여 2009년 4월부터 2017년 10월까지의 논문을 검색하였다. 주요 검색 용어로 ‘Vibration therapy’, ‘Focal vibration’, ‘Somatosensory’, ‘Upper limb’와 ‘Spasticity after stroke’를 사용하였다. 선정기준과 배제기준을 통해 최종적으로 6개의 논문이 선정하였다.

결과 : 국소 진동자극의 효과를 알아보기 위한 중재방법으로는 진동자극만을 적용한 중재부터 과제 기반 진동자극 중재부터 다양하였다. 중재효과를 알아보기 위해 경직, 상지기능, 일상생활동작 평가도구가 사용되었다. 국소 진동자극은 뇌졸중 환자의 경직 감소와 상지기능에 긍정적인 영향이 있는 것으로 나타났으며, 대뇌피질의 활성화에도 유의미한 효과가 있는 것으로 나타났다.

결론 : 본 연구를 통해 치료사들은 국소 진동자극 적용에 필요한 정보 및 근거를 찾을 수 있을 것이다. 하지만 다양한 국소 진동자극의 적용 방법으로 인해 효율적인 진동수, 진폭의 크기 및 진동을 적용할 위치를 확인하는 데에는 어려움이 있었다. 향후 국내연구에서는 국소 진동자극의 효과를 극대화할 수 있는 체계적인 중재 프로토콜에 대한 연구가 필요하다.

주제어 : 경직, 국소 진동자극, 뇌졸중, 상지 기능

I. 서론

뇌졸중 이후 환자에게서 나타나는 경직은 근 긴장도의 증가, 사지의 비정상적 자세, 근육의 과도한 구축, 힘줄 반사 항진 등의 임상적 문제들을 포함하는 폭넓은 개념의 용어이다(Noma, Matsumoto, Shimodozono, Etoh, & Kawahira, 2012). 뇌졸중 환자 중 약 20~40%에서 경직이 발생하는데, 이러한 상지 근 긴장도의 병적인 증가는 상지 기능을 제한시킨다(Noma, Matsumoto, Etoh, Shimodozono, & Kawahira, 2009). 상지의 기능은 일상생활활동 및 사회 참여 그리고 지역사회로의 복귀에 필요하며, 이러한 요인들은 전반적인 삶의 질을 결정하는데 밀접한 관련이 있다(Hatem et al., 2016).

따라서 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 상지 기능 회복을 위해 근 긴장도 조절은 중요한데, 경직 감소를 위해 현재 임상에서 사용되고 있는 중재 방법은 크게 약물 치료와 비약물 치료로 구분될 수 있다. 하지만, 보툴리눔 독소나 페놀과 같은 약물 치료는 근 약화와 근력감소와 같은 부작용을 유발할 수 있고, 스트레칭이나 온열치료와 같은 비약물 치료는 지속 효과가 짧다는 단점이 있다(Noma et al., 2012).

상지 경직 감소를 위한 효과적인 방법 중 하나는 반복적인 체성 감각자극의 입력을 통해 중추신경계의 구조와 기능을 변화시킨다는 신경가소성을 바탕으로 한다(Marconi et al., 2011). Heath, Hore 과 Phillips(1976)는 진동자극의 수용기 중 하나인 근육방추(muscle spindle)의 Ia 구심성 섬유가 대뇌 피질의 S I 및 M I 영역과 직접적으로 연결되어 있음을 발견하였다. 이러한 직접적인 연결은 진동자극이 운동피질과 체감각피질을 재구조화하는데 있어서 해부학적 기초를 제공한다고 보고되었다(Huerta & Pons, 1990).

진동자극은 뇌졸중 환자의 재활을 위해 인위적으로 체성감각자극을 제공하는 방식 중 하나이며, 부

작용이 적고 적용하기 위해 특별한 노력이 필요하지 않는다는 장점이 있다. 진동자극은 적용 방법에 따라 크게 전신 진동자극(whole body vibration)과 국소 진동자극(focal or localized vibration) 두 가지로 구분된다. 특히 국소 진동자극은 뇌졸중 후 나타나는 상지 경직의 감소와 기능회복에 효과가 있음이 보고되었다(Murillo et al., 2014).

따라서 본 연구를 통해 최근 10년간 외국 학술지에 실린 국소 진동자극을 이용한 뇌졸중 환자의 상지 경직 감소와 기능 회복과 관련된 연구동향을 알아보고자 하였다. 이는 국소 진동자극 중재 계획 시, 도움이 될 수 있는 정보 및 근거를 제시해 줄 수 있을 것이다.

II. 연구 방법

1. 검색 방법 및 분석 대상

2009년 4월에서 2017년 10월 사이에 국외학술지에 게재된 논문들을 NDSL과 Riss를 통해 검색하였다. 주요 검색어로 'Vibration therapy', 'Focal vibration', 'Somatosensory', 'Upper limb'와 'Spasticity after stroke'를 사용하였다. 검색 결과 중에서 본 연구의 선정기준과 배제기준에 부합하는 6편의 논문을 최종 선정하여 분석하였다(Figure 1).

1) 선정기준

- (1) 실험논문인 연구
- (2) 대상자가 경직을 가진 뇌졸중 환자인 연구
- (3) 국소 진동자극 효과에 대한 연구
- (4) 상지 경직 및 기능과 관련된 연구
- (5) 전문을 볼 수 있는 연구

2) 배제기준

- (1) 외과적 수술이나 약물이 사용된 연구

- (2) 전신 진동자극의 효과에 대한 연구
- (3) 영어로 저술되지 않은 연구
- (4) 체계적 고찰 또는 메타분석 연구

2. 연구 질적 수준

최종적으로 선정된 6편의 연구에 대한 질적 수준 평가를 위해 Arbesman 등(2008)에 의해 개발된 5 단계 분류기준(Table 1)을 사용하였다(Table 2).

3. 근거 제시 방법

국소 진동자극의 효과를 알아보기 위해, 6편의 논문에 대한 결과를 P.I.C.O. 방법으로 제시하였

다. P.I.C.O. 방법은 임상적인 질문에 대한 근거들을 대상자(Patient), 중재법(Intervention), 대조법(Comparison), 결과(Outcome)의 틀로 제시한다. Law와 MacDermid(2008)는 P.I.C.O. 방법을 통해 찾은 근거들을 체계적으로 제시할 수 있다고 하였다.

III. 연구결과

1. 연구 대상자에 대한 일반적 특성

국소 진동자극의 효과를 알아보기 위해, 6편의 연

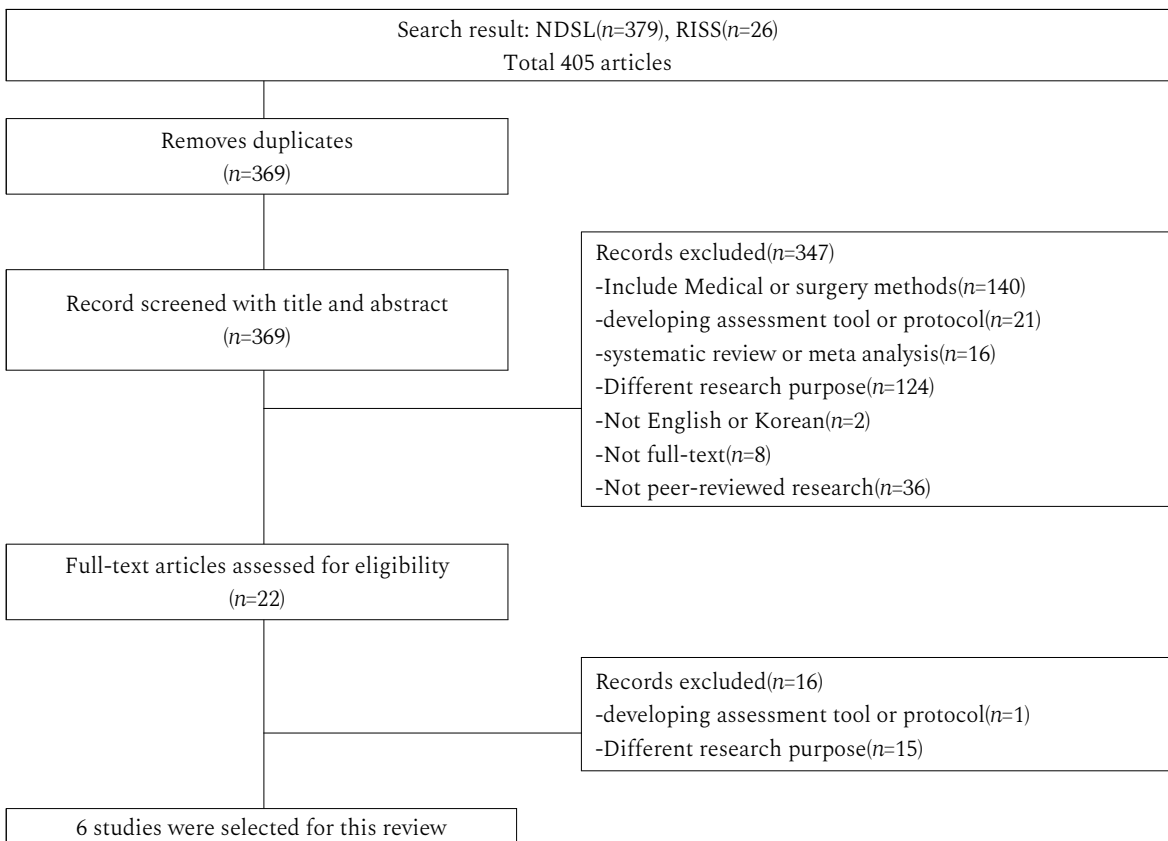


Figure 1. Flow Diagram of the Literature Selection Process

Table 1. Level of Evidence for Studies

Evidence level	Definition	Frequency (%)
I	Systematic reviews Meta-analyses Randomized controlled trials	5 (83.3)
II	Two group nonrandomized controlled studies	0
III	One group nonrandomized controlled studies	1 (16.7)
IV	Single-subject studies Survey	0
V	Case reports Narrative literature reviews Qualitative research	0

구에서 총 181명의 뇌졸중 환자가 모집되었다. 대상자들의 평균 연령은 54.42세에서 67세, 평균 발병기간은 5개월에서 100.71개월의 범위를 나타냈다. 6편의 연구 중 3편의 연구가 아급성기(30-180일), 2

Table 2. Evidence level of the analyzed studies

Author(year)	Evidence level
Noma et al.(2009)	III
Noma et al.(2012)	I
Caliandro et al.(2012)	I
Casale et al.(2014)	I
Costantino et al.(2017)	I
Calabro et al. (2017)	I

편의 연구는 만성기(>180일) 환자를 대상으로 하였으며 1편의 연구는 대상자들의 유병기간을 언급하지 않았다(Table 3).

2. 연구의 특성

1) 대상 연구의 질과 디자인

1편의 연구(Noma et al., 2009)만 근거수준 III에 해당하였고, 나머지 5편의 연구(Noma et al., 2012; Caliandro et al., 2012; Casale et al., 2014;

Table 3. General characteristic of the studies

Study	Subject(M/F)		Age		Post-stroke (months)		Stage
	Exp	Contr	Exp	Contr	Exp	Contr	
Noma et al. (2009)	8/6		57.3±19.1		4.93±4.4		Subacute
Noma et al. (2012)	8/4	8/4 9/3	57.5	61.0 61.5	5.38	4.00 4.13	Subacute
Caliandro et al. (2012)	20/8	14/7	54.42 ±12.79	61.85 ±15.74	100.71 ±82.8	96.4 ±66.8	Chronic
Casale et al. (2014)	9/6	9/6	60.60	59.87	-	-	-
Costantino et al. (2017)	11/6	10/5	59.0 ±15.39	60.47 ±16.9	37.78±17.72		Chronic
Calabro et al. (2017)	5/5	4/6	66±5	67±4	5±2	6±2	Subacute

Costantino et al., 2017; Calabro et al., 2017)는 근 거수준 I에 해당하였다.

2) 중재

4편의 연구에서는 진동자극만 단독으로 사용하였다. 1편은 진동자극과 함께 물리치료를 적용하였고, 나머지 1편에서는 진동자극과 더불어 로봇 장치를 이용한 과제 지향적 훈련을 진행하였다. 6편의 연구에서 중재는 1일부터 8주까지 다양한 기간 동안 적용되었다(Table 4).

3) 진동자극

6편 연구 모두에서 진동자극의 강도는 진동수와 진폭을 사용하여 표현하였는데, 진동수(Hz)는 80~100으로, 진폭(mm)은 0.2~2의 범위로 다양하게 적용되었다. 3편의 연구에서는 위팔두갈래근 등 상지의 굽힘근들을 자극하였고, 다른 3편의 연구에서는 위팔세갈래근 등 상지의 펴는근들을 자극하는 것으로 나타났다(Table 5). 진동자극의 강도가 불편했거나 통증이 느껴지는 등의 부작용을 보고한 연구는 없었다. 진동자극 그룹과 비교하기 위한 대조군이나 위상치료군에서는 진동자극 그룹과 동일한 강도로 설정은 하였으나, 실제로는 진동자극이 적용되지 않도록 진동자극 장치를 위치시켰다. 자극은 하루에 5~30분간 1~2번 적용되었다.

4) 결과 측정 방법

진동자극의 효과를 알아보기 위한 평가도구로, 상지 근긴장도를 위해서는 Modified Ashworth Scale, 근전도 검사를 통한 F wave study가 사용되었고, 상지 운동기능은 Wolf Motor Function Test, Fugl Meyer Assessment, Jebseb Talyor Hand Function Test, Hand grip strength test 등이 사용되었다.

분석된 6편의 연구 모두 사전 사후 중재에 대한 평가를 실시하였고, 이 중 후속평가를 실시한 연구

는 3편이었다. 후속평가 기간은 2일에서 4주의 범위로 나타났다(Table 4).

5) 측정 결과

상지 경직 감소에 대한 효과를 비교한 결과, 6편 중 5편의 연구에서 진동자극 후 경직이 유의미하게 감소된 것으로 나타났다. 상지 기능에 대한 효과는 6편 중 5편의 연구에서만 보고되었는데, 모두 상지 기능의 회복을 보였다. 진동자극 치료를 받은 모든 실험군들은 위상치료나 다른 대조군보다 적어도 한 가지 이상의 평가에서 유의미한 향상을 보였다고 보고되었다(Table 4).

IV. 고찰

현재 국내에서 전신 진동자극의 효과에 관한 많은 연구들이 이루어지고 있으나, 국소 진동자극의 효과에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 국외 학술지에 등재된 6편의 연구를 선정하여 체계적 고찰을 통해 뇌졸중 환자의 경직 감소와 상지 기능 회복에 대한 국소 진동자극 치료의 효과를 알아보았다.

뇌졸중 이후 환자에게서 나타나는 경직은 상위운동신경원(upper motor neuron)의 손상으로 척수 반사가 과하게 나타나는 증상을 말한다. 경직을 감소시키기 위해 근육 스트레칭, 초음파치료, 온열치료 등이 효과적인 치료방법으로 제시되었다(Smania et al., 2010). 최근 들어 뇌졸중 후 신체기능 회복에 긍정적 효과가 있는 것으로 체성감각자극의 가치가 높아지고 있다. 체성감각자극 방법 중 진동자극은 알파운동뉴런(α motor neuron)과 연결되어 있는 근육 방추의 Ia 구심성 섬유와 척수의 Ia 억제성 사이신경세포를 활성화시킨다. 이 구심성 신경로는 긴장성 진동반사(tonic vibration pathway)를 자극 하여 진동자극을 준 근육에 불수

Table 4. Research analysis of the vibration stimulation

Study	Patients				Intervention	Comparison	Assessment	Outcome
	N patients		Duration(mon)					
	EG	CG	EG	CG				
Noma et al. (2009)	14	-	4.93 ±4.4	-	<ul style="list-style-type: none"> Supine position, once only for 5 Mins Vibration Stimuli 	-	<ul style="list-style-type: none"> MAS EMG-Fwave Finger tapping AROM STEF 	<ul style="list-style-type: none"> The MAS and F wave study showed decreased markedly to below the baseline values immediately after vibration and remained the effects for up to 30 mins. In all of the motor function test, the results increased significant after vibration
Noma et al. (2012)	12	12	5.38	CG 1) 4.00 CG 2) 4.13	<ul style="list-style-type: none"> After relaxing 30 mins in supine position each intervention was applied for 5 mins once only Vibration Stimuli 	CG 1) Rest CG 2) Stretch	<ul style="list-style-type: none"> MAS EMG-Fwave 	<ul style="list-style-type: none"> There are statistically significant difference between the vibration group and the two control group. Both the stretching and vibration group showed a tendency to decrease in spasticity immediately after interventions but only in the vibration group, this tendency prolonged after 30 mins.
Caliandro et al. (2012)	28	21	100.71 ±82.8	96.4 ±66.8	<ul style="list-style-type: none"> 2 sessions one day each session 30 mins 3 consecutive day, 1 week Vibration Stimuli 	Sham therapy	<ul style="list-style-type: none"> MAS WMFT VAS 	<ul style="list-style-type: none"> The MAS and VAS scores showed no difference over time in the both group. Only vibration group had a statistically significant difference in the WMFT-FAS between baseline and 1 months after intervention
Casale et al. (2014)	15	15	-	-	<ul style="list-style-type: none"> PT : 60 mins(morning) vibration or sham : 30 mins (afternoon) 5times per week, 2 weeks Vibration + PT 	Sham + PT	<ul style="list-style-type: none"> MAS U/EX function 	<ul style="list-style-type: none"> Vibration group had significantly better and faster results in MAS, TASK(%), Time(s). The two groups improve in Trajectory but not significant difference

Table 4. Research analysis of the vibration stimulation(continue)

Study	Patients				Intervention	Comparison	Assessment	Outcome
	N patients		Duration(mon)					
	EG	CG	EG	CG				
Costantino et al. (2017)	17	15	37.78±17.72	<ul style="list-style-type: none"> · 30 mins, · 3 times per week · 4 weeks 	Sham therapy	<ul style="list-style-type: none"> MAS Grip strength FIM FMA-UE JTHFT VNRS 	<ul style="list-style-type: none"> · Compared to control group, the vibration group had more significant improvements in all evaluating. 	
								<ul style="list-style-type: none"> · 60 mins · 5 times per week · 8 weeks
Calabro et al. (2017)	10	10	5±2	6±2	<ul style="list-style-type: none"> Armeo-power training + vibration Armeo-power training + Sham 	<ul style="list-style-type: none"> MAS FIM FMA-UE Kinematic - properties TMS 	<ul style="list-style-type: none"> · Only experimental group had significant changes in MAS, FIM and TMS. · Compared to the control group, the experimental group had more significant improvements in FMA-UE · In PROM and Force measurement, experimental group had more significant increase of shoulder abduction and adduction. 	

AROM: Activity Range Of Motion, CG: Control Group, EG: Experimental Group, FIM: Functional Independence Measurement, FMA-UE: Fugl Meyer Assessment-Upper Extremity, JTHFT: Jebsen-Taylor Hand Function Test, MAS: Modified Ashworth Spasticity, PT: Physical Therapy, STEF: The Simple test for Evaluating hand function, TMS: Transcranial Magnetic Stimulation, U/EX: Upper Extremity, VAS: Visual Analog Scale, VNRS: Verbal Numerical Rating Scale of pain, WMFT-FAS: Wolf Motor Function Test-functional ability scale

Table 5. Characteristics of vibration stimulation

Study	Frequency (Hz)	Amplitude (mm)	Duration (mins)	Target muscle
Noma et al.(2009)	91	1.0	5	abdominal side of 2~5 fingers, the palm and flexor tendon of wrist, belly of biceps brachii muscle
Noma et al.(2012)	91	1.0	5	abdominal side of all fingers, the palm and flexor tendon of wrist, belly of biceps brachii muscle
Caliandro et al.(2012)	100	0.2~0.5	30	pectoralis minor, biceps brachii, flexor carpi muscle
Casale et al.(2014)	100	2	30	triceps brachii muscle
Costantino et al. (2017)	300	2	30	triceps brachii, extensor carpi radialis longus and brevis muscle
Calabro et al. (2017)	80	0.3±0.1	60	supraspinatus, deltoid, triceps brachii muscle

의적인 수축을 일으키고, 반대쪽 근육을 억제시킨다고 보고되었다(Noma et al., 2009). 또한 기존의 경직 치료보다 진동자극에 의한 효과가 더 오래 지속됨이 밝혀졌다(Noma et al., 2012).

국소 진동자극에 대한 연구는 단순히 자극만 제공한 연구뿐만 아니라 물리치료와 과제 지향적 훈련을 함께 제공한 연구까지 다양하게 이루어졌다. 본 연구에 선정된 6편의 연구 중 4편의 연구(Noma et al., 2009; Noma et al., 2012; Caliandro et al., 2012; Costantino et al., 2017)는 단순히 국소 진동 자극만을 제공했고, 1편의 연구(Casale et al., 2014)는 물리치료를 함께 제공했으며, 나머지 1편의 연구(Calabro et al., 2017)는 과제 지향적 훈련을 병행하였다. 각 연구에서 실시한 중재 방법은 달랐으나, 국소 진동자극 치료를 받은 실험군에서 대조군보다 상지경직과 상지기능 중 적어도 한 가지 이상의 영역에서 유의미한 향상을 보였다.

국소 진동자극의 효과를 측정하기 위한 경직 평가 도구로는 Modified Ashworth Scale(MAS)이 6회, 상지기능 평가도구로는 Fugl Meyer Assessment (FMA)가 2회로 가장 많이 사용되었으나, 각 연구의 중재 프로토콜이 서로 다르기 때문에, 그 결과를 비교하기 어렵다. 경직 평가에서는 MAS가 공통적으

로 사용되었는데, 6편 중 1편(Caliandro et al., 2012)에서만 유의한 변화가 없는 것으로 나타났다. 이 연구에서는 경직의 변화 없이 상지기능 수준만 유의하게 향상되었는데, 그 이유로 만성기 환자의 경우 힘줄이 구축되고 관절 가동 범위가 감소된 상태가 안정기에 접어들어 짧은 중재 기간 동안 변화를 만들어내기 어려웠다고 설명하면서, 국소 진동 자극은 관절의 해부학적 변화가 아직 일어나지 않은 급성기 또는 아급성기 환자들에게 적용했을 때 더 큰 효과가 있을 것이라고 보고하고 있다.

유병기간을 제시하지 않은 연구 1편을 제외하면, 국소 진동자극은 아급성기 환자에서 만성기 환자까지 적용되었다. 본 체계적 고찰에는 만성기 환자를 대상으로 한 3편의 연구(Caliandro et al., 2012; Costantino et al., 2017; Calabro et al., 2017)가 포함되었는데, 3편의 연구 모두에서 상지기능에 유의한 긍정적인 변화를 보였다. 뇌졸중 후 상지기능의 회복이 주로 발병 후 6개월 이내에 이루어진다는 점에서 국소 진동자극이 만성기 환자를 위한 효과적인 중재로써 의미를 가질 수 있다.

진동자극을 상지의 굽힘근에 적용한 연구가 3편(Noma et al., 2009; Noma et al., 2012; Caliandro et al., 2012), 상지의 펴는근에 적용한 연구가 3편

(Casale et al., 2014; Costantino et al., 2017; Calabro et al., 2017)으로 나타났다. 뇌졸중 환자의 경직이 있는 근육에 직접적으로 진동자극을 적용했을 경우, 처음에는 강한 수축이 나타났으나 몇 분 동안 진동자극을 지속시키면 경직이 억제됨이 보고되었다. 그러나 이러한 경직 억제 현상에 대해서는 아직까지 공식적으로 보고된 연구가 없다(Noma et al., 2009). 경직이 있는 반대쪽의 근육에 진동자극을 적용했을 경우, 근육방추 Ia 구심성 섬유와 척수의 Ia 억제성 사이신경세포가 활성화되면서 경직이 있는 근육에서의 비정상적인 근 수축이 감소되어 경직이 감소된다고 보고되었다(Desmedt, 1983). 국소 진동자극의 효과를 극대화시킬 수 있는 진동자극 적용 위치에 관한 문제는 명확하게 해결되어야 한다고 생각된다.

현재 국외에 비해 국소 진동자극의 효과에 대한 연구는 활발하게 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 향후 큰 모집단과 무작위 대조군 연구, 장기간의 추적 연구를 통해 국소 진동자극의 효과를 극대화시킬 수 있는 진동자극의 주파수(frequency), 진폭(amplitude), 기간(duration) 및 진동을 적용할 근육에 대한 논쟁을 명확하게 해결하기 위한 연구가 필요하다.

V. 결론

본 연구는 뇌졸중 후 나타나는 상지경직과 상지 기능 장애에 대한 국소 진동자극의 효과에 대해 알아보기 위해서 6편의 국외 연구를 선정하여 체계적 고찰을 실시하였다. 이를 통해서 국외 뇌졸중 환자를 위한 국소 진동자극 치료 방법을 확인하여 국소 진동자극 중재 계획 시, 도움이 될 만한 자료를 마련하고자 하였다.

국소 진동자극 치료는 아급성기뿐만 아니라 만성기 환자의 상지경직 및 상지기능에서 긍정적인 효과를 나타내었다. 하지만 국소 진동자극의 효과를

극대화할 수 있는 진동자극의 주파수(frequency), 진폭(amplitude), 기간(duration) 및 진동을 적용할 근육에 대한 문제를 큰 모집단과 무작위 대조군 연구를 통해 해결할 필요가 있다. 추후 국소 진동자극을 활용한 다양한 중재 방법에 대한 연구를 통해 뇌졸중 환자의 상지경직과 상지기능에 효과적인 중재 프로토콜이 개발되어야 할 것이다.

References

- Arbesman, M., Scheer, J., & Lieberman, D. (2008). Using AOTA's critically appraised topic (CAT) and critically appraised paper (CAP) series to link evidence to practice. *OT practice*, 13(5), 18.
- Calabro, R. S., Naro, A., Russo, M., Milardi, D., Leo, A., Filoni, S., ... Bramanti, P. (2017). Is two better than one? Muscle vibration plus robotic rehabilitation to improve upper limb spasticity and function: A pilot randomized controlled trial. *PLoS one*, 12(10), e0185936.
- Caliandro, P., Celletti, C., Padua, L., Minciotti, I., Russo, G., Granata, G., ... Camerota, F. (2012). Focal muscle vibration in the treatment of upper limb spasticity: A pilot randomized controlled trial in patients with chronic stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93(9), 1656-1661. doi.org/10.1016/j.apmr.2012.04.002
- Casale, R., Damiani, C., Maestri, R., Fundaro, C., Chimento, P., & Foti, C. (2014). Localized 100 Hz vibration improves function and reduces upper limb spasticity: A double-blind controlled study. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 50(5), 495-504.
- Costantino, C., Galuppo, L., & Romiti, D. (2017). Short-term effect of local muscle vibration treatment versus sham therapy on upper limb in chronic post-stroke patients: A randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 53(1), 32-40.
- Desmedt, J. E. (1983). Mechanisms of vibration-induced inhibition or potentiation: Tonic vibration reflex and

- vibration paradox in man. *Advances in Neurology*, 39, 671-683.
- Hatem, S. M., Saussez, G., della Faille, M., Prist, V., Zhang, X., Dispa, D., & Bleyenheuft, Y. (2016). Rehabilitation of motor function after stroke: A multiple systematic review focused on techniques to stimulate upper extremity recovery. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 442. doi.org/10.3389/fnhum.2016.00442
- Heath, C. J., Hore, J., & Phillips, C. G. (1976). Inputs from low threshold muscle and cutaneous afferents of hand and forearm to areas 3a and 3b of baboon's cerebral cortex. *The Journal of Physiology*, 257(1), 199-227. doi.org/10.1113/jphysiol.1976.sp011364
- Huerta, M. F., & Pons, T. P. (1990). Primary motor cortex receives input from area 3a in macaques. *Brain Research*, 537(1-2), 367-371.
- Law, M. C., & MacDermid, J. (Eds.). (2008). *Evidence-based rehabilitation: A guide to practice*(pp.98-107). Thorofare, NJ: Slack Incorporated.
- Marconi, B., Filippi, G. M., Koch, G., Giacobbe, V., Pecchioli, C., Versace, V., ... Caltagirone, C. (2011). Long-term effects on cortical excitability and motor recovery induced by repeated muscle vibration in chronic stroke patients. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 25(1), 48-60. doi.org/10.1177/1545968310376757
- Murillo, N., Valls-Sole, J., Vidal, J., Opisso, E., Medina, J., & Kumru, H. (2014). Focal vibration in neurorehabilitation. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 50(2), 231-242.
- Noma, T., Matsumoto, S., Etoh, S., Shimodozono, M., & Kawahira, K. (2009). Anti-spastic effects of the direct application of vibratory stimuli to the spastic muscles of hemiplegic limbs in post-stroke patients. *Brain Injury*, 23(7-8), 623-631. doi.org/10.1080/02699050902997896
- Noma, T., Matsumoto, S., Shimodozono, M., Etoh, S., & Kawahira, K. (2012). 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. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 44(4), 325-330.
- O'Brien, C. F., Seeberger, L. C., & Smith, D. B. (1996). Spasticity after stroke. *Drugs and Aging*, 9(5), 332-340.
- Smania, N., Picelli, A., Munari, D., Geroin, C., Ianes, P., Waldner, A., & Gandolfi, M. (2010). Rehabilitation procedures in the management of spasticity. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 46(3), 423-38.

Abstract

Effectiveness of Focal Muscle Vibration on Upper Extremity Spasticity and Function for Stroke Patients : A Systematic Review

Won, Kyung-A*, B.H.Sc., O.T., Park, Ji-Hyuk**, Ph.D., O.T.

*Dept. of Occupational Therapy, Graduate School of Yonsei University

**Dept. of Occupational Therapy, College of Health Science, Yonsei University

Objective : This systematic review aimed to investigate the effect of focal muscle vibration in patients with post-stroke spastic hemiplegia.

Methods : We searched literature published between April 2009 and October 2017 using PubMed and RISS databases. The main search terms were Vibration therapy, Focal vibration, Somatosensory, Upper limb, and Spasticity after stroke. Based on inclusion/exclusion criteria, 6 articles were selected.

Results : Articles on focal muscle vibration intervention ranged from evaluation of application-only vibration to muscle vibration with task-oriented activity. Intervention effects on upper extremity spasticity and function and activities of daily living were assessed. There were significant effects on upper extremity spasticity, function, and cortical excitability.

Conclusions : This study can provide information on focal muscle vibration for use by clinical therapists. However, further studies are needed to identify the optimal stimulation site and frequency/amplitude of application to maximize the effects of focal muscle vibration.

Key Words : Focal muscle vibration, Spasticity, Stroke, Upper extremity function