

Effects of Stabilization Exercise Combined with Vibroacoustic Sound on Pain and Muscle Tone in Chronic Neck Pain patients : A Randomized Controlled Trial

Seung-Hwa Jung^a, and Dae-Sung Park^{a*}

^aDepartment of Physical Therapy, Konyang University, Daejeon, Republic of Korea

Objective: The purpose of this study was to investigate the effect of neck stabilization exercise combined with vibroacoustic sound on patients with chronic neck pain and tension-type headache.

Design: Two group pre test - post test design.

Methods: 36 patients participated. Headache impact test-6(HIT-6), numerical rating scale(NRS) and muscle characteristics were measured at pre-post test. Participants divided into vibroacoustic sound group(VSG, n=18), control group(CG, n=18). VSG performed neck stabilization exercise and vibroacoustic sound stimulation. CG performed neck stabilization exercise. Both groups participated 3 times a week for a total of 4 weeks.

Results: NRS showed a significant difference before and after intervention in both groups ($p < 0.05$). HIT-6 showed a significant difference before and after intervention in the VSG group ($p < 0.05$). Muscle tone showed a significant difference before and after intervention in the experimental group ($p < 0.05$). There was no significant difference in muscle stiffness and muscle elasticity before and after the intervention in both groups ($p > 0.05$).

Conclusions: Based on the results of the study, it is thought that sonic vibroacoustic sound can be established as an effective treatment tool through a study applied to various diseases and symptoms.

Key Words: Exercise, Neck pain, Tension-type headache, Acoustic stimulation

서론

긴장성 두통(Tension-type headache, TTH)은 성인이 겪는 두통장애 중 가장 흔한 두통이다[1]. TTH는 다양한 원인에 의해 발생할 수 있지만, 근육성 문제가 주된 원인이며[2], 머리, 목, 그리고 어깨 영역의 통증유발점에 의한 연관통 분포가 TTH 환자의 통증 발생 부위와 거의 일치한다[3-6].

선행 연구들에서 TTH를 개선하기 위해 단축된 근육에 신장 기법 또는 도수치료 등을 적용함으로써 압통점을 제거하거나, 안정화 운동으로 머리전방자세 개선을 통한 TTH의 근본적인 원인을 해결하는 방법에 초점을 맞추고 있다[7,8].

기계적인 진동 자극은 근육과 힘줄의 길이조절을 통해

근방추를 자극하여 긴장성 진동반사(Tonic reflex)를 통한 신경근계(Neuromuscular system)의 기능과 근력, 유연성 향상을 이끌어낸다[9]. 임상에서는 흔히 사용되는 전신진동자극(Whole body vibration)은 진동판의 구동 방식에 따라 수직(Vertical) 진동방식과 시소(Side-alternating) 진동방식으로 나뉘게 되는데 이는 주파수 조절만 가능하며 진동 강도의 조절이 용이하지 않다는 것과 소음이 크다는 단점이 있다[10]. 이러한 제한점을 보완해 줄 수 있는 방법으로 음파진동(Vibroacoustic sound) 방식을 생각해볼 수 있다. 음파진동 방식은 스피커의 원리를 이용하여 음파장을 만들어내 진동을 제공한다. 음파 액추에이터를 이용하여 주파수와 진폭이 1Hz와 1mm 단위로 정밀하게 제어가 가능하다[11].

다수의 선행연구를 통해 음파를 이용한 전신진동자극(Whole body vibration)이 근기능에 미치는 효과에 대한

Received: Jul 23, 2022 Revised: Aug 21, 2022 Accepted: Sep 16, 2022

Corresponding author: Dae-Sung Park (ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4258-0878>)

Department of Occupational Therapy, Natural Science and Public Health and Safety, Chosun University

309 Pilmun-daero Dong-gu Gwangju, 501759, Republic of Korea

Tel: *** - **** - **** E-mail: daeric@naver.com

This is an Open-Access article distributed 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.
Copyright © 2022 Korean Academy of Physical Therapy Rehabilitation Science

연구가 지속적으로 이루어져 왔다[12-15]. 반대로 국소부위에 선택적으로 적용한 몇몇 선행연구들의 목적은 주로 ‘수술 후 회복’과 같은 특수한 상황에 미치는 효과를 알아보는데 있었으며[16,26] 일반적인 근기능과 그에 관련된 변수들에 미치는 영향에 대한 연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 일상생활에서 음파 진동자극 사용의 폭을 넓히기 위해 ‘증상’을 선정기준으로 하여 연구 대상자를 선정하고 적용되었을 때 두통, 목통증, 근긴장도에 어떠한 효과를 미치는지 알아보려고 실시되었다.

연구방법

1. 연구대상자

본 연구에서는 대전광역시에 위치한 P병원에 외래진료를 통해 내원한 경부통증 환자 36명을 대상으로 실시하였다. 선정 기준은 국제 두통학회의 분류범위에 따라 TTH로 분류된 자[17], 목 통증을 처음 경험하고 3개월 이상 경과된 자, 목 통증을 평가한 NRS가 3점 이상인 자로 하였다. 3개월 이내 두통관련 약물을 투약하고 있는 자, 경추 추간판 탈출증이나 골절 병력이 있는 자, 임신부는 연구에서 제외되었다.

2. 연구절차

본 연구는 무작위배정 대조군 연구 설계로 pilot test의 main effect size를 토대로 효과크기(d)를 0.96으로 산출하였고, 유의수준은 0.05, 검정력은 0.80을 설정한 결과 군 간 15명의 대상자가 필요하였다. 중도탈락률 20%를 고려하여 군 간 최소 인원은 18명으로 하였다. 모집된 대상자 중 선정, 제외기준에 부합하는 연구 대상자를 선별하였다. 사전검사로 목 통증 정도를 알아보기 위한 숫자평가척도, 두통정도를 평가하기 위한 두통영향지수(Headache impact test-6; HIT-6), 뒤통수밑근의 근육특성 평가를 실시하였다. 다음으로 제비뽑기를 통해 두 군으로 무작위 배정하였다. 실험군은 안정화 운동 프로그램과 두피, 뒤통수밑근에 음파진동자극을 적용받았고, 대조군은 안정화운동 프로그램을 실시하였다. 주 3회, 총 4주간 중재를 진행한 후 사후검사를 실시하였다. 실험 전 모든 대상자는 본 연구의 내용을 충분히 이해하고 연구 동의를 작성하였고, 건양대학교 기관 생명윤리위원회의 심의(IRB:KYU-2021-04-014)를 받고 실시하였다.

안정화 운동프로그램(Stabilization Exercise)

두 군 모두 실시한 안정화 운동프로그램의 구성은 다음과 같다.

첫 번째, 깊은목굽힘근 강화운동은 압력 바이오피드백기구(Stabilizer, Chattanooga Group Inc, USA)를 사용하였다. 바로 누운 자세에서 환자에게 턱을 당기는 동안 목 아래의 바이오피드백기구를 누르도록 지시하고 20mmHg에서부터 주차마다 목표치를 2~3mmHg씩 점진적으로 높여가며 실시하였다. 1주차(20~22mmHG), 2주차(20~24mmHG), 3주차(20~27mmHG), 4주차(20~30mmHG)로 점진적으로 증가시키며 실시하였다. 목표 압력수치에 도달하면 10초 유지를 1회, 10회 반복을 1세트로 하고 총 3세트 반복하였다(Figure 1)[18].

두 번째, 어깨올림근(Levator scapula) 스트레칭은 코가 겨드랑이 방향으로 굽힘되도록 뒤통수를 잡고 잡아당긴 자세에서 30초 유지를 1회로, 3회 반복을 1세트, 총 3세트 반복하였다(Figure 2).



Figure 1. deep neck flexor strengthening exercise



Figure 2. stretching of levator scapula



Figure 3. vibroacoustic sound (left_scalp myofascial, right_suboccipitalis)

음파진동자극(Vibroacoustic Sound)

실험군에게는 음파진동자극기(ARDW-1, EVOSONIC, KOREA)를 사용하여 두피근막과 뒆�수밑근에 적용하였다. 바로 누운 자세에서 두피 근막(15분)과 엎드려 누운 자세에서 양쪽 뒆�수밑근(15분)으로 총 30분간 적용하였다(Figure 3). 두피 근막에 적용한 음파진동은 두피 전체를 자극할 수 있는 전용도자를 사용하여 분당 120회 자극을 가하는 A모드로 적용하였다. 뒆�수밑근은 국소 부위를 자극할 수 있는 도자를 사용하여 분당 240회 자극을 가하는 B모드로 적용하였다. 음파진동자극의 시작 강도는 최대강도의 20% 수준의 자극 강도로 시작하고 대상자에게서 ‘아무런 느낌이 없다’, ‘자극이 약해졌다’와 같은 피드백을 받게 되면 강도 조절 다이얼을 1칸씩 올려가며 적용하였다[19].

3. 측정 및 평가방법

1) 두통영향지수(Headache Impact Test-6; HIT-6)

두통의 정도를 알아보기 위해 두통 영향 검사표 한국 어판을 사용하였다. HIT-6는 통증, 사회, 역할, 인지, 심리적고통, 활력도를 측정하기 위한 6가지 질문으로 구성되며 36점에서 78점으로 분포되어 있다. 60점 이상은 일상생활에 아주 심각한 장애, 56~59점은 상당한 일상생활의 장애, 50~55점 이상은 어느 정도의 장애, 49점 이하는 일상생활에 장애가 작거나 없는 상태를 의미한다. HIT-6는 높은 신뢰도(Intraclass correlation coefficient; ICC = 0.76~0.83)를 가지고 있다[20].

2) 숫자평가척도(Numerical rating scale; NRS)

연구대상자들의 중재 전후의 통증 강도 측정을 위해 NRS를 사용하였다. NRS는 0점에서 10점까지 숫자로 통증의 정도를 구두로 표현하는 방법이며 점수가 높을수록 통증정도가 큰 것을 의미한다. 이 측정도구의 신뢰도는 $r=0.61$ 로 알려져 있다[21].

3) 근육 특성(Muscle characteristics)

뒆�수밑근의 근육 특성을 측정하기 위해 얼굴을 넣을 수 있는 베드에 엎드린 자세에서 MyotonPRO(MyotonPRO, Estonia, Tallinn)를 사용하여 측정하였다. 대상자의 두 번째 목뼈 가시돌기와 머리 뒷부분의 중앙 지점 사이를 잇는 선의 중앙지점을 마커로 표시하여 측정위치로 정하였다. 접촉면과 기기의 각도는 90°를 유지한 채로 측정하였다(Figure 4) [22].

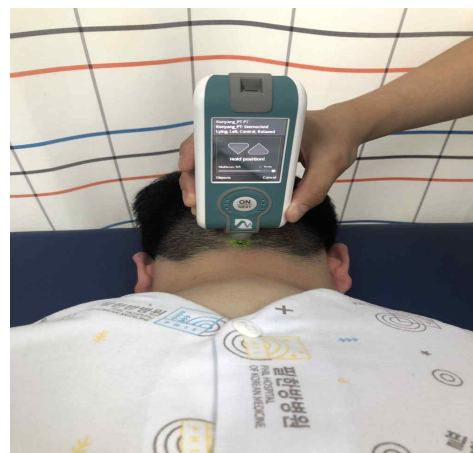


Figure 4. Measurement of muscle characteristics (suboccipitalis)

MyotonPro에서 F(Frequency) 지표는 근육의 긴장도(Muscle tone)를 반영하며 근육에 공급되는 혈류량의 확인하는 지표로서 근육의 기계적-탄력 특성과 관계된 영향으로 정의되며 값이 커질수록 긴장도가 높아짐을 의미한다. S(Stiffness) 지표는 근육의 경직도(Muscle stiffness)를 반영하며 근육의 변형에 저항하는 성질을 의미하며 값이 커질수록 경직도가 높아짐을 의미한다. D(Logarithmic decrement) 지표는 근육의 탄성도(Muscle elasticity)를 반영하며 외력에 의해 모양이 변형된 근육이 다시 돌아오는 성질로 정의되며 값이 작아질수록 탄성도가 높아짐을 의미한다[23,24].

4. 통계방법

연구대상자의 일반적 특성은 기술통계방법을 이용하였다. 각 집단의 중재 전·후 측정 결과와 집단 간 사전, 사후를 비교 분석하기 위하여 two-way ANOVA를 수행하였고, time*group의 유의확률을 확인하여 집단 간 교

호작용을 하지 않을 경우, 주 효과를 분석하기 위하여 대응표면 t-검정과 독립표본 t-검정을 실시하였다. 연구 분석은 SPSS 통계 프로그램(Version 18.0, SPSS Inc, Chicago, USA)을 이용하였으며 통계적 유의수준은 0.05로 하였다.

연구결과

본 연구에 참여한 연구 대상자는 실험군(남성 10명, 여성 8명), 대조군(남성 12명, 여성 6명)으로 연구를 진행하였다(Table 1). NRS는 두 군 모두 중재 전·후 값에서 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 군 간 차이는 중재 전·후 모두 유의한 차이를 보이지 않았다. HIT-6는 실험군의 중재 전·후 값에서 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 군 간 차이는 중재 전·후 모두 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2). 근육 긴장도(Muscle tone)는 실험군에서 중재 전·후 값에서 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 군 간 차이는 중재 전·후 모두 유의한 차이

Table 1. General characteristics of the subjects

(n=36)

	Mean \pm SD			t	p
	Total	VSG (n=18)	CG (n=18)		
Sex (male/female)	22/14	10 / 8	12 / 6	0.669	0.508
Age (year)	33.41 \pm 7.23	32.94 \pm 6.68	33.88 \pm 7.91	0.387	0.701
Weight (kg)	67.97 \pm 11.38	66.27 \pm 10.96	69.66 \pm 11.84	0.807	0.425
Height (cm)	170.94 \pm 9.03	169.72 \pm 9.52	172.16 \pm 8.62	0.891	0.508

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$,

Abbreviations: VSG, vibroacoustic sound group; CG, control group

Table 2. Change of NRS, HIT-6 score

(n=36)

	Group	Pre	Post	Post-Pre	SMD (95% CI)	t (p)
NRS (Score)	VSG (n=18)	6.77 \pm 1.39	5.44 \pm 1.68	-1.33 \pm 2	0.862 (0.179, 1.545)	2.828 (0.012*)
	CG (n=18)	7.11 \pm 1.56	6.27 \pm 1.7	-0.83 \pm 1.58	0.514 (-0.149, 1.178)	2.236 (0.039*)
	t (p)	-0.674 (.505)	-1.472 (0.150)	-0.832 (0.411)		
	time F (p)	8.306 (0.005**)				
	time*group F (p)	0.442 (0.508)				
HIT-6 (Score)	VSG	57.11 \pm 4.32	54.55 \pm 5.97	-2.55 \pm 3.91	0.491 (-0.171, 1.154)	2.770 (0.013*)
	CG	55.66 \pm 6.43	53.44 \pm 5.35	-2.22 \pm 4.94	0.375 (-0.283, 1.034)	1.908 (0.073)
	t (p)	0.790 (0.435)	0.578 (0.567)	-0.224 (0.824)		
	time F (p)	3.245 (0.076)				
	time*group F (p)	0.016 (0.900)				

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Abbreviations: NRS, numerical rating scale; HIT-6, headache impact test-6; VSG, vibroacoustic sound group; CG, control group; SMD, standardized mean difference; CI, confidence interval.

Table 3. Change of sub-occiput muscles characteristics

(n=36)

	Group	Pre	Post	Post-Pre	SMD (95% CI)	t (p)
Tone (Hz)	VSG (n=18)	12.55±2.10	11.01±2.71	-1.55±2.35	0.635 (-0.034, 1.304)	2.794 (0.012*)
	CG (n=18)	13.44±2.46	12.79±2.98	-0.65±1.82	0.237 (-0.417, 0.893)	1.510 (0.149)
	t (p)	-1.165 (0.252)	-1.879 (0.069)	-1.282 (0.209)		
	time F (p)	3.251 (0.066)				
	time*group F (p)	0.544 (0.463)				
Stiffness (N/m)	VSG	181.77±38.48	170.78±37.49	-11±37.86	0.289 (-0.367, 0.946)	1.232 (0.235)
	CG	175.55±37.29	172.10±35.82	-3.5±21.49	0.094 (-0.559, 0.748)	0.691 (0.499)
	t (p)	0.493 (0.625)	-0.105 (0.917)	-0.731 (0.470)		
	time F (p)	0.680 (0.412)				
	time*group F (p)	0.182 (0.671)				
Elasticity (log Dec)	VSG	1.13±0.30	1.30±0.43	0.16±0.52	-0.458 (-1.120, 0.203)	-0.345 (0.196)
	CG	1.31±0.34	1.41±0.31	0.10±0.50	-0.307 (-0.964, 0.349)	0.881 (0.391)
	t (p)	-1.610 (0.117)	-0.885 (0.382)	0.365 (0.717)		
	time F (p)	2.646 (0.108)				
	time*group F (p)	0.141 (0.708)				

*p<0.05

Abbreviations: log Dec, log decrement; VSG, vibroacoustic sound group; CG, control group; SMD, standardized mean difference; CI, confidence interval

를 보이지 않았다. 근육 경직도(Muscle stiffness)는 두 군 모두 중재 전·후 값에서 유의한 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 군 간 차이는 중재 전, 후 모두 유의한 차이를 보이지 않았다. 근육 탄성도(Muscle elasticity)는 두 군 모두 중재 전·후 값에서 유의한 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 군 간 차이는 중재 전, 후 모두 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 3).

고찰

앞선 연구자들의 노력으로 음파 진동 마사지와 같은 새로운 치료 방법을 개발하고 사용하고 있다[25,26]. 음파진동(Vibroacoustic sound) 기술이 탑재된 음파마사지기가 한국에서 개발되었으며, 조이스틱 형태로 손에 쥐는 상태에서 작동하도록 설계되었다. 대부분의 소닉 모터와 달리 Evocell이라는 새로운 장치는 일관된 진동 패턴을 가지고 있으며 음악의 흐름에 따라 변화하는 다양한 음파를 제공한다. 이러한 미세 진동은 손상된 세포를 치유할 뿐만 아니라 세포 수준에서 에너지를 지속적으로 만들어낸다. Patrick(1999)은 통증과 증상 완화를 위한 음파 프로그램을 수행하였는데 22분 동안의 음파진동 자극을 통해 53%의 통증을 완화시켰으며 긴장, 피로, 두통 및 메스꺼움과 같은 다른 증상들도 중재 후 감소되

었다[27].

음파 진동 마사지와 같은 새로운 치료 방법과 치료기의 크기 및 자극 특성을 계속해서 개발하고 있지만, 이를 이용한 국소 치료보다는 전신자극에 대한 효과 및 수술 후 회복 과정에 대한 적용효과에 맞춰 연구되어지고 있는 실정이다[12-16,26]. 그러므로 국소부위에 음파진동자극을 두통과 같은 일상생활에서 흔히 겪는 증상에 적용하였을 때 보이는 효과를 알아본 본 연구는 충분한 임상적 의의가 있다고 보여진다.

NRS는 두 군 모두 통계적으로 유의하게 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 압력피드백 장비를 이용한 깊은목굽힘근 강화운동과 밀접한 관련이 있다고 생각한다. Javanshir 등(2015)의 연구에서 만성 목통증 환자 60명을 대상으로 압력피드백 장비를 이용한 머리목굽힘 운동군(실험군)과 바로누운 자세에서 머리를 들어 올리며 목을 굽힘시키는 운동군(대조군)으로 나누어 10주 동안 주 3회 운동을 실시하였다. 그 결과 실험군에서 목의 안정성을 제공해 주는 목긴근(Longus colli)의 두께가 유의하게 증가되는 것을 볼 수 있었다[28]. Ghaderi 등(2017)의 연구에서 만성 목통증 환자 37명을 대상으로 깊은 목 굽힘 운동군(실험군)과 일반적인 점진적 저항훈련군(대조군)으로 나누어 10주 동안 중재를 적용하였다. 그 결과 통증, 기능장애는 두 군 모두 유의한 호전을 보

였으며 목빗근, 앞목갈비근, 머리넒판근의 근활성도는 실험군에서 유의한 감소를 보였다. 즉 얇은목굽힘근(목빗근, 앞목갈비근, 머리넒판근)의 과도한 사용이 억제되었다는 것이고 이는 결과적으로 깊은목굽힘근(안정화근육)의 적절한 사용으로 생각할 수 있다[29]. 이를 토대로 본 연구에서 적용된 깊은목굽힘근 강화운동이 목 안정화근육의 활성도를 높이고 안정성을 제공하여 그 결과 통증 감소로 이어진 것으로 생각된다.

TTH를 평가하기 위한 HIT-6는 실험군에서 유의하게 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 근막경선이론이 반영된 것이라 생각된다. 근막경선 중 표면후방선은 발바닥에서 시작하여 장딴지근, 뒤넒다리근, 천결절인대, 척추기립근, 뒤통수를 지나 두개골의 근막까지 이어지며 자세 유지를 위한 근육의 길이와 긴장도 유지에 서로 영향을 주고 있다[30]. 이를 토대로 실험군에서 두개골을 감싸고 있는 근막에 직접적인 음파진동을 적용한 것과 두피근막과 가장 인접한 뒤통수 밑근에 적용된 음파진동자극이 근 긴장도 감소를 가져왔으며 표면후방선의 이론에 따라 두피 근막의 긴장도 감소로 두통에 대한 증상까지 완화된 것이라고 생각된다.

MyotonPro에서 F 지표는 근육의 긴장도(Muscle tone), S 지표는 근육의 경직도(Stiffness), D 지표는 근육의 탄성도(Elasticity)를 반영하며 근육이 단단해질수록 F와 S값은 커지고, D값은 작아지는 특징을 가진다.

이를 토대로 본 연구에서 MyotonPro를 이용하여 뒤통수밑근의 근육특성을 측정된 결과, 세 가지 변수 중 실험군에서 측정된 F 값이 유의하게 감소하였다. 이는 근육에 적용된 음파진동이 진동반사를 통한 근수축을 유발하고[9], 리듬감 있는 진동 자극으로 수축과 이완을 끊임없이 반복한 결과 혈액순환의 증가로 인해 근 긴장도가 감소되어 나타난 결과라고 생각된다. 근육 이완과 혈액순환 촉진은 불필요한 근육의 활성도를 억제시켜 근 긴장도 감소로 이어진다[31]. 조직에 가해지는 압력은 유착 감소를 일으켜 근육을 부드럽게 만들고 혈류량을 증가시킬 수 있다[32]. Otsuka 등(1999)의 연구에서 근육에 5분간의 마사지를 적용하였을 때 주위 조직에 생리학적 반응을 일으키며, 기계적 마사지를 5분간 적용한 결과 근육 내 혈류가 유의하게 증가하였다[33]. 본 연구에서도 이러한 선행연구들을 바탕으로 음파진동을 통한 기계적 자극이 그 부위의 혈류량을 증가시켜 근육의 긴장도 감소로 이어진 것이라고 생각된다.

뒤통수밑근의 근육의 경직도(Muscle stiffness)를 의미하는 S 값과 근육 탄성도(Muscle elasticity)를 의미하는 D 값은 두 군 모두 유의한 차이를 보이지 않았다. Kim 등(2016)의 연구에서 넒다리곧은근을 강화하는 고강도의 근력운동 이후에 측정된 근육 경직도(stiffness)

는 안정시에 비해 운동 종료 직후, 회복기 5분에 유의하게 증가하였으며 탄성도(Muscle elasticity)는 감소하였다[34]. 고강도 운동은 일반적으로 근육에 손상을 야기하게 되며 그와 동시에 지연성 근통증을 유발하는 과정에서 근육특성 변화와 관련이 있다고 알려져있다[35]. 본연구에서 근육 탄성도(Muscle elasticity) 값의 결과는 고강도 근력 강화 훈련보다 스트레칭과 음파진동자극을 중심으로 증재프로그램이 이루어진 점이 반영된 것이라고 생각된다.

본 연구 결과를 설명하는데 있어서 다음과 같은 제한점을 가지고 있다. 첫째, 대상자 개개인의 역치 값 차이로 음파진동의 최대자극 강도와 최저자극 강도의 편차가 크게 나타났다. 이는 피부의 두께나 감각 역치 값의 차이로 불가피하게 나타나는 현상이겠지만 추후 연구에서는 두통감소 및 근육특성 개선에 있어서 최적의 진동 강도에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 생각된다. 둘째, 국소음파진동의 자극 형태에 있어서 ‘간지럽다’라는 피드백을 보이며 무의식에 긴장을 하는 대상자들이 존재하였다. 이는 평가 결과에 영향을 줄 수 있을 것으로 사료된다. 추후 연구에서는 이와같은 대상자를 ‘불편감’을 느끼는 기준으로 분류하고 제외기준으로 제시한다면 보다 정확한 연구가 이루어질 수 있을 것으로 본다.

결론

본 연구는 TTH를 동반한 만성 목통증 환자를 대상으로 국소 음파진동자극을 병행한 목 안정화운동이 통증 수준에 미치는 효과를 알아보려고 실시되었다. 그 결과 음파진동자극이 더 이상 조직 치유를 위한 목적 및 진동진동자극의 목적으로 국한되어 사용하지 않고, 다양한 증상에 맞추어 폭넓게 적용할 수 있을 것이며, 추후 다양한 질환 및 증상들에 적용한 연구를 통해 효과적인 치료기로 자리 잡을 수 있을 것이라 생각된다.

Acknowledgment

이 논문은 건양대학교 산학협력단 산업체공동 연구과제(20210125001) 지원을 받아 이루어졌습니다.

References

1. FernandezdelasPenas C, PerezdeHeredia M, Molero Sanchez A, Miangolarrapage JC. Performance of the craniocervical flexion test, forward head posture, and headache clinical parameters in patients

- with chronic tension-type headache: a pilot study. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37(2):33-9.
2. Stovner LJ, Hagen K, Jensen R, Katsarava Z, Lipton R et al. The global burden of headache: a documentation of headache prevalence and disability worldwide. *Cephalalgia* 2007;27(3):193-210.
 3. Fernández-de-aquino C, Ge HY, Arendt-Jensen L, Cuadrado ML, Pareja JA. The local and referred pain from myofascial trigger points in the temporalis muscle contributes to pain profile in chronic tension-type headache. *Clin J Pain.* 2007;23(9):786-2.
 4. Fernández-de-aquino C, Alonso-Llana C, Cuadrado ML et al. Myofascial trigger points and their relationship to headache clinical parameters in chronic tension-type headache. *Headache.* 2006;46(8):1264-2.
 5. Fernández-de-aquino C, Ge HY, Arendt-Jensen L et al. Referred pain from trapezius muscle trigger points shares similar characteristics with chronic tension type headache. *Eur J Pain.* 2007;11(4):475-2.
 6. Fernández-de-aquino C, Alonso-Llana C, Cuadrado ML et al. Myofascial trigger points the suboccipital muscles in episodic tension-type headache. *Man Ther.* 2006;11(3):225-0
 7. Chae YW, Lee HM. The effect of craniocervical exercise on tension-type headache. *The Journal of Korean Physical Therapy.* 2009;21(4):9-16.
 8. Shaghayegh-Fard B, Ahmadi A, Maroufi N et al. Evaluation of forward head posture in sitting and standing positions. *Eur Spine J.* 2016;25(11):3577-82.
 9. Seo SB, Kang SR, Yu CH, Min JY, Kwon TK. Effect of muscle activation change of lower limb according to whole body vibration during different squat exercises. *Journal of rehabilitation welfare engineering & assistive technology.* 2014;8(1):33-40.
 10. Rittweger J. Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. *Eur J Appl Physiol.* 2010;108(5):877-904.
 11. Kim SB, Rhim YT. Effect of whole body vibration on enhancing neuromuscular performance: A quantitative review. *Korea Coaching Development.* 2007; 9(3):115-26.
 12. Hong J, Velez MT, Moland AM, Sullivan JA. Acute effects of whole body vibration on shoulder muscular strength and joint position sense. *J Hum Kinet.* 2010;25: 17-25.
 13. Bosco C, Colli R, Introini E, Cardinale M, Tsarpela O, Madella A, Viru A. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clin Physiol.* 1999;19(2):183.
 14. Roelants M, Delecluse C, Verschueren SM. Whole-body vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women. *J Am Geriatr Soc.* 2004;52(6):901-8.
 15. Kim ER, Oh JS, Yoo WG. Effect of vibration frequency on serratus anterior muscle activity during performance of the push-up plus with a redcord sling. *J Phys Ther Sci.* 2014; 26(8):1275-6.
 16. Kang DH, Lim HW, Lee WY, Jee YS. Faster Recuperation of Pain and Musculoskeletal System through Vibroacoustic Sound Therapy. *J Biol Med Res.* 2018;2(1):5.
 17. Headache Classification Subcommittee of the International Headache Society. The International Classification of Headache Disorders. *Cephalalgia.* 2004;24(1):1160
 18. Jull GA, Falla D, Vicenzino B, Hodges PW. The effect of therapeutic exercise on activation of the deep cervical flexor muscles in people with chronic neck pain. *Man Ther.* 2009;14(6):696-701
 19. Lundberg T, Nordemar R, Ottoson D. Pain alleviation by vibratory stimulation. *Pain.* 1984;20(1): 25-44.
 20. Kosinski M, Bayliss MS, Bjorner JB, Ware JE, Garber WH, Batenhorst A. A six-item short-form survey for measuring headache impact: The HIT-6™. *Qual Life Res.* 2003;12(8):963-74.
 21. Childs JD, Piva SR, Fritz JM. Responsiveness of the numeric pain rating scale in patients with low back pain. *Spine.* 2005;30(11):1331-4
 22. Lee HJ, Lee YS, Jeong JY, Seo DK. Correlation between tone of suboccipital muscle and endurance of deep neck flexor muscle according to angle changes in college students. *J Korean Soc Phys Med.* 2019;14(2):137-44.
 23. Gavronski G, Verakšič, Vasar E et al. Evaluation of viscoelastic parameters of the skeletal muscles in junior triathletes. *Physiol Meas.* 2007;28(6):625.
 24. Ditroilo M, Hunter AM, Haslam S et al. The effectiveness of two novel techniques in establishing the mechanical and contractile responses of biceps femoris. *Physiol Meas.* 2011;32(8): 1315.
 25. Ellis P. Vibroacoustic sound therapy: case studies

- with children with profound and multiple learning difficulties and the elderly in long-term residential care. In: *Medical and Care Computetics 1*. IOS Press. 2004:36-42.
26. Park JM, Park S, Jee YS. Rehabilitation Program Combined with Local Vibroacoustics Improves Psychophysiological Conditions in Patients with ACL Reconstruction. *Medicina*. 2019;55(10):659.
27. Patrick G. The effects of vibroacoustic music on symptom reduction. *IEEE Eng. Med. Biol. Mag.* 1999;18:97-100.
28. Javanshir K, Amiri M, Mohseni Bandpei MA, Penas CF, Rezasoltani A. The effect of different exercise programs on cervical flexor muscles dimensions in patients with chronic neck pain. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2015;28(4):833-40.
29. Ghaderi F, Jafarabadi MA, Javanshir K. The clinical and EMG assessment of the effects of stabilization exercise on nonspecific chronic neck pain: A randomized controlled trial. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2017;30(2):211-9.
30. Myers TW. *Anatomy trains: myofascial meridians for manual and movement therapists*. Elsevier Health Sciences; 2009.
31. Yang D, Uhm Y. The Effect of the Lumbar Segmental Mobilization Technique on Chronic Low Back Pain Patients' the Characteristics of the Muscles, and Limited of Stability. *Journal of The Korean Society of Integrative Medicine.* 2020; 8(4):191-202.
32. Weerapong P, Hume PA, Kolt GS. The mechanisms of massage and effects on performance, muscle recovery and injury prevention. *Sports med.* 2005;35(3):235-56.
33. Otsuka T, Hirai K, Mori H, Nishijo K. Change of intramuscular circulation by commercial massage device. *Nihon Shugi Ryouho Zasshi.* 1999;10:25.
34. Kim SD, Hong SH, Seo JN, Shin YR, Lee HH, Jeong IG. The effect of self-myofascial release on elasticity and stiffness of fatigued rectus femoris muscle induced by isokinetic endurance exercise. *Journal of Sport and Leisure Studies.* 2016;65:651-62.
35. Pearcey GE, Bradbury-Squires DJ, Kawamoto JE et al. Foam rolling for delayed-onset muscle soreness and recovery of dynamic performance measures. *J Athl train.* 2015;50:5-13.