

Effects of the Neck Stabilization Exercises with Vibratory Stimulation on the Neck Disability Index and Thickness of Deep Neck Flexor in Neck Pain Patient

Se-Hun Kim¹, Jang-Sung Park²

¹Department of Physical Therapy, College of Health Science, Dongshin University, Naju; ²Department of Physical Therapy, Seonam University, Namwon, Korea

Purpose: This study examined the effects of neck stabilization exercises with vibratory stimulation on the neck disability index and thickness of the deep neck flexor.

Methods: Thirty subjects (control group=15, experimental group=15) with mild neck pain were enrolled in the study. The control group underwent craniocervical flexion exercise (control group, CG) and the experimental group was given craniocervical flexion exercise with vibratory stimulus (experimental group, EG) (3 sets, 3 times per week for 6 weeks). To examine the effects of exercise, the subjects were evaluated using the neck disability index (NDI), the thickness of the deep neck flexor muscle, and muscle strength. An independent and paired t-test were used to compare the effects of the exercise between the groups.

Results: The NDI score of the two groups increased significantly after 6 weeks of treatment ($p < 0.001$) and there was a significant difference between the EG group at 3 weeks ($p < 0.05$) and 6 weeks ($p < 0.01$). The thickness of the deep neck flexor in the CG group increased significantly after 6 weeks of treatment in all pressure stages ($p < 0.001$). The EG group showed a significant increase after 3 and 6 weeks of treatment in all pressure stage ($p < 0.001$), and 22 mmHg, a significant difference between 3 and 6 weeks ($p < 0.05$) and among 24, 28, and 30 mmHg at 6 weeks ($p < 0.05$). The maximum muscle strength of the deep neck flexion muscles increased significantly in the two groups after 6 weeks of treatment ($p < 0.001$) and there was significant difference between the EG group at 6 weeks ($p < 0.01$).

Conclusion: Craniocervical flexion exercise with vibratory stimulus decreases the NDI, and increases the thickness of the deep neck flexor and maximum muscle strength of the deep neck flexion muscles in patients with mild neck pain.

Keywords: Craniocervical flexion exercise, Vibration, Neck disability index

서론

최근 현대인들의 컴퓨터와 스마트 기기들의 사용은 폭발적으로 증가하고 있으며 대한민국 인구의 83%가 스마트폰, 테블릿 PC를 사용하고 있다.¹ 이러한 기기의 사용 증가는 목과 어깨 근육의 단축이나 신장과 같은 비정상적 장력이 작용하여 신체의 불균형을 초래하게 되고, 이로 인한 스트레스와 통증 증가는 근육활동의 효율성을 저하시킨다.^{2,3} 이로 인한 목과 어깨 근육의 비정상적인 자세는 목의 근육과 연부조직의 부하 증가로 통증이 발생하게 시키고 가동범위의 제한을 일으킨다.⁴

앞쪽 머리자세(forward head posture)는 목 질환을 가진 환자들에

서 볼 수 있는 일반적인 자세변화 중 하나로 앞쪽 목 근육이 뒤쪽 목 근육을 과도하게 늘려 정상적인 근육의 기능을 방해하고 어깨뼈에 있는 많은 근육들을 긴장시켜 자세유지를 위한 근육을 약화시키며 통증과 기능 장애를 유발한다.^{5,6} 앞쪽 머리자세는 앞으로 돌출된 머리의 무게를 지탱하기 위한 위등세모근, 어깨올림근, 목빗근, 목갈비근의 길이 변화와 과긴장, 아래등세모근, 넓은등근, 어깨뼈 주변 근육들의 약화를 초래한다. 특히 목 통증 환자들은 목 굽힘근에서 더 많은 피로가 발생하고 깊은 목 굽힘근이 약화된다고 하였다.^{7,8}

임상에서 목뼈의 안정성 증가와 깊은 목 굽힘근의 근력 및 지구력 강화를 위하여 머리-목 굽힘운동(craniocervical flexion exercise, CCFE)이 많이 행해지고 있다.⁹ 머리-목 굽힘운동은 긴목근과 긴머리

Received Sep 11, 2017 Revised Oct 13, 2017

Accepted Oct 30, 2017

Corresponding author Jang-Sung Park

E-mail sensory7@hanmail.net

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.

근에 의해 뒤통수 뼈와 제1 목뼈 사이에서 일어나는 운동으로,¹⁰ 목을 굽히는 표면근육인 목빗근, 앞목갈비근을 대신하여 긴목근과 긴머리근 같은 깊은 근육을 활성화시키는 저강도 운동이다.¹¹ 목 통증 환자들에게 적용한 결과 목 장애지수(neck disability index)와 통증이 유의하게 감소하였고, 깊은 목 근육의 활동을 증가시키는 데 효과적이라고 하였다.¹² 또한 O'Leary 등¹³은 깊은 목 굽힘근의 선택적 운동이 목 통증에 즉각적인 진통효과를 보여주었고, Falla 등¹⁴은 앉아있는 동안 목뼈를 바로 세우고 유지시키는 능력을 향상시키는 데 머리-목 굽힘운동이 효과적이라고 하였다.

최근 운동 유형에 있어서 고유수용기 자극과 머리 재위치 조절을 향상시키기 위해 닫힌사슬운동(closed chain exercise)과 진동(vibration)을 적용한 운동이 증가하는 추세이며, 닫힌사슬운동은 관절의 압박과 안정성을 증가시키고 동적 안정성을 향상시키는 체중 부하성 운동이다.^{15,16} 최근 일반적으로 사용되고 있는 진동기구로는 전신진동기구와 국소진동기구가 있으며, 전신진동운동은 운동선수와 일반인의 체력 증진, 노인들의 근력 및 골밀도 향상과 낙상예방 그리고 신경계손상 환자 및 근육뼈대계통 손상 환자들의 신체기능 회복 등 치료를 목적으로 환자들에게 활용되고 있다.¹⁷ 20 Hz 이하의 진동은 근육의 과도한 이완을 유발하고, 50 Hz를 넘는 진동은 근육통을 유발하기 때문에 치료적 목적을 위해서는 20-50 Hz의 진동을 사용할 것을 제안하였다.¹⁸

목뼈의 안정성과 목 깊은근의 운동효과를 검증하기 위한 연구들은 목 굽힘근의 두께, 근력, 근지구력과 같은 근생리학적 측면에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구는 목 안정화운동 시 진동 자극과 슬링을 이용한 고유수용기 자극을 통한 목 통증 환자의 목 장애지수, 목 굽힘근의 두께, 최대근력의 변화에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 목포에 소재하는 D 병원에 내원한 목 통증 환자 30명을 대상으로, 슬링을 이용하여 머리 목 굽힘운동군과 머리 목 굽힘운동과 진동자극을 동반한 군으로 각 15명씩 무작위 배치법으로 나누어 실시하였다. 본 연구의 대상자는 실험과 연구목적을 충분히 이해하였으며, 동의서에 서명한 환자만을 대상으로 하였고 동신대학교 임상시험심사위원회의 연구계획서 승인을 받아 진행하였다. 환자군의 선정 대상 기준은 목 장애지수(neck disability index, NDI) 측정 시 5점 이상 15점 미만의 경미한 목 장애가 있는 환자로 선정하였다.

대상자로 선정 시 통증을 심하게 호소하는 환자, 목뼈에 정형외과적 수술이나 시술 또는 장애가 없는 자, 통증 경감을 위해 약물치료를 받는 환자는 제외하였다.

2. 실험방법

1) 운동 프로그램

슬링을 이용하여 머리 목 굽힘운동군은 슬링을 이용하여 바로 누운 자세로 치료대 끝 부위에 머리가 위치하여 슬링의 로프가 이마에 수직선상으로 내려오도록 조절하였다. 이마와 턱을 수평으로 위치시켜 머리와 목은 중립자세를 맞추도록 표준화하였으며, 그 후 목빗근 전면부에 연구자의 엄지손가락의 끝 부분을 위치시키고 나머지 손가락은 목의 후방부에 위치시켜 목뼈 중앙부를 후방으로 2 mm 정도 누르고 목뼈의 앞굽이(cervical lordosis)를 감소시킨 뒤, 천천히 손을 떼고 대상자에게 최소한의 힘으로 현 자세를 유지하라고 지시하였다(Figure 1).¹⁹

머리 목 굽힘운동과 진동자극을 동반한 군은 슬링에서의 머리-목 굽힘운동은 바로 누운자세에서 실시하였으며, 진동기구(Redcord Stimula+, Redcord AS, Norway)를 이용하여 슬링 기구의 줄에 부분진동을 25-35 Hz의 주파수를 적용하였고 두 그룹 모든 운동은 대상자 스스로가 능동적으로 머리-목 굽힘 자세를 만든 후 10초 유지와 10초 휴식을 10회 반복하였으며 총 3세트, 운동시간은 30분 이내에 시행하였고, 주 3회, 총 6주간 실시하였다(Figure 2).



Figure 1. Craniocervical flexion exercise with sling.



Figure 2. Local vibration tool.

2) 측정도구

각 측정 항목은 운동 전, 운동 후 3주차, 운동 후 6주차에 측정을 실시하였다.

(1) 목 장애 지수(neck disability index, NDI)

NDI는 Vernon과 Mior²⁰가 개발하였으며 신뢰도(ICC = 0.90)와 타당도($r = 0.72$)가 높은 평가 도구로서 Oswestry 장애척도로부터 나온 5가지 항목과 문헌고찰과 환자, 임상가로부터의 조사로 수정되어진 5가지 항목으로 총 10개 항목으로 구성되어 있다. 목 장애지수는 각 항목의 점수의 합으로 구하며 0-4점은 “장애 없음(no disability)”, 5-14점은 “경미한 장애(mid)”, 15-24점은 “중등도의 장애(moderate)”, 25-34점은 “중증 장애(severe)”, 35점 이상은 “완전한 장애(complete)”로 분류된다. 본 연구에서는 Lee 등²¹이 한국어로 번역한 평가지를 사용하였다.

(2) 깊은 목 굽힘근 두께(the thickness of deep neck flexion muscles)

목 굽힘근의 두께 변화를 정량적으로 측정하기 위하여 압력피드백장치(pressure biofeedback unit, PBU; Chattanooga Group Inc., USA)를 사용하였으며 측정기와 공기 주머니, 공기압 펌프로 구성되는 PBU는 척추의 움직임 시 근육의 수축으로 인해 발생하는 힘이 공기 주머니에 가해지는 압력으로 표시되어 근육의 긴장도를 측정할 수 있는 기구로서 22, 24, 26, 28, 30 mmHg의 압력으로 각각 깊은 목 굽힘근과 목빗근의 두께 변화를 측정하였다.

깊은 목 굽힘근의 두께를 측정하기 위한 초음파 영상 수집은 GE LogiQ P5 (General Electric Company, USA) 를 사용하였다. 이 장치의 주파수 변조 범위는 5 MHz이고, gain 범위는 6 cm이다. 목의 전면에서 세로 방향으로 기관(trachea)부분과 평행하게 위치하여 목 중간에서 왼쪽 5 cm 정도 떨어진 부위를 조사하였다. 초음파로 측정된 깊은 목 굽힘근의 영상은 NIH Image J software (version 1.44 for Windows)에서 근육의 두께를 측정하였다. 초음파 영상의 중심선에서 오른쪽으로 0.5 cm, 1 cm, 1.5 cm 세 구역에서 측정된 값의 평균값으로 산출하였으며, 각각의 선상에서 목빗근의 두께는 위쪽 근막 경계부와 목동맥과 목빗근의 아래쪽 경계부까지의 거리를 측정하고, 깊은 목 굽힘근은 목동맥과 깊은 목 굽힘근 위쪽 근막경계부와 아래쪽의 고리관의 경계부 사이의 거리를 측정하였다.

PBU의 5단계 압력 증가에 따른 근육 두께의 변화량을(수축기의 근 두께-휴식기 근두께)/휴식기 근두께의 공식에 대입하여 산출하였다.²²

(3) 머리 목 굽힘근 최대 근력(maximum muscle strength of deep neck flexion muscles)

PBU와 초시계를 사용하여 대상자를 바로 누운자세에서 엉덩관절과 무릎관절을 굽힘상태로 하여 허리굽이를 없애 주었으며, 목 뒤에

PBU를 위치시키고 목의 정상적 굽이를 유지하기 위해 PBU의 압력을 80 mmHg로 기준 압력을 설정하였다. 대상자는 턱을 당기면서 목을 바닥으로 최대한 밀착하게 누르는 최대 압력을 최대근력으로 측정하였다(Figure 3).²³

3. 통계 방법

실험에서 얻어진 자료 값은 SPSS ver. 12.0 for Windows 통계 프로그램 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분석하였다. 모든 자료는 Shapiro-Wilk 검정 방법을 사용하여 정규 분포함을 확인하였다. 대상자들의 일반적인 특성을 알아보기 위하여 기술통계방법을 사용하였다. 각 군간의 차이를 비교하기 위한 유의성 검정은 독립표본 t 검정(independent t-test)을 사용하였으며 각 군 내의 차이를 비교하기 위해 일원분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였고, 사후검정(post hoc)은 Tukey's multiple range test를 실시하였다. 유의수준은 $\alpha = 0.05$ 로 설정하였다.

결 과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 대상자는 성인 남, 여 30명으로 머리 목 굽힘운동

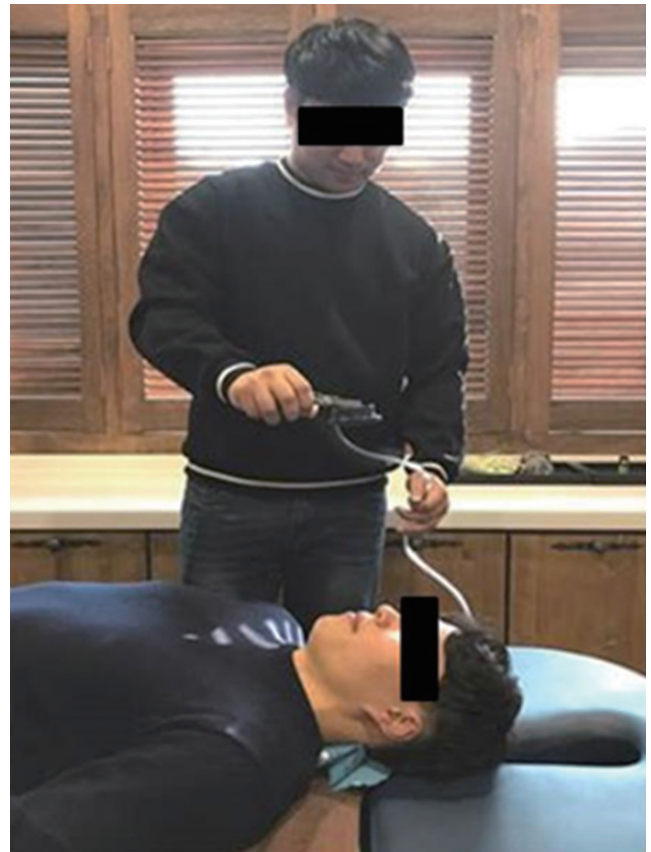


Figure 3. Craniocervical flexion test.

Table 1. General characteristics of subjects (n = 30)

	Control Group (n = 15)	Experimental Group (n = 15)
	Mean ± SD	Mean ± SD
Gender (M/F)	8/7	6/9
Age (yr)	24.7 ± 3.1	25.2 ± 2.4
Height (cm)	169.5 ± 8.0	168.7 ± 7.3
Weight (kg)	65.9 ± 5.3	66.6 ± 4.8
NDI (score)	10.9 ± 1.8	11.1 ± 2.2

Values are presented as mean ± standard deviation.
Control group: CCFE (craniocervical flexion exercise using sling), Experimental group: CCFE+vibration.

Table 2. A comparison of neck disability index score in each groups (score)

	Control	Experimental	t	p
	Mean ± SD	Mean ± SD		
Pre-test	10.93 ± 1.77	11.07 ± 2.20	-0.283	0.779
3 weeks	9.07 ± 1.82 [†]	7.57 ± 2.31 ^{+++*}	2.093	0.045
6 weeks	7.21 ± 1.85 ⁺⁺⁺	5.21 ± 1.97 ^{++++*}	2.977	0.006
p	0.000	0.000		

Values are presented as mean ± standard deviation.
Tested by independent t-test CG-EG.
*p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001.
There were significant differences among the three times.
Post-hoc was tested by Tukey's multiple range test Pre - 3 weeks, 6 weeks.
[†]p < 0.05, ^{††}p < 0.01, ^{†††}p < 0.001.

군은 남자 8명, 여자 7명, 머리 목굽힘운동과 진동자극을 동반한 군은 남자 6명, 여자 9명이었다(Table 1).

2. 목 장애 지수 평가에 대한 각 군의 유의성 검정

목 장애 지수 평가를 실시한 결과 두 군 모두 시간에 따른 변화에서는 유의한 감소를 보였으며(p < 0.001), 각 시기에 따른 두 군 간의 차이에서는 운동 후 3주차에서 머리 목 굽힘운동군에 비해 머리 목 굽힘운동과 진동자극을 동반한 군에서 유의한 차이를 보였으며(p < 0.05), 운동 후 6주차에서도 유의한 차이를 보였다(p < 0.01)(Table 2).

3. 깊은 목 굽힘근 두께에 대한 각 군의 유의성 검정

깊은 목 굽힘근 두께에 대한 평가를 실시한 결과 머리 목 굽힘운동군에서는 24, 30 mmHg 측정 시 운동 전과 비교하여 운동 후 3주차에서 유의한 차이가 나타났으며(p < 0.001), 모든 측정 압력에서 운동 전과 비교하여 운동 후 6주차에서 유의한 차이가 나타났다(p < 0.001). 머리 목 굽힘운동과 진동자극을 동반한 군에서는 모든 압력에서 운동 전과 비교하여 운동 후 3주, 6주차에 유의한 차이를 보였다(p < 0.001). 각 시기에 따른 두 군간의 차이에서는 22 mmHg에서 운동 후 3주, 6주차에서 머리 목 굽힘운동군에 비해 머리 목굽힘운동과 진동자극을 동반한 군에서 유의한 차이를 보였고(p < 0.05), 24, 28, 30 mmHg에서 운동 후 6주차에서 머리 목 굽힘운동군에 비해 머리 목굽힘운동과 진동

Table 3. A comparison of the thickness of deep neck flexion muscles in each groups (mm)

	Control	Experimental	t	p
	Mean ± SD	Mean ± SD		
22 mmHg				
Pre-test	0.16 ± 0.05	0.17 ± 0.01	-0.096	0.265
3 weeks	0.17 ± 0.02 [†]	0.21 ± 0.05 ^{+++*}	-2.075	0.037
6 weeks	0.19 ± 0.06 ⁺⁺⁺	0.23 ± 0.07 ^{+++*}	3.068	0.017
p	0.008	0.000		
24 mmHg				
Pre-test	0.23 ± 0.04	0.23 ± 0.04	-0.274	0.684
3 weeks	0.25 ± 0.08 ⁺⁺⁺	0.26 ± 0.04 ⁺⁺⁺	-0.195	0.338
6 weeks	0.26 ± 0.05 ⁺⁺⁺	0.29 ± 0.07 ^{+++*}	-1.109	0.041
p	0.000	0.000		
26 mmHg				
Pre-test	0.28 ± 0.06	0.27 ± 0.02	-0.261	0.975
3 weeks	0.29 ± 0.08 ⁺⁺	0.31 ± 0.01 ⁺⁺⁺	1.17	0.068
6 weeks	0.31 ± 0.02 ⁺⁺⁺	0.33 ± 0.02 ⁺⁺⁺	1.189	0.054
p	0.007	0.000		
28 mmHg				
Pre-test	0.36 ± 0.06	0.32 ± 0.06	-0.348	0.835
3 weeks	0.37 ± 0.09 ⁺⁺	0.38 ± 0.08 ⁺⁺⁺	-0.195	0.093
6 weeks	0.40 ± 0.08 ⁺⁺⁺	0.43 ± 0.12 ^{+++*}	-1.687	0.049
p	0.004	0.000		
30 mmHg				
Pre-test	0.39 ± 0.07	0.38 ± 0.04	-1.267	0.946
3 weeks	0.44 ± 0.02 ⁺⁺⁺	0.45 ± 0.08 ⁺⁺⁺	-0.089	0.746
6 weeks	0.45 ± 0.04 ⁺⁺⁺	0.47 ± 0.07 ^{+++*}	-2.423	0.034
p	0.000	0.000		

Values are presented as mean ± standard deviation.
Tested by independent t-test CG-EG.
[†]p < 0.05, ^{††}p < 0.01, ^{†††}p < 0.001.
There were significant differences among the three times.
Post-hoc was tested by Tukey's multiple range test pre - 3 weeks, 6 weeks.
Control group(CG): CCFE (craniocervical flexion exercise using sling), Experimental group(EG): CCFE+vibration.
*p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001.

Table 4. A comparison of maximum muscle strength of deep neck flexion muscles in each groups (mmHg)

	Control	Experimental	t	p
	Mean ± SD	Mean ± SD		
Pre-test	117.62 ± 7.42	118.72 ± 5.37	-0.095	0.925
3 weeks	122.64 ± 7.14	127.56 ± 5.55 ⁺⁺	-1.700	0.100
6 weeks	127.21 ± 7.94 ⁺⁺	137.79 ± 10.47 ^{+++*}	-2.763	0.010
p	0.004	0.000		

Values are presented as mean ± standard deviation.
Tested by independent t-test CG-EG.
[†]p < 0.05, ^{††}p < 0.01, ^{†††}p < 0.001.
There were significant differences among the three times.
Post-hoc was tested by Tukey's multiple range test pre - 3 weeks, 6 weeks.
Control group(CG): CCFE (craniocervical flexion exercise using sling), Experimental group(EG): CCFE+vibration.
*p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001.

자극을 동반한 군에서 유의한 차이를 보였다(p < 0.05)(Table 3).

4. 머리 목 굽힘근 최대 근력 변화에 대한 각 군의 유의성 검증

머리 목 굽힘근 최대근력의 변화에 대한 평가를 실시한 결과 머리 목 굽힘운동군에서는 운동 전과 비교하여 운동 후 6주차에서 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$). 머리 목 굽힘운동과 진동자극을 동반한 군에서는 운동 전과 비교하여 운동 후 3주차($p < 0.01$), 6주차($p < 0.001$)에 유의한 차이를 보였다. 각 시기에 따른 두 군 간의 차이에서는 운동 후 6주차에서 머리 목 굽힘운동 군에 비해 머리 목 굽힘운동과 진동자극을 동반한 군에서 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$)(Table 4).

고찰

본 연구는 경미한 목 통증 환자에게 슬링을 이용한 머리 목 굽힘운동군과 머리 목 굽힘운동과 진동자극을 동반한 군의 목 장애지수, 깊은 목 굽힘근 두께, 머리 목 굽힘근 최대 근력을 측정하여 비교하였다.

목 장애 지수 평가에서는 운동 전, 후 두 군 모두에서 유의한 감소가 있었으며 두 군 간의 차이에서는 운동 후 3주차, 6주차에서 유의한 차이를 보였다. Falla 등²⁴은 경부 굴곡근 운동군과 지구력 운동군으로 나누어 실시한 연구에서 두 집단 모두 경부장애지수 평가에서 유의한 감소를 보였다. 또한 Ha 등²⁵의 연구에서 슬링운동은 근육의 수축 시 주변 인대와 근막이 함께 작용하고 신경근을 활성화시켜 정상적인 움직임을 회복시킨다고 하였다. Brumagne 등²⁶은 만성 요통 환자에게 운동 시 국소 진동을 적용했을 때 고유수용기 자극을 향상시키고 심부 근육의 조절 능력이 증가된다고 보고 하였으며 Rittweger 등²⁷의 연구에서도 만성요통환자의 허리 펌 운동 시 전신 진동을 적용한 군에서 대조군에 비해 통증감소와 허리 펌근의 근력이 증가하였다고 보고 하였다. 이는 본연구에서 진동자극을 동반한 머리 목 굽힘운동군에서 더 유의한 감소를 보인 것과 같은 결과를 보였다.

깊은 목 굽힘근의 두께 변화에서는 두 군 모두 압력에 따른 근 두께 변화의 유의한 증가를 보였다. 집단 간의 비교에서는 운동 6주 후에 22, 24, 28, 30 mmHg에서 슬링을 이용한 머리 목 굽힘운동군에 비해 머리 목 굽힘운동과 진동자극을 동반한 군에서 유의한 증가를 보였다. 나머지 구간에서는 두께 변화는 증가하였지만 유의한 차이는 보이지 않았다. 머리 목 굽힘운동은 머리의 굽힘과 목뼈의 굽힘이 동반되어 일어나는데 이는 깊은 목 굽힘근의 작용을 더 활성화시켜 근 두께가 더 증가한 것으로 사료된다. Fabianna 등²⁸은 압력이 증가할수록 근 두께가 증가한다고 보고하였으며, Chiu 등²⁹의 연구에서도 목 통증을 가진 대상자들은 24 mmHg에서 중앙값을 보였고, 통증이 없는 대상자들에서는 28 mmHg에서 중앙값을 보여 목 통증을 가진 대상자들이 깊은 목 굽힘근의 수행능력이 떨어진다고 보고하였다. 본 연구의 결과도 진동자극을 이용한 머리-목 굽힘운동이 깊은 목 굽힘근의 근 두께 증가에 긍정적인 변화를 나타내었다.

머리 목 굽힘근 최대 근력 평가를 실시한 결과 슬링을 이용해 머리-목 굽힘운동을 실시한 모든 집단에서 유의한 증가를 보였지만, 머리-목 굽힘운동과 진동자극을 동반한 군에서 가장 높은 유의한 증가를 보였다. Jull 등³⁰은 만성 목 통증 환자를 대상으로 목 굽힘근의 근력과 지구력 증가를 위해 머리-목 굽힘운동을 7주간 실시한 결과 머리-목 굽힘운동이 목 굽힘근의 근력과 지구력을 증가시켰다고 보고 하였다. 또한 Heo³¹의 연구에서 목 통증 환자에게 깊은 목 굽힘운동을 3주간 실시한 후 정적 근력과 정적 근지구력이 유의하게 증가되었으며, 목의 기능이 향상되었다고 보고하였다. 본 연구에서도 선행연구들과 같이 슬링을 이용한 머리-목 굽힘운동이 최대근력과 지구력을 향상시켰다. 특히 진동자극을 동반하여 운동한 집단에서 높은 증가를 보였는데, 이는 Muceli³²의 연구에서 만성 목 통증 환자에게 진동자극을 이용한 등척성 목 굽힘 운동을 실시하였을 때 등척성 목 굽힘을 유지할 수 있는 조절능력이 향상되었다고 보고한 연구결과와 일치하였다.

이상의 연구 결과로 슬링을 이용한 머리 목 굽힘운동이 목 장애지수, 깊은 목 굽힘근의 두께, 머리 목 굽힘 시 최대근력에 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 집단 중 진동자극을 동반한 머리 목 굽힘운동이 보다 효과적이었다. 본 연구 결과를 통해 임상에서 치료적 중재로써 진동자극의 병행은 보다 효과적인 깊은 목 근육 활성화와 머리 조절능력을 향상하는 운동방법으로 사용할 수 있을 것이다.

본 연구는 연구 대상자들의 표집 사례수가 적었고 6주간 비교적 짧은 기간 동안 연구가 진행되어 일반화하기에는 한계가 있다. 또한 향후 연구에서는 목의 안정성에 영향을 미칠 수 있는 주변의 다른 근육들을 비교관찰해야 하며 통증 경감과 기능 개선을 위한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Seo SC, Choi JY, Joo MY et al. Effects of sling exercise and McKenzie exercise program on neck disability, pain, muscle strength and range of motion in chronic neck pain. *Phys Rehabil Sci*. 2012;1(1):40-8.
2. Kwon HC, Jeong DH. Comparison of electromyographic activities in the neck region according to the screen height and document holder position. *J Kor Phys Ther*. 2001;13(3):829-37.
3. Lee HJ. Neck pain and functioning in daily activities associated with smartphone usage. *J Kor Phys Ther*. 2016;28(3):183-8.
4. Lee MH, Song JM, Kim JS. The effect of neck exercises on neck and shoulder posture and pain in high school students. *J Kor Phys Ther*. 2011;23(1):29-35.
5. Kong YS, Kim YM, Shim JM. Effects of modified cervical exercise on respiratory functions in smartphone users with forward head posture. *J Kor Phys Ther*. 2016;28(5):292-6.
6. Hanten WP, Lucio RM, Russell JL et al. Assessment of total head excursion and resting head posture. *Arch Phys Med Rehabil*. 1991;72(11):

- 877-80.
7. Falla D, Jull G, Dall'Alba P et al. An electromyographic analysis of the deep cervical flexor muscles in performance of craniocervical flexion. *Phys Ther.* 2003;83(10):899-906.
 8. Jull GA. Deep cervical flexor muscle dysfunction in whiplash. *J Musculoskeletal Pain.* 2000;8(1-2):143-54.
 9. Park JS, Song SJ, Jung HS et al. Effect of the head support on a change in muscle thickness for longus colli and sternocleidomastoid during craniocervical flexion test in subjects with forward head posture. *Phys Ther Korea.* 2016;23(3):11-20.
 10. Boyd-Clark LC, Briggs CA, Galea MP. Muscle spindle distribution, morphology, and density in longus colli and multifidus muscles of the cervical spine. *Spine.* 2010;27(7):694-701.
 11. Jull GA, O'leary SP, Falla DL. Clinical assessment of the deep cervical flexor muscles: the craniocervical flexion test. *J Manipulative Physiol Ther.* 2008;31(7):525-33.
 12. Jull G, Falla D, Treleven J et al. Retraining cervical joint position sense: the effect of two exercise regimes. *J Orthop Res.* 2007;25(3):404-12.
 13. O'Leary S, Jull G, Kim M et al. Cranio-cervical flexor muscle impairment at maximal, moderate, and low loads is a feature of neck pain. *Man Ther.* 2007;12(1):34-9.
 14. Falla D, Farina D. Neural and muscular factors associated with motor impairment in neck pain. *Curr Rheumatol Rep.* 2007;9(6):497-502.
 15. Kim GH, Choe HS, Lee HI et al. The effects of scapular stabilization exercise on dynamic standing balance in stroke patients. *J Korean Soc Phys Ther.* 2014;26(1):15-20.
 16. Yun KH. The effects of closed chain exercise of the neck using vibrations on the thicknesses of normal adults. Daegu University. Dissertation of Doctorate Degree. 2014.
 17. Zheng A, Sakari R, Cheng SM et al. Effects of a low-frequency sound wave therapy programme on functional capacity, blood circulation and bone metabolism in frail old men and women. *Clin Rehabil.* 2009;23(10):897-908.
 18. 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.
 19. Fredrik H. Neural seminar workbook: prone cervical setting test procedure. Kilsundveien, Redcord AS, 2010:91.
 20. Vernon H., Mior S. The neck disability index: a study of reliability and validity. *J Manipulative Physiol Ther.* 1991;14(7):409-15.
 21. Lee EW, Shin WS, Jung KS et al. Reliability and validity of the neck disability index in neck pain patients. *Phys Ther Korea.* 2007;14(3):97-103.
 22. Jesus FM, Ferreira PH, Ferreira ML. Ultrasonographic measurement of neck muscle recruitment: a preliminary investigation. *J Manual & Manipulative Therapy.* 2008;16(2):89-92.
 23. Gong WT, Kim CS, Lee YM. Correlations between cervical lordosis, forward head posture, cervical ROM and the strength and endurance of the deep neck flexor muscles in college students. *J Phys Ther Sci.* 2012;24(3):275-7.
 24. Falla D, Jull G, Hodges P et al. An endurance-strength training regime is effective in reducing myoelectric manifestations of cervical flexor muscle fatigue in females with chronic neck pain. *Clin Neurophysiol.* 2006;117(4):828-37.
 25. Ha YS, Lee JS, Kim SS et al. The effect of sling exercise therapy and motor control exercise on pain, ADL performance and trunk muscle strength in patients with chronic low back pain. *J Orient Rehabil Med.* 2012;22(3):151-62.
 26. Brumagne S, Cordo P, Lysens R et al. The role of paraspinal muscle spindles in lumbosacral position sense in individuals with and without low back pain. *Spine.* 2000;25(8):989-94.
 27. Rittweger J, Just K, Kautzsch K et al. Treatment of chronic lower back pain with lumbar extension and whole-body vibration exercise: a randomized controlled trial. *Spine.* 2002;27(17):1829-34.
 28. Fabianna MR, Ferreira PH, Manuela HF. Ultrasonographic measurement of neck muscle recruitment: a preliminary investigation. *J Man Manip Ther.* 2008;16(2):89-92.
 29. Chiu TT, Law ET, Chiu TH. Performance of the craniocervical flexion test in subjects with and without chronic neck pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005;35(9):567-71.
 30. Jull G, Amiri M, Bullock-Saxton J et al. Cervical musculoskeletal impairment in frequent intermittent headache. Part I: subjects with single headaches. *Cephalalgia.* 2007;27(7):793-802.
 31. Heo JG. Effects of neck stabilization exercise to the patients with chronic neck pain. *KSR.* 2006;17(1):121-33.
 32. Muceli S, Farina D, Kirkesola G et al. Reduced force steadiness in women with neck pain and the effect of short term vibration. *J Electromyogr Kinesiol.* 2011;21(2):283-90.