

만성 목통증에 대한 자가신장과 위등뼈 관절가동술이 머리척추각 및 자율신경계 기능에 미치는 효과

남기원 · 김세훈 · 서동열[†]
동신대학교 물리치료학과

Effects of Self-stretching and Joint Mobilization to Upper Thoracic Vertebrae in Craniovertebral Angle and Autonomic System Function in Chronic Cervical Pain

Ki-Won Nam · Se-Hun Kim · Dong-Yel Seo[†]
Department of Physical Therapy, Dongshin University

Received: March 15, 2018 / Revised: March 19, 2018 / Accepted: March 27, 2018
© 2018 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study aimed to examine the effects of self-stretching (SS) and joint mobilization (JM) on pain, craniovertebral angle (CVA), autonomic system function in chronic cervical pain patient with forward head posture (FHP). **METHODS:** A total of 30 male college students were selected as study subjects, and were divided into Group I (general physical therapy; GPT, n=10), Group II (GPT+SS, n=10), Group III (GPT+JM, n=10). All groups were evaluated three times a week for 4 weeks. Pain was measured by visual analogue scale (VAS), CVA was measured using digital goniometer and autonomic system function (heart rate; HR, skin conductivity; SC, LF norm, HF norm, LF/HF ratio) was

measured by Biofeedback ProComp Infiniti. After 4 weeks, paired t-test was used to compare the changes within the group and one way ANOVA was used to compare those between the groups.

RESULTS: In Group I, VAS was significantly decreased. In Group II and III was a significantly change in all items. In comparison between Group I and II was a difference in all items except HR. In comparison between Group I and III was a difference in all items. In comparison between Group II and III was a difference in VAS, LF norm and LF/HF ratio.

CONCLUSION: This study showed that SS and JM can effectively reduce pain and normalize the autonomic system function.

Key Words: Autonomic system function, CVA, Joint mobilization, Self-stretching

I. 서론

컴퓨터 사용시간의 증가는 머리와 목 부위의 편과 위등뼈 영역의 굽힘을 증가시켜 머리척추각(Craniovertebral

[†]Corresponding Author : Dong-Yel Seo
seody0815@naver.com, <https://orcid.org/0000-0001-8237-8282>
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

angle, CVA)을 증가시키고 이로 인한 지속적인 머리 목뒤 근육의 긴장으로 두통을 발생시킬 수 있다고 하며 (Lee와 Jung, 2009). CVA의 감소는 목부위 통증의 중증도, 장애, 통증과 관련이 있다고 하였다(Yip 등, 2008). CVA란 대상자의 앉은 자세 혹은 선 자세에서 귀구슬(tragus)과 일곱번째 목뼈 가시돌기를 연결한 선과 일곱번째 목뼈 가시돌기를 통과하는 수평선이 이루는 예각 일컫는다. 사람에 따라 그 차이는 있지만, Chae (2009)는 정상인과 머리앞쪽자세(Forward head posture, FHP)를 가진 대상자들의 연구에서 두 군의 CVA에 유의한 차이가 있었고, FHP의 원인으로 목 주변에 증가된 부하가 통증 및 근육뼈대계통 변화를 유발하는 원인이 된다고 하였다. CVA 값이 작을수록 FHP는 더 크다는 것을 의미하며, 이전 연구에 따르면 FHP를 평가하기 위한 CVA 측정은 신뢰도가 높게 평가되었다(ICC=.88)(Fernández-Las-Peñas 등, 2006).

이러한 FHP를 개선하기 위해 다양한 중재법들이 시행되며 그 중 하나인 신장운동을 적용하여 FHP의 개선 및 최대 수축 근활성도 증가를 관찰하였다(Lee, 2011). 또한, 관절가동술은 척추분절의 제한된 움직임을 증진시키고 기능적 움직임을 회복시켜 통증 및 기능장애를 감소시킬 수 있다(Cleland 등, 2007; Olson, 2008). 척추에 대한 도수치료(Spine manual therapy; STM) 효과에 대한 초창기 설명들은 국소 연부조직과 관절구조에 대한 기계적 자극에 초점을 맞추었다(Evans, 2002). Zusman (2004)은 STM의 통각감소 효과를 기계적인 자극으로만 설명하기에는 부족한 부분이 있으며, 이는 중뇌 등 쪽수도관주위회백질(dPAG)의 자극으로 인한 신경생리학적 기전에 의해 교감신경 경로에 영향을 끼쳐서 발

생된 통각저하 효과라고 하였다. 또한 Jowsey and Perry (2010)는 STM이 dPGA를 자극하는 것을 밝히기 위해서는 교감신경 반응과 연관된 피부전도도 증가나 피부온도 증가 등의 반응과 연관성이 나타나야 한다고 하였다.

현재 물리치료 행위에 대한 자율신경계 영향을 알아보는 국내 연구는 대부분 전기자극에 국한되며, 다양한 물리치료 행위가 자율신경계에 미치는 연구는 부족한 실정이다(Kim et al., 2014). 최근 자율신경계의 균형을 정량적으로 측정하기 위해 사용되는 방법인 심박변이도(heart rate variability: HRV)는 재현성과 신뢰성이 높으며 비침습적으로 측정이 가능하므로 자율신경계 평가에 폭넓게 사용되고 있다. HRV는 자율신경계의 전반적 정보를 제공해주며 시간영역 측정과 교감신경과 부교감신경을 분리 해석해주는 주파수영역 측정으로 구분되며, 교감신경과 부교감신경 활성 상태 및 자율신경계 균형 정보를 객관적으로 제공해 준다(Kim et al., 2007).

이에 본 연구는 목통증의 여러 원인 중에 위등뼈의 뒤굽음 증가에 의해 머리앞쪽자세를 보이는 대상자들에게 보전적치료, 자가신장운동, 위등뼈 관절가동술을 실시하여 통증, FHP, 자율신경계의 변화를 측정하여 각각의 변수에 대한 관계성을 알아보고 통증의 변화에 대한 신경생리학적 효과의 이론적 토대를 마련하는데 도움이 되고자 실시하게 되었다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구는 2015년 6월 1일부터 6월 26일까지 4주간 실시하였으며, 광주광역시 소재 G대학에 재학중이며

Table 1. The General Characteristic of Subjects

Group	Age (year)	Height (cm)	Weight (kg)	CVA (°)
I	23.10±2.73	174.20±4.98	70.50±8.72	47.20±2.44
II	23.80±2.30	173.60±5.19	71.00±3.33	47.80±2.66
III	24.10±2.60	175.50±5.46	71.80±8.81	46.80±2.30
<i>p</i>	.671	.710	.925	.664

one way ANOVA test

All values showed mean±SD.

3개월 이상의 목부위 통증이 있는 20대 성인 남자로 연구대상자 선정기준은 목 부위의 신경학적 징후가 없고, 목 부위에 지속적 혹은 간헐적인 통증을 호수하고, CVA이 52도 이하인 자로서 보존적치료(그룹 I), 보존적치료와 신장운동(그룹 II), 보존적치료와 위등뼈 관절가동술(그룹 III)으로 나누어 그룹 당 10명을 무작위 선정하였다. 대상자들은 1일 30분, 주 3회, 4주간 총 12회 중재에 참여하였으며 실험 전 실험 절차를 설명하였고 실험에 영향을 줄 수 있는 것에 대해서는 주의하게 하였으며 자발적인 동의를 받았다(Table 1).

2. 중재 방법

1) 보존적치료

온습포를 이용한 온열치료를 20분 동안 적용하였고, 간섭파 치료기를 이용하여 100 bps 15분, 심부열치료를 위해 초음파 치료 10분을 통증부위에 적용하였다.

2) 자가신장운동

본 연구에 적용한 신장운동은 위등세모근(upper trapezius), 어깨올림근(levator scapular), 큰 & 작은 가슴근(pectoralis major and minor)에 실시하였다. 각각의 근육에 대해서 3회 실시하였으며 대상자의 자세 및 적용 방법은 선행연구를 참고하여 실시하였다(Hwangbo, 2011; Hwang et al., 2012).

3) 관절가동술

위등뼈에 대한 관절가동술은 첫째와 둘째등뼈, 둘째와 셋째등뼈, 셋째와 넷째등뼈 사이의 뒤관절(facet

joint) 분리기법으로 실시하였다. 관절가동술 실시를 정확하게 실시하기 위해 둘째, 셋째, 넷째등뼈 가로돌기를 촉지한 후 펜으로 표시하여 시행하였으며, 관절가동술의 방향은 위등뼈 뒤관절면에 대해 수직방향으로 실시하였으며, 자극 빈도는 교감신경절 자극을 위해 효과적인 .5 Hz (분당30회)를 사용하여(Chiu and Wright, 1996), 각각의 분절에 3분씩 총 다섯 분절에 15분 실시하였다(Fig. 1)(Fig. 2).

3. 평가 방법

1) 시각통증등급(Visual Analogue Scale: VAS) 검사
통증 평가를 위해 가장 보편화 되어있는 방법 중의 하나는 VAS를 이용한 측정이며 이는 환자에게 직접 표시하게 하여 그 정확도가 높다(Dixon and Bird, 1981).

2) 머리척추각(Craniovertebral angle; CVA)

CVA 각도 측정을 위해 귀구슬이 잘 드러나게 하고, 일곱째 목뼈의 가시돌기를 촉지하고 표식자를 부착한 후, 디지털카메라(VLUU MV800, Samsung, Korea)를 삼각 고정대에 설치하여 앉은 자세의 대상자 옆모습을 촬영하였고, 자연스러운 머리 자세를 위해 자기균형위치(self-balance posture)를 실시하였다(Lss and Jung, 2009).

3) 자율신경계 기능검사

자율신경계 변화를 측정하기 위해 바이오피드백 ProComp Infiniti (Thought technology Ltd, Canada)를 사용하였고 신호처리를 위해 소프트웨어 Biograph version 5.0을 사용하였다. 대상자는 10분 간 안정을 취한 뒤



Fig. 1. Joint mobilization on T2~T4



Fig. 2. Joint mobilization T1~T2

Table 2. The change of VAS, CVA

		I	II	III	P
VAS (score)	Pre	5.64±3.41	5.55±2.88	5.54±3.56	.373
	Post	5.42±2.15	4.39±1.80	2.65±4.33	.000 ^{*,#}
	<i>p</i>	.048	.000	.000	
CVA (°)	Pre	47.20±2.44	47.80±2.66	46.80±2.30	.664
	Post	47.10±2.28	50.30±2.11	54.60±2.17	.000 ^{*,#}
	<i>p</i>	.864	.004	.000	

paired t-test

one way ANOVA test

Tukey's multiple range test([†]: I - II, ^{*}: II - III, [#]: I - III)

Values are showed mean±SD

바이오피드백 시스템을 이용하여 심박동수, 피부전도도, LF norm, HF norm, LF/HF ratio를 측정하였다. 심박동수는 측정센서를 오른쪽 중지에 고정시켜 측정하였으며(beats/min), 피부전도도는 오른손 검지, 새끼손가락에 피부전도센서를 고정시켜 측정하였다(μ s). 심박변이도 분석을 통해 Total power에서 VLF를 뺀 값에 대한 LF 및 HF의 비율인 LF norm과 HF norm을 측정하였고(mS^2), 이 값의 비율 LF/HF ratio를 측정하였다(Lee et al., 2009).

4. 자료 분석

본 연구의 통계학적 분석을 위해 SPSS for windows version 12.0 통계 프로그램 사용하였고, 결과값은 평균 및 표준편차로 나타내었다. 측정 항목의 정규성 검정을 확인하기 위해 Shapiro-Wilk test를 실시하여 측정 항목의 정규분포를 확인하였다. 중재 전후 그룹내 비교는 대응표본 t 검정, 그룹간 비교는 일요인 분산분석을 실시하였으며 사후검정을 위해 Tukey's multiple range test를 이용하였다. 모든 통계학적 유의성 검증은 유의수준은 $\alpha < .05$ 로 설정하였다.

III. 연구결과

1. VAS, CVA의 그룹내 및 그룹간 변화

그룹내 전후 비교시, VAS는 모든 그룹에서 유의하게 감소하였으며($p < .05$), CVA는 그룹 II와 그룹 III에서

유의하게 증가하였다($p < .05$)(Table 2). 그룹간 두 변수를 각각 비교한 결과 두 변수 모두 집단간 유의한 차이가 있었고($p < .05$), 그룹 I 과 비교하여 그룹 II와 그룹 III에서 VAS는 유의하게 감소하였고($p < .05$), CVA는 유의하게 증가하였으며($p < .05$), 그룹 II와 비교하여 그룹 III의 VAS가 유의하게 감소하였다($p < .05$)(Table 2).

2. 자율신경계 기능검사

1) 심박동수, 피부전도도의 그룹내 및 그룹간 변화

그룹내 전후 비교시, 그룹 II와 그룹 III에서 두 변수 모두 유의하게 감소하였다($p < .05$)(Table 3). 그룹간 비교한 결과 두 변수 모두 그룹간 유의한 차이가 있었고($p < .05$), 심박동수는 그룹 I 과 비교하여 그룹 III에서만 유의하게 감소하였으며($p < .05$), 피부전도도는 그룹 I 과 비교하여 그룹 II와 그룹 III에서 유의하게 감소하였다($p < .05$)(Table 3).

2) LF norm, HF norm, LF/HF ratio의 그룹내 및 그룹간 변화

그룹내 전후 비교시, 그룹 II와 그룹 III에서 세 변수 모두 유의하게 감소하였다($p < .05$)(Table 4). 그룹간 세 변수를 각각 비교한 결과 세 변수 모두 집단간 유의한 차이가 있었고($p < .05$), 그룹 I 과 비교하여 그룹 II와 그룹 III에서 LF norm과 LF/HF ratio에서 유의하게 감소하였고($p < .05$), HF norm는 유의하게 증가하였으며

Table 3. The change of HR, SC

		I	II	III	P
HR (beats/min)	Pre	68.71±7.12	68.98±6.74	69.10±6.65	.958
	Post	68.79±8.53	64.00±3.43	62.36±2.59	.039 [#]
	<i>p</i>	.952	.002	.002	
SC (μ S)	Pre	.84±0.19	.85±.17	.84±.16	.970
	Post	.84±0.13	.69±.06	.63±.15	.002 ^{+##}
	<i>p</i>	.983	.017	.000	

paired t-test

one way ANOVA test

Tukey's multiple range test (+: I - II, *: II - III, #: I - III)

Values are showed mean±SD

Table 4. The change of LF norm, HF norm, LF/HF ratio

		I	II	III	P
LF norm (mS ²)	Pre	103.51±7.61	102.83±10.08	103.49±9.74	.879
	Post	98.47±3.67	97.66±6.74	93.87±6.34	.004 ^{+##}
	<i>p</i>	.218	.013	.001	
HF norm (mS ²)	Pre	54.45±8.56	57.72±8.30	56.87±7.64	.746
	Post	54.90±7.05	65.53±9.65	66.05±5.84	.004 ^{+##}
	<i>p</i>	.907	.003	.007	
LF/HF ratio	Pre	2.01±1.67	2.04±2.17	1.95±2.03	.462
	Post	1.63±.94	1.53±2.13 [†]	1.43±1.92	.003 ^{+##}
	<i>p</i>	.127	.012	.003	

paired t-test

one way ANOVA test

Tukey's multiple range test (+: I - II, *: II - III, #: I - III)

Values are showed mean±SD

($p < .05$), LF norm과 LF/HF ratio에서 그룹 II와 비교하여 그룹 III에서 유의하게 감소하였다($p < .05$)(Table 4).

IV. 고찰

목 통증을 가진 사람 중 약 60%가 FHP를 가지고 있으며(Chiu and Wright, 1996). 머리앞쪽자세 환자의 CVA는 정상인 보다 감소되어 있다(Grimmer et al., 1999). 또한, FHP가 있는 사람에게서 등뼈의 뒤굽음 증가가 함께 나타나는 것을 볼 수 있으며 이로 인한

위등뼈의 저가동성은 혈액순환을 방해하여 관련부위에 허혈을 발생시키는 원인이 되어 등뼈의 관절주머니의 통각을 자극하며(Evans, 1997), 이러한 통증으로 인한 스트레스는 자율신경계의 교감신경을 자극하여 주로 기능항진으로 나타나는데, 교감신경 기능항진의 증상으로는 맥박수의 증가, 호흡수 증가, 혈압 증가, 발한 증 및 고체온 등으로 나타난다(Perkes et al., 2010). 최근 자율신경계의 균형을 정량적으로 측정하기 위해 사용되는 방법인 심박변이도(heart rate variability: HRV)란 심박동 사이 간격이 시간에 따라 주기적으로 변화함을

의미한다(Kristal-Boneh et al., 1995).

현재 물리치료 행위에 대한 자율신경계 영향을 알아보는 국내 연구는 대부분 전기자극에 국한되며, 다양한 물리치료 행위가 자율신경계에 미치는 연구는 부족한 실정이며(Kim et al., 2014), 본 연구에서는 FHP로 인해 만성 목통증을 가진 대학생으로 보존적치료(그룹 I), 보존적치료와 신장운동(그룹 II), 보존적치료와 관절가동술(그룹 III)을 주 3회, 4주간 실시하여 시각적통증등급(visual analogue scale; VAS), CVA, 자율신경계의 변화를 알아보려고 하였다.

통증과 CVA와 관련한 선행연구에서 Lee 등(2015)은 상부등뼈도수교정과 목뼈부위 안정화운동이 만성적인 목뼈부위의 통증 및 장애지수를 개선시킨다고 하였으며, Hwang 등(2012)은 만성 목 통증 환자에 대한 자가신장운동과 윗등뼈 관절가동술이 통증, 관절가동범위 및 CVA에 유의한 변화가 나타났다고 하였다. 본 연구의 결과도 기존의 연구들의 결과와 같이 그룹 II와 그룹 III에서 통증 및 CVA 값이 유의하게 감소하였다. 본 연구 및 선행 연구들의 결과를 근거로 윗등뼈의 과도한 뒤굽음이 원인이 되는 목 부위의 통증감소를 위한 중재 방법을 선택할 때 보존적치료와 함께 신장운동과 관절가동술 중재가 고려되어야 할 것으로 여겨진다.

대상자의 심박동수, 피부전도도 변화를 측정된 결과, 그룹 내 전후 비교에서 그룹 II와 그룹 III에서 두 변수 모두 유의하게 감소하였다. 그룹간 비교 결과, 심박동수는 그룹 I과 비교하여 그룹 III에서만 유의하게 감소하였으며, 피부전도도는 그룹 I과 비교하여 그룹 II와 그룹 III에서 유의하게 감소하였다. 이와 관련한 선행연구에서 Kim 등(2015)은 건강한 성인에게 도수운동운동을 실시한 결과 유의하지는 않지만 심박수의 증가를 확인하였으며 이를 교감신경계 활성화에 의한 것이라 하였다. 이 결과가 본 연구의 심박동수의 감소와 반대의 결과로 나타났으나, 본 연구에서는 교감신경이 항진된 대상자에 대한 중재이므로 항진된 교감신경의 정상화에 의해 심박동수의 감소가 나타났다고 여겨진다. 피부전도도의 선행연구를 살펴보면, Jowsey와 Perry (2010)는 넷째등뼈에 5 Hz 빈도로 III등급 전후회전가동술을 적용하여 피부전도도의 유의한 증가를 확인하

였으며, 이는 관절가동술이 중뇌의 dPGA를 자극하여 교감신경흥분성이 증가되었기 때문이라고 하였다. 본 연구에서와 같이 교감신경의 활성도가 높다고 생각되는 불안 환자에 침을 적용한 연구(Jeong 등, 2009)에서는 중재 전후에 피부전도도가 유의하게 감소되었다고 하였다. 본 연구에서도 윗등뼈의 저가동성이 교감신경 항진의 원인으로 작용한다는 이론적 배경을 기초로 그룹 II와 그룹 III에서 피부전도도의 감소를 나타냈다. 위의 내용을 정리해보면 정상인을 대상으로 실시한 관절가동술은 교감신경의 활성을 유도하여 피부전도도의 증가를 보이지만, 교감신경이 항진된 환자들을 대상으로하는 관절가동술은 교감신경의 기능을 정상화시켜 피부전도도를 감소시킨다고 해석할 수 있다.

교감신경 활성화도(LF norm), 부교감신경 활성화도(HF norm), 교감-부교감 균형상태(LF/HF ratio)를 측정된 결과, 그룹내 전후 비교에서 그룹 II와 그룹 III에서 세 변수 모두 유의하게 감소하였다. 그룹간 세 변수를 각각 비교한 결과, 그룹 I과 비교하여 그룹 II와 그룹 III에서 LF norm과 LF/HF ratio에서 유의하게 감소하였고, HF norm는 유의하게 증가하였으며, LF norm과 LF/HF ratio에서 그룹 II와 비교하여 그룹 III에서 유의하게 감소하였다. 이와 관련된 선행연구들을 살펴보면, Kang and Kim (2009)은 건강한 대학생에 대해 경피신경 전기자극 후 LF/HF ratio 변화를 측정된 결과 유의하지는 않지만 경피신경전기자극이 자율신경계의 균형에 영향을 미칠 수 있다고 하였으며, 본 연구의 결과에서도 그룹 I에서 LF/HF ratio 값이 유의하지는 않지만 약간 감소하여 경피신경전기자극이 자율신경계의 균형에 영향을 미칠 수 있다는 의견과 같이하였다. Oh (2015)는 FHP 대상자에게 카이로프랙틱과 PNF를 실시하여 중재 전후에 통증 감소 및 운동범위 증가와 함께 자율신경의 균형과 활성도가 개선되었다고 하였고, Han and Song (2003)은 치료적 마사지가 자율신경에 영향을 주어 대상자들의 심박수 감소에 유의한 영향을 미치며, LF/HF ratio를 감소시켰다고 하였다.

본 연구의 결과를 통해 FHP로 인한 과도한 윗등뼈뒤굽음은 연부조직의 과긴장으로 인한 목 부위 통증뿐만 아니라 자율신경계의 문제도 동반하고 있음을 보여주

고 있으며, 위등뼈에 대한 도수치료의 효과가 기계적 자극에 의한 것과 함께 자율신경계의 정상화에 의한 통증감소의 효과를 증명하여 도수치료의 신경생리학적 기전에 대한 이론적 근거를 마련할 수 있었다고 사료된다.

V. 결론

본 연구는 만성 목통증을 가지고 있는 20대 남학생들을 대상으로 그룹 I, 그룹 II, 그룹 III으로 나누어 4주간 주 3회 중재를 실시한 후에 VAS, CVA, 심박수, 피부전도도, LF norm, HF norm, LF/HF ratio에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였다. 측정결과 그룹내 전후 비교에서는 그룹 I은 VAS에서 그룹 II과 그룹 III에서는 모든 항목이 유의한 차이가 있었다. 그룹간 비교에서는 그룹 I에 대해 그룹 II와 그룹 III에서 대부분 항목에서 유의한 차이가 있었으며 그룹 II와 그룹 III의 비교에서는 VAS, LF norm, LF/HF ratio에서만 유의한 차이가 있었다. 실험 결과를 토대로 FHP에 의한 만성 목통증 환자들에게 임상에서 많이 적용되는 중재방법인 자가신장운동과 위등뼈 관절가동술이 척추 정렬의 정상화 및 통증감소에 효과적이라 여겨지며, 이러한 통증감소는 연부조직이나 관절에 대한 기계적 자극과 함께 자율신경계의 기능회복을 통한 효과임을 증명하여 통증감소에 대한 신경생리학적 효과에 대한 이론적 토대에 도움이 되었다고 생각된다.

References

Chae YW. The effect of forward head posture and cervical ROM on chronic and episodic tension-type headache in university students. *J Kor Soc Phys Ther.* 2009; 21(2):71-7.

Chiu TW, Wright A. To compare the effects of different rates of application of a cervical mobilisation technique on sympathetic outflow to the upper limb in normal subject. *Manual Therapy.* 1996;1(4):198-203.

Cleland JA, Glynn P, Whitman JM, et al. Short-term effects

of thrust versus non-thrust mobilization/manipulation directed at the thoracic spine in patients with neck pain: a randomized clinical trial. *Phys Ther.* 2007; 87(4):431-40.

Dixon JS, Bird HA. Reproducibility along a 10 cm vertical visual analogue scale. *Annals of the rheumatic diseases.* 1981;40(1):87-9.

Evans DW. Mechanisms and effects of spinal high-velocity, low amplitude thrust manipulation: previous theories. *J Manipulative Physiol Ther.* 2002;25(4):251-62.

Evans P. The T4 Syndrome. *Physiotherapy.* 1997;83(4):186-9.

Fernández-de-Las-Peñas C, Caudrado ML, Pareja JA. Myofascial trigger points, neck mobility and forward head posture in unilateral migraine. *Cephalalgia.* 2006;26(9):1061-70.

Grimmer KA, Williams MT, Gill TK. The association between adolescent head-on-neck posture, backpack weight, and anthropometric features. *Spine.* 1999;24(21):2262-7.

Han SW, Song JH. The effect of massage therapy on human autonomic nerve system. *J Korean Soc Phys Med.* 2003;10(1):206-11.

Hwang BG, Kim GC, Park YK. Effects of Self-stretching Exercise and Upper Thoracic Joint Mobilization on Range of Motion and Pain of the Patients with Chronic Neck Pain. *J Korean Soc Phys Med.* 2012;7(4):509-14.

Hwangbo PN. The effects of thoracic joint mobilization and self-stretching exercise on the pulmonary function of patients with chronic neck pain. Master's Degree. Daegu University. 2011.

Jeong MS, Choi WJ, Lee KW, et al. The effects of acupuncture stimulation on skin conductance response of anxiety patients and normal subjects. *J. of Oriental Neuropsychiatry.* 2009;20(2):101-10.

Jowsey P, Perry J. Sympathetic nervous system effects in the hands following a grade III postero-anterior rotatory mobilisation technique applied to T4: A randomised, placebo-controlled trial. *Manual Therapy.* 2010;

- 15(3):248-53.
- Kang JH, Kim YN. The Influence of Transcutaneous Electrical Stimulation on Autonomic Function. *J Korean Soc Phys Med.* 2009;4(4):241-7.
- Kim IB, Kim CY, Kim EK, et al. The Effects of Manual Passive Exercise Performed by Physical Therapists on Autonomic Nervous System. *J Korean Soc Phys Med.* 2015;10(1):9-14.
- Kim IB, Kim EK, Kang JH. The Influence of Position Change on Autonomic Nervous System Function. *J Korean Soc Phys Med.* 2014;9(1):63-8.
- Kim JG, Park YB, Park YJ, et al. Nonlinear Correlation Dimension Analysis of EEG and HRV. *The Journal Of Korea Institute Of Oriental Medical Diagnostics.* 2007;11(2):84-95.
- Kristal-Boneh E, Raifél M, Froom P, et al. Heart rate variability in health and disease. *Scand J Work, Environment & Health.* 1995;21(2):85-95.
- Lee BK, Yang JM, Kang KH. Comparison of between Upper Thoracic Manipulation and Cervical Stability Training on Range of Motion and Neck Disability in Patients with Chronic Mechanical Neck Pain. *J Korean Soc Phys Med.* 2015;10(2):35-45.
- Lee DH. The effects of balance exercise and stretching exercise on forward head posture. Doctor's Degree. Daegu University. 2011.
- Lee JS, Kang DH, An HJ, et al. Psychophysiological characteristics of chronic pain patients measured by biofeedback system. *Sleep Medicine and Psychophysiology.* 2009;16(2):79-84.
- Lss KS, Jung HY. Analysis of the change of the forward head posture according to computer using time. *J Korean Soc Phys Med.* 2009;4(2):117-24.
- Oh DG. Effects of combined treatment of chiropractic and exercise on musculoskeletal and autonomic nervous fuction in forward head posture patients. Doctor' s Degree. Kyung Hee University. 2015.
- Olson KA. *Manual physical therapy of the spine.* US. Saunders. 2008.
- Perkes I, Baguley II, Nott MT, et al. A review of paroxysmal sympathetic hyperactivity after acquired brain injury. *Annals of Neurology.* 2010;68(2):126-35.
- Yip CH, Chiu TT, Poon AT. The relationship between head posture and severity and disability of patients with neck pain. *Man Ther.* 2008;13(2):148-54.
- Zusman M. Mechanisms of musculoskeletal physiotherapy. *Physical Therapy Reviews.* 2004;9(1):39-49.