

정상인들의 다양한 자세에서 두부와 경부의 회전 동안 경부 표층 근육들의 사용 비율

황태연 · 송현승¹ · 이남용^{1†}

전남과학대학교 물리치료학과, ¹대전대학교 일반대학원 물리치료학과

Comparison of Multimodal Posture of Healthy Adults on the Usage Rate of the Superficial Neck Muscles during Head and Neck Rotation

Tae-Yeun Hwang, PhD, PT · Hyun-Seung Song, MSc, PT¹ · Nam-Yong Lee, MSc, PT^{1†}

Dept. of Physical Therapy, Chunnam Techno University

¹Dept. of Physical Therapy, Graduate School, Daejeon University

Received: February 17, 2016 / Revised: February 20, 2016 / Accepted: March 22, 2016

© 2016 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study was conducted to compare the levels of usage of the superficial neck muscles during head rotation in forward head posture and in multimodal postures for improvement of cervical rotation movement impairment.

METHODS: To acquire electromyography (EMG) signals from the sternocleidomastoid (SCM-M), upper trapezius (UPT-M), and the splenius capitis (SPC-M) muscles, 11 subjects practiced right rotation of the head in forward head postures (FHP), upright sitting postures (USP), upright sitting postures with supported arms (SUP), standing postures with the arms leaning against the wall (WSP), and four feet postures (FFP), respectively.

RESULTS: The left SCM-M was used significantly more in the FFP compared to the FHP, but not in other postures

($p < 0.01$). The left UPT-M was used significantly more in all postures other than the FHP. The right SPC-M was used significantly more in the FFP ($p < 0.001$) and significantly less ($p < 0.05$) in the SUP compared to the FHP.

CONCLUSION: During the rotation of the head, although the usage of the SPC-M significantly decreased in SUP compared to FHP but the usage of the SCM-M and UPT-M did not decrease significantly in other postures compared to FHP. Further research is necessary to prove the hypothesis that special postures may reduce the activity of the superficial neck muscles during head rotation.

Key Words: Neck Muscle, Head Rotation, Movement impairment, EMG Integration, Posture

†Corresponding Author : sweetlly@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/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

경부는 두부(head)의 자세를 유지하고 여러 방향으로 두부를 움직이는 동안 중력에 대하여 공간에서 두부를 안내하는 역할을 담당한다. 두부와 경부를 움직이기

위하여 경부에는 20쌍 이상의 심층과 표층 근육들이 복잡하게 둘러싸여 있으며, 이런 복잡한 구조 속에서 경부 근육들은 등척성 수축 상태에서 해부학적 특성과 역할에 따라 특정한 방향으로 우세하게 동원되거나 활동 동안 척추가 안정된 상태에서 원활한 동작을 수행하도록 협력해서 수축한다(Blouin 등, 2007; Keshner 등, 1989; Vasavada 등, 2002).

움직임 실행에서 적절한 움직임 패턴과 운동 조절의 결합은 만성 근골격계 기능부전의 발달에 기여하는 요소가 될 수 있다(Comerford와 Mottram, 2001; Hodges와 Moseley, 2003). 근육 활성을 평가한 근전도 연구들에서, 정상 성인들은 두개경부 굴곡 과제 동안 부하가 증가 될 때 표층 경부 굴곡근 보다 심층 두개경부 굴곡근의 활성이 더 높은 비율로 증가되는 것으로 나타났으며(Falla, 2003), 또한 부하가 낮을수록 표층 근육들이 심층 근육에 비해 더 낮은 비율로 활성화 되는 것으로 나타났다(O'Leary 등, 2007). 그러나 경부 편타손상(whiplash injury)과 잠형성 경부 통증(insidious neck pain)을 나타내는 환자들은 표층 경부 굴곡근이 심층 두개경부 굴곡근의 지지와 안정성 약화를 보상하기 위해 과도한 활성을 나타내는 것으로 보고되었다(Jull 등, 2004). 만성 경부 통증을 가진 사람들은 표층 경부 굴곡근이 목적있는 활동이 끝난 후에도 이완되지 않고 수축 활동이 일정시간 지속해서 나타나거나 심층 두개경부 굴곡근과 표층근들에서 앞먹임(feedforward) 활성 지연을 나타내는 것으로 알려지고 있다(Barton과 Hayes, 1996; Falla 등, 2004). 또한 경부에서 기원하는 만성 긴장성 두통을 가진 환자들은 등척성 경부 굴곡과 신전 시에 표층의 경부 근육들의 길항적 활성이 과도하게 증가되는 변화된 운동 조절 전략을 보였다(Fernandez-de-las-Penas 등, 2008). 경부 척추의 압박을 증가시켜 자세성 경부 통증의 원인이 되는 것으로 알려진 구부정하게 앉는 자세는 경부 통증이 없는 대상자들에서도 바른 자세로 앉을 때보다 경부 신전근 활성이 증가되는 것으로 알려졌다(Caneiro 등, 2010; Edmondston 등, 2011).

경부 통증과 기능장애를 개선하기 위해 전체적인 경부 근육들의 기능을 개선하는 것은 중요하게 인식되어지고 있다(O'Leary 등, 2009). 전방 두부 자세(forward head posture)를 감소시키고 더 똑바른 자세를 취하도록

하는 자세교정은 경부 표층 신전근 활성을 감소시키고 심층 경부 굴곡근의 활성을 증가시켜 경부 기능부전을 개선하고 통증을 감소시킬 수 있는 것으로 알려져 있다(Caneiro 등, 2010; Choi와 Kim, 2013; Falla 등, 2007; Harms-Ringdahl 등, 1986, Lee 등, 2015). 역으로 심층 경부 굴곡근의 강화는 자세를 교정하고 흉쇄유돌근(sternocleidomastoid muscle)과 같은 표층 근육들의 상대적인 활성을 감소시켜 결과적으로 경부 통증과 기능을 개선하는 것으로 나타났다(Lee 등, 2015). 이들 직접적인 경부의 운동 조절 뿐만아니라 수동적으로 지지된 상지 자세 또한 경부 회전 움직임 동안 경부의 부하를 감소시키고 통증을 줄이면서 움직임을 가능하게 한다고 하였다(Andrade 등, 2008; McDonnell 등, 2005; Van Dillen 등, 2007). Sahrman (2010)은 가장 많은 경부 운동 손상 증후군으로 알려진 경부의 신전/회전 운동 손상 증후군의 개선을 위해 다양한 자세에서 두개경부의 굴곡과 함께 두부의 치우침 없이 두부를 회전시키거나 상지와 견갑대의 무게를 줄이고 두부를 회전시키는 운동들을 추천하였다. 이들 운동들은 두부 회전 시에 경부 표층에서 신전과 측방 굴곡의 기능을 담당하는 흉쇄유돌근과 상부 승모근(upper trapezius muscle)의 활성을 줄이고 심층 경부 근육들의 활성을 증가시켜 경부에 가해진 압박력을 줄임으로 통증과 기능을 개선할 수 있다고 하였다(Sahrman, 2010).

이처럼 경부 근육들의 기능을 개선하기 위한 다양한 방법들이 임상에서 활용되고 있으며, 이들 대부분의 움직임 손상의 개선을 위한 중재들은 표층 근육들의 활성을 감소시키고 심층 근육들의 활성을 증가시키는 것을 목적으로 사용되고 있다(Sahrman, 2010). 그러나 움직임 손상을 개선하기 위해 활용되고 있는 훈련 방법들을 사용하여 정상인을 대상으로 저항 없이 두부와 경부를 회전하는 움직임 동안 표층과 심층 근육들에서 활성이 역전되는지를 확인한 연구는 부족하며, 대부분 근전도 연구들이 등척성 수축 활동들이나 심층 두개경부 굴곡근 운동 연구에 집중되어 있다. 따라서 정상인들을 대상으로 경부 표층 근육들의 활성을 감소시키고 심층 근육들의 활성을 증가시킬 것이라고 알려진 다양한 자세들에서 두부와 경부를 저항 없이 회전하는 움직임 동안 근육들이 사용되는 정

도에 대해 알아보는 연구는 필요하다고 생각된다.

이에 본 연구는 경부 신전/회전 운동 손상의 개선을 위하여 추천되고 있는 다양한 자세들과 부적당한 자세로 알려진 전방 두부 자세에서 두부와 경부를 회전할 때 경부 표층 근육들이 사용되는 차이를 알아보고 그 결과를 임상적 기초 자료로 제공하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상자

본 연구의 연구대상자들은 최근 1년 이내에 척추와 사지의 근골격계 기능장애로 인한 통증과 신경학적 결함이 없는 건강한 성인들(총 11명, 남, 7명, 여, 4명)을 선정하였다(Table 1). 대상자들은 평균 나이 30.27±7.13 세, 평균 키 170.18±7.05 cm, 평균 체중 62.18±10.78 kg 그리고 평균 체질량 지수가 21.33±2.38 kg/m² 이었다. 대상자들은 근전도 검사에서 원활한 신호 획득을 위하여 체질량 지수가 30 이내인 대상자들을 선정하였다(Cuesta-Vargas와 González-Sánchez, 2013). 또한 오른쪽이 우세측인 대상자들을 선정하였다. 대상자들은 연구자로부터 연구 목적과 방법에 대한 자세한 설명을 듣고 자발적으로 연구의 참여에 동의하였다.

Table 1. General characteristics of subjects

Variable	M±SD ^a
Age (year)	29.54±5.01
Height (cm)	170.18±7.05
Weight (kg)	62.18±10.78
BMI (kg/m ²)	21.33±2.38

^aMean±standard deviation, ^bBody mass index.

2. 실험도구

1) 근전도 시스템

본 연구는 다양한 자세에서 각각의 대상자들이 평소에 편안하게 돌릴 수 있는 속도로 전방 중립 자세에서부터 우측 회전 끝범위까지 두부와 경부를 회전하는 동안

흉쇄유돌근, 상부 승모근 그리고 두판상근(splenius capitis)이 동작을 하는데 사용되는 정도를 알아보기 위하여 델시스 무선 근전도(Trigno EMG Sensor, Delsys Inc., Boston, MA, USA)를 사용하였다. Trigno 근전도 전극을 통하여 측정된 각 근육들의 아날로그 신호는 Trigno 기지 장치(base station)로 무선 전송된 후 디지털 신호로 전환하여 개인용 컴퓨터에서 Delsys EMG Works Acquisition 소프트웨어를 통해 자료를 수집하여 처리 하였다. 근전도 신호의 표본 추출률(sample rate)은 2000 Hz로 설정하였고, 주파수 대역폭(band width)은 근전도 신호의 잡음제거를 위하여 20 Hz~40 Hz의 주파수를 사용하였다. 수집된 근육들의 근전도 신호는 제곱근 평균 제곱(root mean square; RMS) 처리한 뒤 다시 적분(integration) 처리하여 분석하였다.

3. 실험방법

1) 근전도 측정

대상자들은 두부와 경부의 움직임과 근전도 신호 측정을 위해 방해되지 않도록 편안한 복장을 착용하였다. 표면 근전도 신호의 원활한 추출을 위해 피부저항을 최소화하기 위하여 전극 부착 부위 피부의 털을 제거한 후 부드러운 사포로 피부 각질을 제거하고, 의료용 알코올 솜으로 청결하게 닦아내었다. 그런 후에 각 근육의 근 섬유방향과 동일하게 전극을 부착하였다. 흉쇄유돌근의 신호 추출을 위한 전극은 유양돌기에서 흉골 결절 사이의 하 1/3 위치에 부착하였다(Falla 등, 2002). 상부 승모근의 전극은 제 7 경추에서 견봉(acromion) 외측단 사이에서 중앙 외측 2cm 부위에 부착하였다(Farina 등, 2002). 두판상근은 대상자에게 두부와 경부를 회전하게 하고 검사자가 한 손으로 측두 부위에 저항을 주면서 흉쇄유돌근 뒤쪽의 제 7 경추와 귀를 잇는 선상에서 다른 손으로 근육의 수축을 촉진하여 정확한 위치를 확인한 후에 부착하였다(Joines 등, 2006). 실험 전에 각각의 근육에 전극을 부착한 뒤 대상자들에게 두부와 경부를 회전하게 하고 근전도 신호를 확인하였다.

근전도 표면전극의 부착 후에, 본 실험에 앞서 근전도 값의 표준화를 위하여 대상자들에게 편안하게 매트리스 위에 눕게 하고 이완된 상태에서 근전도 신호를



Fig. 1. EMG Measure during resting posture on supine lying.

측정하였다(Bexander 등, 2005)(Fig. 1). 이완 상태에서 근전도 신호는 1분 동안 측정하였고, 근전도 신호가 일정하게 유지된 1초 동안의 신호를 분석을 위하여 RMS 처리한 후에 다시 적분(integration) 처리하였다. 이완된 자세에서 관련 신호를 측정된 후에 다양한 자세에서 대상자들이 평소에 편안하게 돌리는 속도로 두부와 경부를 능동적으로 회전하는 동안 양쪽 흉쇄유돌근, 상부 승모근 그리고 두관상근의 근전도 신호를 측정하였다. 근전도 신호는 움직임을 시작하는 중립 전방 주시 자세에서부터 우측 회전의 끝범위에서 머무르게 하는 시간까지 약 3초 동안을 측정하였고, 순수하게 두부와 경부의 회전하는 동안의 신호를 분석에 사용하기 위하여 시작 시에 약 50ms의 신호를 제거한 뒤의 약 1초 동안의 신호를 RMS 처리하고 다시 적분(Integration) 처리하였다. 근전도 신호의 정규화는 다음과 같은 방법을 사용하여 근육의 사용 비율(rate)로 사용하였다.

회전 시 적분 값/휴식 시 적분 값 = 회전 시 사용 비율

2) 실험과정

다양한 자세에서 두부와 경부의 우측 회전 시에 흉쇄유돌근, 상부 승모근 그리고 두관상근의 근전도 신호를 획득하기 위하여 대상자들에게 메트로놈에서 신호음이 울리면 평소에 자신이 편안하게 돌리는 속도로 두부와 경부를 우측으로 회전하고 유지하다가 메트로놈이 3초를 알리면 중립자세로 되돌아오게 하였다. 근전도 측정 전에 연구자의 관리하에 충분히 자세와 동작을 반복하여 숙지하게 하였다. 자세와 동작을 익숙하게

한 후 대상자들은 다음과 같은 5가지 자세들에서 움직임 실행하였다(Sahrmann, 2010). 첫째, 대상자들에게 시각적 관찰을 통하여 평소에 등을 구부리고 편안하게 앉은 자세인 견봉 중심보다 귀의 이개가 정중 관상면에서 전방에 위치하는 전방 두부 자세를 취하도록 하고 그 자세에서 두부와 경부를 우측으로 돌리고 3초 후에 다시 중립위치로 되돌아오게 하였다(Fig. 2-A). 둘째, 등을 똑바로 펴고 골반을 중립 위치가 되도록 앉게 하고 가볍게 후두골을 들어올리고 턱을 당기게 한 똑바로 앉은 자세에서 두부와 경부를 우측으로 돌리고 3초 후에 중립위치로 되돌아오게 하였다(Fig. 2-B). 셋째, 등받이가 없는 의자에 똑바로 앉은 자세에서 양쪽 팔꿈치의 주두(olecranon) 높이보다 약 5cm 정도 높은 받침 위에 팔꿈치를 지지하고 앉게 한 후 후두골을 가볍게 들어올리고 턱을 당기게 한 후 두부와 경부를 우측으로 돌리고 3초 후에 중립 위치로 되돌아 오게 하였다(Fig. 3-A). 넷째, 대상자들에게 어깨 넓이만큼 양 발을 벌리고 자신의 상완의 거리만큼 벽에서 떨어져 서게 하고 역시 어깨 넓이 만큼 양팔을 벌려 벽에 양쪽 전완을 기대고, 똑바른 자세를 취하게 하고, 가볍게 후두골을 들어올리고 턱을 당기게 한 후 두부와 경부를 우측으로 돌리고 3초 후에 다시 중립 위치로 되돌아오게 하였다(Fig. 3-B). 다섯째, 고관절과 견갑상완 관절(glenohumeral joint)이 약 90°가 되게 하여 네발기기 자세를 취하게

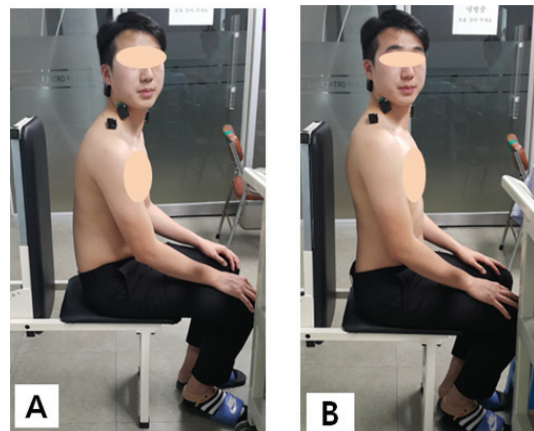


Fig. 2. EMG measure during right rotation of the head and neck on (A) a forward head posture and (B) an upright sitting posture.

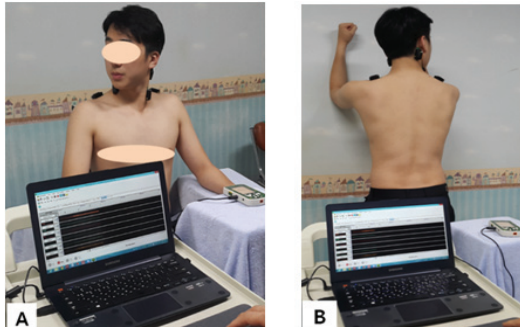


Fig. 3. EMG measure during right rotation of the head and neck on (A) an upright sitting posture with supported arms and (B) a standing posture with the arms leaning against the wall.

하고 허리와 등과 두부와 경부가 일직선에서 중립을 유지하게 하고 견갑골이 들어올려지지 않은 상태에서 턱을 가볍게 당기고 두부와 경부를 우측으로 돌린 후 3초 후에 중립 위치로 다시 되돌아오게 하였다(Fig. 4). 모든 움직임들은 3회를 반복하였으며, 각 움직임 사이에 30초의 휴식 시간을 갖게 하였고, 움직임의 순서는 무작위로 하였다.

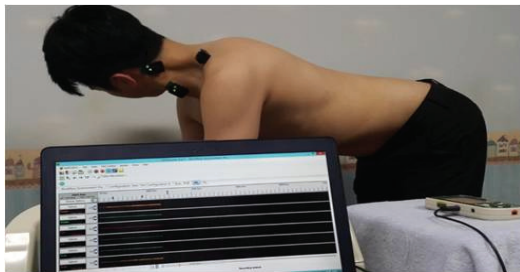


Fig. 4. EMG measure during right rotation of the head and neck on Four foot posture.

4. 자료 분석

수집된 자료의 통계처리는 SPSS version 18.0 통계프로그램(SPSS Inc. Chicago, IL, USA)을 사용하였다. 자세에 따른 좌측과 우측의 흉쇄유돌근, 상부 승모근 그리고 두관상근의 사용 비율을 분석하기 위하여 반복측정 분산분석(repeated measure ANOVA)을 사용하였고, 주효과 비교를 위하여 본페로니(Bonferroni) 수정을 하였다. Mauchly의 구형성 검정이 만족되면 개체내 효과 검정으로 그리고 만족되지 못하면 다변량 검정 분석 결과를 사용하여 분석하였다. 각 자세간 차이는 대응별 비교 분석의 결과를 이용하였다. 좌측과 우측 근육들의 사용 비율의 차이를 비교하기 위하여 맨-휘트니 유(Mann-Whitney U) 검정을 사용하여 분석하였다. 각 분석 시 통계학적 유의수준은 $\alpha = 0.05$ 로 하였다.

III. 연구 결과

1. 자세에 따른 두부와 경부의 우측 회전 시 좌측과 우측 흉쇄유돌근 사용 비율

대상자들의 자세에 따른 두부와 경부의 우측 회전 시 좌측과 우측 흉쇄유돌근 사용 비율의 비교는 Table 2에 제시 되었다. 각 자세들 사이에서 두부와 경부의 우측 회전 시 좌측 흉쇄유돌근의 사용 비율은 유의한 차이를 나타내었으며($p < 0.05$), 대응별 비교에서 전방 두부 자세에 비해 네발기기 자세에서 사용 비율이 유의하게 높게 나타났다($p < 0.01$). 각 자세들 사이에서 두부와 경부의 우측 회전 시 우측 흉쇄유돌근의 사용 비율은 유의한 차이를 나타내지 않았다. 각 자세들 사이에서

Table 2. Comparison of usage rate of sternocleidomastoid muscle during right rotation of head and neck for each postures

Muscle	FHP ^a	USP ^b	SUP ^c	WSP ^d	FFP ^e	p	
SCM ^f	Left	11.03±7.56 ^c	13.46±7.94	10.98±6.02	12.24±4.71	15.45±8.88 [*]	0.02
	Right	1.56±0.68	1.46±0.43	1.58±0.68	2.07±0.86	3.54±1.97	0.10
	Diff	9.47±7.67	12.00±8.07	9.43±6.26	10.16±4.52	11.91±9.30	
p	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		

^aForward head posture, ^bUpright sitting posture, ^cSupported sitting posture with supported arms,

^dStanding posture with the arms leaning against the wall, ^eFour feet posture, ^fSCM; sternocleidomastoid muscle,

^cMean±standard deviation, ^{*} $p < 0.05$.

두부와 경부의 우측 회전 시 좌측과 우측 흉쇄유돌근의 사용 비율은 모든 자세에서 유의한 차이를 나타내었으며($p<0.001$), 모두 좌측 근육의 사용 비율이 유의하게 높게 나타났다.

2. 자세에 따른 두부와 경부의 우측 회전 시 좌측과 우측 상부 승모근 사용 비율

대상자들의 자세에 따른 두부와 경부의 우측 회전 시 좌측과 우측 상부 승모근 사용 비율의 비교는 Table 3에 제시되었다. 각 자세들 사이에서 두부와 경부의 우측 회전 시 좌측 상부 승모근의 사용 비율은 유의한 차이를 나타내었으나($p<0.05$), 대응별 비교에서 유의하게 사용 비율의 차이를 나타낸 자세는 없었다. 각 자세들 사이에서 두부와 경부의 우측 회전 시 우측 상부 승모근의 사용 비율은 자세에 따라 유의한 차이를 나타내었으며($p<0.05$), 대응별 비교에서 다른 자세들에 비해 네발기기 자세에서 사용 비율이 높은 것으로 나타났다($p<0.01$). 각 자세들 사이에서 좌측과 우측 상부 승모근의 사용 비율을 분석한 결과 팔을 지지하고 앉은 자세($p<0.01$)와 벽에 팔을 기대고 선 자세($p<0.05$)에서 좌측 상부 승모근이 유의하게 많이 사용되었다.

3. 자세에 따른 두부와 경부의 우측 회전 시 좌측과 우측 두관상근 사용 비율

대상자들의 자세에 따른 두부와 경부의 우측 회전 시 좌측과 우측 두관상근 사용 비율은 Table 4에 제시되었다. 각 자세들 사이에서 두부와 경부의 우측 회전 시 좌측 두관상근의 사용 비율은 유의한 차이를 나타내었다($p<0.01$). 대응별 비교에서 팔을 지지하고 앉은 자세에 비해 네발기기 자세에서 사용 비율이 높은 것으로 나타났다($p<0.05$). 각 자세들 사이에서 두부와 경부의 우측 회전 시 우측 두관상근의 사용 비율은 유의한 차이를 나타내었으며($p<0.01$), 전방 두부 자세에 비해 팔을 지지하고 앉은 자세에서 사용 비율이 유의하게 낮았으며($p<0.05$), 네발기기 자세에서는 다른 모든 자세에 비해 유의하게 사용 비율이 더 높은 것으로 나타났다($p<0.001$). 각 자세에 따른 두부와 경부의 우측 회전 시 좌측과 우측 두관상근의 사용 비율은 전방 두부 자세($p=0.001$), 똑바로 앉은 자세($p<0.01$), 팔을 지지하고 앉은 자세와 벽에 팔을 기대고 선 자세($p=0.001$) 그리고 네발기기 자세($p<0.001$) 모두에서 우측 두관상근이 더 높은 것으로 나타났다.

Table 3. Comparison of usage rate of upper trapezius muscle during right rotation of head and neck for each postures

Muscle ^c	FHP ^a	USP ^b	SUP ^c	WSP ^d	FFP ^e	p	
UPT ^f	Left	2.04±0.89 ^g	2.42±1.54	5.54±3.63	5.36±3.54	2.62±0.92	0.03
	Right	1.57±0.45	1.45±0.47	1.40±0.32	2.23±1.17	3.41±1.53 ^h	0.03
Diff	0.47±0.98	0.96±1.56	4.14±3.42	3.12±2.72	0.79±1.70		
p	0.25	0.06	0.01	0.05	0.25		

^aForward head posture, ^bUpright sitting posture, ^cSupported sitting posture with supported arms,

^dStanding posture with the arms leaning against the wall, ^eFour feet posture, ^fUPT; upper trapezius muscle,

^gMean±standard deviation, ^hp<0.01.

Table 4. Comparison of usage rate of splenius capitis muscle during right rotation of head and neck for each postures

Muscle	FHP ^a	USP ^b	SUP ^c	WSP ^d	FFP ^e	p	
SPC ^f	Left	3.49±1.80 ^g	3.73±2.50	3.33±1.60	3.96±2.38	4.97±2.30 [*]	0.01
	Right	14.47±7.19	12.04±7.13	10.12±4.32 [*]	9.86±4.88	23.01±8.65 ^{**}	0.01
Diff	10.98±6.83	8.31±7.14	6.79±4.32	5.90±4.59	18.04±8.69		
p	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00		

^aForward head posture, ^bUpright sitting posture, ^cSupported sitting posture with supported arms,

^dStanding posture with the arms leaning against the wall, ^eFour feet posture, ^fSPC; splenius capitis,

^gMean±standard deviation, ^{*}p<0.05, ^{**}p<0.001.

IV. 고 찰

이 연구는 정상 성인들을 대상으로 경부의 신전/회전 운동 손상 증후군의 개선을 위하여 임상에서 사용하도록 추천된 다양한 자세들에서 후두골을 가볍게 들어올리고 턱을 당겨 두개경부 굴곡 자세를 유지하면서 경부의 신전과 측방굴곡의 보상이 발생되지 않도록 경부를 회전하는 동안 흉쇄유돌근, 상부 승모근 그리고 두판상근의 사용 비율을 알아보기 위하여 근전도를 사용한 연구를 실행하였다. 본 연구의 일차적인 목표는 골반을 중립 위치를 취하고 등을 똑바로 편 자세에서 팔을 지지한 자세가 축견갑 근육들(axioscapular muscles)의 수동적 신장을 감소시켜 경부의 부하를 줄일 것이며, 후두골을 가볍게 들어올리고 턱을 당기는 두개경부 굴곡 자세가 경부의 표층 근육들의 부하를 감소시키고 심층근들의 활성을 증가시켜 경부 기능부전을 개선할 것이라는 이론에 근거하여 추천된 자세들에서 불량한 자세인 전방 두부 자세에 비해 표층근들의 사용이 감소되는지를 확인하는 것이다(Sahrmann, 2010).

본 연구의 결과에서 두부와 경부의 우측 회전 시에 좌측 흉쇄유돌근은 내민 두부자세에 비해 팔을 지지하고 앉은 자세에서는 그 사용 비율이 유사하였고, 네발기기 자세에서는 유의하게 사용 비율이 증가하였으나 나머지 자세에서는 유의한 차이는 없었지만 증가하는 경향을 보였다. 바른 앉기 자세의 훈련이 요추 다열근과 심층 두개경부 굴곡근의 활성을 증가시킨다고 하였다(Falla 등, 2007). 이 자세 교정은 불량한 척추와 견갑골 자세에 의해 유발된 경부의 부하를 감소시키고 심층 자세 안정화 근육을 강화하여 척추 근육의 기능적인 자세지지 역할을 개선시키는 것으로 보고되었다(Jull 등, 2004). 만성 경부 통증 환자들과 편타손상 환자들은 압력장치를 사용한 두개경부 굴곡근 검사 동안 증상이 없는 대조군들과 비교해서 표층 근육인 흉쇄유돌근의 RMS 값이 더 높은 것으로 나타났다(Jull 등, 2004). 또한 Sterling 등(2001)의 연구에서는 경부 통증 환자들에게 관절가동술 후에 통증의 감소와 함께 흉쇄유돌근의 활성이 감소하는 것을 보여주었다. 이들 연구들의 주장

하는 점은 경부 통증이 있거나 부적당한 자세를 가진 대상자들에서는 경부 움직임에서 천층 근육들의 활성이 증가되고, 경부 통증이 없거나 바른 자세에서 일어나는 움직임은 천층 근육의 활성이 감소하고 심층 근육의 활성은 증가할 것이라는 가설에 근거한 것이다. 그러나 Yang와 Oh(2014)의 연구에서는 전방 두부 자세를 가진 경부 통증이 없는 대상자들에게 바르게 앉은 자세에서 시각적 피드백을 이용하여 경부의 측방 굴곡에 대한 보상작용을 방지하고 자연스런 움직임으로 두부를 좌측과 우측으로 회전하게 하고 흉쇄유돌근의 활성도와 측방굴곡의 양을 측정한 결과 피드백 장치를 사용하지 않고 경부를 회전한 움직임에 비해 측방굴곡의 양은 줄어들었지만 흉쇄유돌근의 근활성도는 감소하지 않았다. Yang과 Oh(2014)의 연구와 유사하게 본 연구에서도 골반과 척추의 중립자세와 함께 두개경부 굴곡 상태에서 두부와 경부의 회전을 시켰음에도 전방 두부 자세보다 팔을 지지한 자세를 제외한 모든 자세에서 흉쇄유돌근의 사용 비율이 감소하지 않았다. 이런 결과는 흉쇄유돌근이 두부와 경부 회전에 상당한 영향을 미치는 근육이기 때문으로 생각되며(Bexander 등, 2005; Williams 등, 1995), 또한 정상적으로 흉쇄유돌근은 경부의 굴곡에서 전사각근과 함께 83%의 역할을 담당하고 두장근(longus capitis)과 경장근(longus colli)은 단지 17%의 역할만을 담당한다는 근거들과 일치하게 경부의 굴곡에 흉쇄유돌근이 상당한 작용을 하기 때문이라고 생각된다(Vasavada 등, 1998). 이런 근거들에 비추어 볼 때 본 연구의 대상자들은 경부 통증이 없는 정상인들로서 특별하게 표층근의 활성이 증가되어있지 않았었기 때문에 두개경부 굴곡자세를 취하고 회전하는 동안 좌측 흉쇄유돌근의 사용 비율이 감소하지 않았고, 두개경부 굴곡과 두부의 회전에 대한 정상적인 이중 협력 작업에 사용되어졌을 것으로 생각된다. 한편, 네발기기 자세에서 그 사용 비율이 유의하게 증가한 것은 앉거나 선 자세들에 비해 중력에 의해서 아래로 떨어지는 턱을 잡아당겨 두개경부를 굴곡시키기 위해 흉쇄유돌근이 더 많은 노력을 해야 했기 때문일 것으로 생각된다. Sahrmann (2010)은 앉은 자세 또는 누운 자세에서 경부 회전이 너무 어렵거나 통증이

있다면 네발기기 자세가 대안적으로 정교한 경부 회전을 수행하기 위하여 사용될 수 있다고 하였지만 이 자세에서 운동이 경부 통증 환자들에서 표층근의 활성을 줄이고 심층근의 활성을 증가시켜 척추의 정렬에 더 유리하게 운동을 시킬 수 있을지에 대해서는 경부 통증 환자들을 대상으로 한 연구가 더 필요할 것으로 생각된다. 이 연구에서 좌측 흉쇄유돌근이 휴식 시에 비해 약 11~15배의 사용을 보인 반면 우측 흉쇄유돌근은 약 1~3.5배의 사용으로 아주 미미하였는데 이는 반대쪽으로 경부를 회전시키는 흉쇄유돌근의 근육 특성을 잘 반영하는 것으로 이 연구에서 측정 결과들이 정상적인 근육 반응이었음을 증명하는 것이라고 생각된다(Bexander 등 2005; Williams 등, 1995). 우측 흉쇄유돌근은 휴식 시에 비해 대부분의 자세에서 사용 비율이 미미하였으나 네발기기 자세에서 다른 자세들에 비해 높은 사용 비율을 나타낸 것은 역시 좌측과 마찬가지로 턱을 당기기 위한 항 중력작용에 의한 결과라고 보여진다.

좌측 상부 승모근은 우측 회전 동안에 모든 자세에서 전방 두부 자세보다 많은 사용 비율을 나타내었으나 유의한 차이를 보이지 않았다. 그 사용 비율에서 유의한 차이를 나타내지 않았을 지라도 나머지 자세들에 비해 팔을 지지하고 앉은 자세와 벽에 팔을 기대고 선 자세에서 좌측 상부 승모근이 더 많이 사용되었는데 이는 팔을 지지함과 동시에 바른 자세를 취하기 위해 어깨의 끝을 가볍게 말아 올리게 하였기 때문에 어깨의 높이를 유지하는데 일부 그 힘이 사용되어 나타난 결과라고 생각된다(Sahrmann, 2010). 좌측과 우측 상부 승모근의 사용 비율에서의 차이는 네발기기 자세를 제외하고 대체로 좌측 상부 승모근이 우측에 비해 더 높았다. 이런 결과는 상부 승모근이 반대쪽으로 경부를 회전하는데 일부 기여하기 때문에 경부를 우측으로 회전하는 동안 좌측이 우측보다 많이 사용되어 나타난 결과라고 생각된다. 그러나 네발기기 자세에서 우측 상부 승모근의 사용 비율이 좌측 보다 더 높은 것은 경부를 회전할 때 좌측이 아래를 향하게 될 때 우측 상부 승모근이 중력에 대한 저항으로 작용하여 두부를 중립 신전과 중립 우측 측방굴곡으로 유지하기 위함이었을 것이다

(Keshner 등, 1989). 상부 승모근과 견갑거근과 같은 축 견갑 근육은 경부를 포함한 척추와 상지 사이에서 부하를 동시에 전달하고 견갑골을 안내하는 이중 역할을 담당하는 것으로 알려져 있다(Cools 등, 2014). 견갑골 정렬의 결함은 경부와 견갑 상호간에 생역학적인 영향을 미쳐 축견갑 근육들의 긴장을 바꾸고, 경부에서 압박적인 부하를 증가시키는 것에 의하여 경부 기능을 약화시키고, 경부의 가동범위의 제한과 경부 통증의 원인이 될 수 있다고 하였다(Johnson 등, 1994; Swift과 Nichols, 1984; Szeto 등, 2005; Van Dillen 등, 2007). 이전의 연구들에서 견갑골 자세의 교정은 경부 통증이 있는 환자들에서 경부 가동범위와 통증의 경감에 대한 즉각적인 개선을 시킬 수 있다고 보고하였다(Luch 등, 2014; Van Dillen 등, 2007). 그러나 다른 연구에서는 건강한 대상자들에서 견갑골의 변형은 경부 회전에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다(Andrade 등, 2008). 또한 특발성 경부 통증을 가진 사람들에 대한 상부 승모근의 근전도 연구에 관한 체계적인 고찰 연구에서는 휴식 시와 어깨 높이 아래에서 과제 수행 동안에 경부 통증을 가진 사람들과 정상인 사람들 사이에서 근전도 진폭 활동에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(Castelein 등, 2015). 본 연구에서는 두부와 경부의 우측 회전 동안에 좌측 흉쇄유돌근이 휴식 시에 비해 약 11~15.5배의 사용을 보인 반면, 좌측 상부 승모근은 약 2~5.5배로 그 사용 비율이 낮았다. 이는 상부 승모근이 두부의 움직임 보다는 어깨의 움직임과 더 밀접하게 관련이 있으며, 두부의 등척성 안정화에 미치는 영향이 미미하다는 주장(Keshner 등, 1989)과 유사하게 두부와 경부의 회전에 많은 영향을 미치지 않는 것으로 보인다. 본 연구의 결과에서 전방 두부 자세에 비해 개선을 위해 추천된 자세들에서 좌측 상부 승모근의 사용 비율이 감소하지 않은 것은 이들 자세들에 미치는 영향이 적거나, 경부 회전에 대한 그 역할이 미미하거나 또는 본 연구의 대상자들이 정상인이었기 때문에 근육의 활성이 비정상적으로 증가되어 있지 않았었기 때문일 수 있다. 따라서 추가적으로 더 많은 연구가 다양한 조건과 대상들에게 실행되어야 할 것으로 생각된다.

두관상근은 동측으로 두부를 회전하는데 기여하는 근육으로 흉쇄유돌근과 함께 협력하여 동원된다(Bexander, 등 2005; Williams 등, 1995). 또한 중립 두부와 경부 자세에서 후두골에 저항을 적용하고 신전하는 자세에서 활성이 증가하는 것으로 나타났다(Schomacher 등, 2012). 본 연구에서도 우측 회전 동안에 좌측 두관상근이 휴식 시에 비해 3~5배 사이에서 사용되는 것에 비해 우측 두관상근은 약 10~23배 사용되는 것으로 나타나 동측으로 두부를 회전할 때 동원되는 결과를 보여주었다(Bexander 등 2005; Williams 등, 1995). 좌측 두관상근은 네발기기 자세에서 팔을 지지하고 앉은 자세보다 유의하게 사용 비율이 높았고, 다른 자세들에 비해서도 유의하지는 않았지만 더 많은 비율로 사용되었다. 이는 네발기기 자세에서 좌측 두관상근이 작지만 두개경부의 신전근의 역할에 의해 중력에 대해 떨어지는 두부를 지지하는데 기여한 결과라고 생각된다(Elliott 등, 2010; Schomacher 등, 2012). 우측 두관상근은 팔을 지지하고 앉은 자세에서 전방 두부 자세에 비해 유의하게 더 적은 비율로 사용되었고, 똑바로 앉은 자세와 벽에 팔을 지지하고 앉은 자세는 전방 두부 자세에 비해 유의하지 않았지만 그 사용 비율이 적은 것으로 나타나 전방 두부 자세보다 두관상근의 부하가 작은 상태에서 두부의 회전 운동이 가능한 자세들임을 보여주었다. 네발기기 자세는 다른 모든 자세에 비해 두관상근의 사용 비율이 유의하게 더 높은 것으로 나타났다. 이는 역시 네발기기 자세에서는 두부가 아래로 떨어지는 것에 대한 저항의 역할 때문에 그 사용 비율이 높았을 것으로 생각된다(Elliott 등, 2010; Schomacher 등, 2012). 두관상근이 사용되는 결과를 볼 때 네발기기 자세를 제외한 나머지 자세들은 동측 두관상근의 과긴장으로 인한 신전을 동반한 회전 운동 손상이 나타날 때 두관상근의 사용을 적게 하면서 회전을 실행할 수 있는 운동이 될 수 있을 것으로 생각된다.

결과적으로 정상 성인들에서 경부 회전 동안 좌측 흉쇄유돌근과 좌측 상부 승모근의 사용 비율은 전방 두부 자세에 비해 똑바로 앉은 자세, 팔을 지지하고 앉은 자세, 벽에 팔을 기대고 선 자세 그리고 네발기기 자세들에서 감소하지 않고 오히려 증가하였다. Sahrman

(2010)은 이들 자세들이 심부 경부 근육들의 활성을 증가시키고 표층 경부 근육들의 활성을 감소시킬 것이라고 하였다. 그러나 이 연구에서는 연구대상자들이 정상인들이었기 때문에 경부 통증을 가진 대상자들에서 나타나는 심층 근육의 약화로 인한 표층 근육의 보상적인 과활성이 나타나지 않았을 것이며(Jull 등, 2004), 그에 따라 교정된 자세들에서 표층 근육들의 사용 비율이 감소하지 않았을 것으로 생각된다. 더구나 표층 근육의 사용 비율의 변화는 심층 근육의 사용 비율에 대한 변화와 비교가 필요하지만 이 연구에서는 심층 근육을 측정할 수 없는 제한적인 요소 때문에 표층 근육들만을 측정하였기 때문에 표층 근육들의 증가 비율이 필연적으로 나타날 수 있는 증가 비율이었을 잠재적 가능성을 배제할 수 없다(Falla 등, 2003; Jull 등, 2009; O'Leary 등, 2007). 또한 이 연구에서 사용된 두개경부의 굴곡 자세를 취하고 두부와 경부를 회전하는 움직임은 단순하게 두개경부를 굴곡하는 움직임에 회전 움직임이 추가되었기 때문에 회전에 많은 역할을 하는 표층 근육들의 사용 비율이 더 높아졌을 것으로 보여진다(Bexander 등, 2005; Williams 등, 1995). 이 연구의 결과들에서 대상자들 사이에서 표준 편차가 큰 이유는 근육의 수축에 따라 발생하는 전기 신호가 미세하기 때문에 작은 변화에도 민감하게 반응하는 근전도의 특성 때문일 것이며, 또한 가벼운 두개경부 굴곡 자세를 취하고 머리의 편위가 발생하지 않도록 근전도 측정 전 충분한 연습을 실행하였지만 일상에서 본인이 편안하게 움직이는 속도로 두부와 경부를 회전하도록 하였기 때문에 각각 대상자들의 움직임 특성이 달라서 나타난 결과라고 생각된다(Castelein 등, 2015). 이 연구는 모든 사람들에게 일반화하기에는 연구대상자들의 수가 너무 적었다. 그러나 이 연구의 근전도 측정은 동일한 근육의 좌측과 우측의 사용 비율이 회전 동안 분명하게 차이가 나는 결과들에 비추어 볼 때 적절하였던 것으로 생각된다. 추후 연구에서는 더 많은 대상자들에게 그리고 경부 통증이 있는 대상자들과 정상인 대상자들 사이에서 사용 비율의 차이를 비교하는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구는 전방 두부 자세와 경부의 신전/회전 운동 손상 증후군의 개선을 위하여 추천된 똑바로 앉은 자세, 팔을 지지하고 앉은 자세, 벽에 팔을 지지하고 앉은 자세 그리고 네발기기 자세를 취하고 두부와 경부를 회전할 때 흉쇄유돌근, 상부 승모근 그리고 두관상근의 사용 비율을 비교하기 위하여 실행하였으며, 그 결과 전방 두부 자세에 비해 팔을 지지하고 앉은 자세에서 두관상근의 사용 비율의 유의한 감소를 제외하고는 모든 자세들에서 전방 두부 자세에 비해 이들 근육들의 사용 비율이 유의하게 감소하지 않았다. 따라서 전방 두부 자세와 비교해 바르고 교정된 자세들에서 경부의 회전 동안 표층 근육들의 사용이 줄어드는지에 대해 알아보는 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

References

- Andrade GT, Azevedo DC, De Assis Lorentz I, et al. Influence of scapular position on cervical rotation range of motion. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(11):668-73.
- Barton PM, Hayes KC. Neck flexor muscle strength, efficiency, and relaxation times in normal subjects and subjects with unilateral neck pain and headache. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;77(7):680-7.
- Bexander CS, Mellor R, Hodges PW. Effect of gaze direction on neck muscle activity during cervical rotation. *Exp Brain Res.* 2005;167(3):422-32.
- Blouin JS, Siegmund GP, Carpenter MG, et al. Neural control of superficial and deep neck muscles in humans. *J Neurophysiol.* 2007;98(2):920-8.
- Caneiro JP, O'Sullivan P, Burnett A, et al. The influence of different sitting postures on head/neck posture and muscle activity. *Man Ther.* 2010;15(1):54-60.
- Castelein B, Cools A, Bostyn E, et al. Analysis of scapular muscle EMG activity in patients with idiopathic neck pain: a systematic review. *J Electromyogr Kinesiol.* 2015;25(2):371-86.
- Choi HW, Kim SY. The effect of functional postural trunk exercise on pain, activities of daily living, range of motion, deep cranio-cervical flexor muscle endurance in neck pain patient by acute whiplash-associated disorders. *J Korean Soc Phys Med.* 2013;8(4):655-66.
- Comerford MJ, Mottram SL. Movement and stability dysfunction--contemporary developments. *Man Ther.* 2001;6(1):15-26.
- Cools AM, Struyf F, De Mey K, et al. Rehabilitation of scapular dyskinesis: from the office worker to the elite overhead athlete. *Br J Sports Med.* 2014;48(8):692-7.
- Cuesta-Vargas AI, Gonzalez-Sanchez M. Differences in muscle activation patterns during sit to stand task among subjects with and without intellectual disability. *Biomed Res Int.* 2013;173148(10):7.
- Edmondston SJ, Sharp M, Symes A et al. Changes in mechanical load and extensor muscle activity in the cervico-thoracic spine induced by sitting posture modification. *Ergonomics.* 2011;54(2):179-86.
- Elliott JM, O'Leary S, Sterling M, et al. Magnetic resonance imaging findings of fatty infiltrate in the cervical flexors in chronic whiplash. *Spine.* 2010;35(9):948-54.
- Falla D, Dall'Alba P, Rainoldi A, et al. Location of innervation zones of sternocleidomastoid and scalene muscles--a basis for clinical and research electromyography applications. *Clin Neurophysiol.* 2002;113(1):57-63.
- 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.
- Falla D, O'Leary S, Fagan A, et al. Recruitment of the deep cervical flexor muscles during a postural-correction exercise performed in sitting. *Man Ther.* 2007;12(2):139-43.
- Farina D, Madeleine P, Graven-Nielsen T, et al. Standardising

- surface electromyogram recordings for assessment of activity and fatigue in the human upper trapezius muscle. *Eur J Appl Physiol.* 2002;86(6):469-78.
- Fernandez-de-las-Penas C, Falla D, Arendt-Nielsen L, et al. Cervical muscle co-activation in isometric contractions is enhanced in chronic tension-type headache patients. *Cephalalgia.* 2008;28(7):744-51.
- Harms-Ringdahl K, Ekholm J, Schuldt K, et al. Load moments and myoelectric activity when the cervical spine is held in full flexion and extension. *Ergonomics.* 1986; 29(12):1539-52.
- Hodges PW, Moseley GL. Pain and motor control of the lumbopelvic region: effect and possible mechanisms. *J Electromyogr Kinesiol.* 2003;13(4):361-70.
- Johnson G, Bogduk N, Nowitzke A, et al. Anatomy and actions of the trapezius muscle. *Clin Biomech.* 1994;9(1): 44-50.
- Joines SM, Sommerich CM, Mirka GA, et al. Low-level exertions of the neck musculature: a study of research methods. *J Electromyogr Kinesiol.* 2006;16(5):485-97.
- Jull G, Kristjansson E, Dall'Alba P. Impairment in the cervical flexors: a comparison of whiplash and insidious onset neck pain patients. *Man Ther.* 2004;9(2):89-94.
- Keshner EA, Campbell D, Katz RT et al. Neck muscle activation patterns in humans during isometric head stabilization. *Exp Brain Res.* 1989;75(2):335-44.
- Lee BK, Yang JM, Kang KH. Comparison of between upper thoracic manipulation and cervical stability 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 KJ, Roh JS, Choi HS, et al. Effect of active intervention after Kaltenborn's cervical joint mobilization on the cervical spine alignment and muscle activity in patients with forward head posture. *J Korean Soc Phys Med.* 2015;10(2):17-27.
- Lluch E, Arguisuelas MD, Calvente Quesada O, et al. Immediate effects of active versus passive scapular correction on pain and pressure pain threshold in patients with chronic neck pain. *J Manipulative Physiol Ther.* 2014; 37(9):660-6.
- McDonnell MK, Sahrman SA, Van Dillen L. A specific exercise program and modification of postural alignment for treatment of cervicogenic headache: a case report. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005;35(1):3-15.
- O'Leary S, Falla D, Elliott JM, et al. Muscle dysfunction in cervical spine pain: implications for assessment and management. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39(5): 324-33.
- O'Leary S, Falla D, Jull G et al. Muscle specificity in tests of cervical flexor muscle performance. *J Electromyogr Kinesiol.* 2007;17(1):35-40.
- Sahrman SA. Movement system impairment syndromes of the extremities, cervical and thoracic spines. St. Louis. MO: Mosby. 2010.
- Schomacher J, Petzke F, Falla D. Localised resistance selectively activates the semispinalis cervicis muscle in patients with neck pain. *Man Ther.* 2012;17(6):544-8.
- Sterling M, Jull G, Wright A. Cervical mobilisation: concurrent effects on pain, sympathetic nervous system activity and motor activity. *Man Ther.* 2001;6(2):72-81.
- Swift TR, Nichols FT. The droopy shoulder syndrome. *Neurology.* 1984;34(2):212-5.
- Szeto GP, Straker LM, O'Sullivan PB. A comparison of symptomatic and asymptomatic office workers performing monotonous keyboard work--2: neck and shoulder kinematics. *Man Ther.* 2005;10(4):281-91.
- Van Dillen LR, McDonnell MK, Susco TM, et al. The immediate effect of passive scapular elevation on symptoms with active neck rotation in patients with neck pain. *Clin J Pain.* 2007;23(8):641-7.
- Vasavada AN, Li S, Delp SL. Influence of Muscle Morphometry and Moment Arms on the Moment-Generating Capacity of Human Neck Muscles. *Spine.* 1998;23(4):412-22.
- Vasavada AN, Peterson BW, Delp SL. Three-dimensional spatial tuning of neck muscle activation in humans.

Exp Brain Res. 2002;147(4):437-48.

Williams PL, Bannister LH, Berry MM, et al. Gray's Anatomy (38th ed.). New York, NY: Churchill Livingstone. 1995.

Yang NY, Oh JS. Effects of visual biofeedback on movement

patients of neck lateral bending and muscle activation of sternocleidomastoid during neck rotation in adults with forward head posture. J Korean Soc Phys Med. 2014;9(4):425-32.