

머리-목굽힘 운동 시 앞쪽머리자세와 목굽힘근 근두께 간의 상관성 연구

이지민¹⁾, 유준수¹⁾, 임지은¹⁾, 이현아¹⁾, 문성기¹⁾, 장현정²⁾

대전보건대학교 물리치료과¹⁾, 대전대학교 물리치료학과²⁾

The Correlation Between Forward Head Position and Neck Flexor Thickness During Cranio-Cervical Flexion Exercise

Ji-min Lee¹⁾, Hyun-ah Lee¹⁾, Jun-su Yu¹⁾, Ji-eun Lim¹⁾, Sung-gi Moon¹⁾, Hyun-jeong Jang²⁾

Dept. of Physical Therapy, Deajeon Health Science College¹⁾

Dept. of Physical Therapy, College of Natural Science, Daejeon University²⁾

Key Words:

Cranio-cervical flexion test, Deep neck flexors, Forward head posture, Sternocleidomastoid

ABSTRACT

Background: As the increase of forward head position, we studied the change of thickness of deep cervical flexor (DCF) compared of with sternocleidomastoid (SCM). we measured and analysed the change of thickness of the neck flexor for forward head position and cranio-cervical flexion exercise (CCFE). **Methods:** Using a cross-sectional design, we conducted the study selecting 35 healthy adults (12 males, 23 females). We measured the craniovertebral angle (CVA), instructed them to perform the CCFE, and measured the DCF and SCM using ultrasonography during the contraction and relaxation period. **Results:** Intra-reliability of SCM is .96, longus capitis is .92 and longus coli is .97. we compared according to the change of forward head position, Correlation of DCF is .841, and DCF/SCM is .754 by significant positive correlation. At the comparison of CCFE and Resting muscle thickness, SCM and DCF is .00, DCF/SCM is .68. **Conclusion:** There is a strong positive correlation between the change amount of DCF and DCF/SCM as the increase of CVA.

I 서론

최근 전자기기 사용시간이 증가하면서 자세에 대한 관심이 증폭되고 있다. 그 중 컴퓨터를 주로 사용하는 작업에 장시간 노출될 경우, 척추의 정상정렬에서 벗어난 상태인 앞쪽머리자세(forward head posture)나 등뼈 뒤굽음증(thoracic kyphosis)가 일반적으로 나타날 수 있다(Cailliet, 1996). 앞쪽머리자세는 선 자세에서 수평을 기준으로 귀이주, 어깨뼈봉우리 뒷면 사이의 수평거리가 5cm 이상 된 자세를 의미한다(Saal, 1992).

앞쪽머리자세는 목뼈의 앞굽음, 즉 앞으로 향한 머리, 윗목뼈 펴, 아래목뼈 굽힘이 일어나고, 등근어깨, 등

뼈 뒤굽음과 같은 자세가 특징적으로 나타난다(Katherine 등, 2005). 습관적인 앞쪽머리자세는 구조적 자세 변화로 인하여 목뼈부에 부착된 근육들의 근육 길이 변화 및 근 기능 변화를 초래할 수 있다. 이 중 위목뼈의 과다 펴므로 인하여 목뼈 전면 양측 깊은 부위에 가늘고 길게 위치한 머리긴근(longus capitis)과 목긴근(longus colli)은 쉽게 약화되고, 목빗근(sternocleidomastoid)은 과하게 사용하게 되어 단축되는 근육 불균형이 초래된다(Kapreli 등, 2009). 앞쪽머리자세 정도를 측정하는 하나의 척도로 머리척추각(craniovertebral angle; CVA)이 활용되고 있다(채윤원, 2002). 머리척추각이 50도보다 작을수록 목통증, 두통, 목의 관절가동범위의 감소가 나타난다(Plisky 등, 2006)

최근 목통증의 원인을 척추 근육들의 기능적인 문제에서 찾고 있으며, 중요성이 점차 강조되어지면서 척추 근육의 하나인 깊은목굽힘근을 강화시키는 연구들이 보

교신저자: 문성기(대전보건대학교, skmoon@hit.ac.kr)
논문접수일: 2013.11.25, 논문수정일: 2013.12.07,
게재확정일: 2013.12.15

고되고 있다. 그 중 머리-목 굽힘운동(cranio-cervical flexion exercise; CCFE)은 특히 깊은목굽힘근을 목표로 한 운동으로써 목빗근 같은 얇은 목 근육들의 활성을 최소화하며, 깊은목굽힘근인 목긴근, 머리긴근을 활성화시키는 것으로 건강한 사람 또는 환자들을 위해 임상에서 주로 사용되어져 왔다(Cagnie 등, 2011).

실제로 목 정렬의 장애를 줄이고 목뼈의 자세조절과 중립자세를 위하여 깊은목굽힘근인 목긴근과 머리긴근의 역할이 강조되고 있으며, Falla 등(2003)은 근육 간에 협력하여 머리와 목의 움직임을 조절하는 체계에서 깊은목근육인 목긴근과 머리긴근이 가장 중요한 역할을 하는 근육이라고 설명하였다. 깊은목굽힘근들은 목뼈부의 앞굽음각도를 유지시키고 목뼈부 관절의 안정성을 제공하는데 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다.

현재 근육의 수축정도를 평가하는 방법에 있어 초음파 영상(real-time ultrasonography)은 적용범위가 넓고 비용이 낮은 이점을 가지고 있으며 깊은근육 평가에 적절한 도구로 소개되고 있다(송우리 등, 2012). 이 방법은 근육들을 실시간 관찰이 가능하고 근육의 측정을 이완상태와 다양한 수축 상태에서 적용이 가능하다(Rezasoltanni 등, 2002). 최근 연구에 따르면, 초음파 측정은 고객에게 목긴근의 측정도구로 신뢰를 받고 있다(Javanshir 등, 2011).

최영준(2007)의 연구에서는 대상자의 수가 적어 앞쪽머리자세를 갖은 모든 일반인들에 대한 보편적인 적용은 다소 무리가 있을 것으로 보여진다. 또한 박상덕(2005)의 연구에서는 표면 근전도의 사용으로 인하여 목의 안정성 유지에 중요한 머리곧은근, 긴목근, 등의 깊은 근육의 근활성도를 측정에 대한 자료가 부족한 실정이다. 또한 Falla 등(2003)의 연구에서와 같이 깊은목굽힘근육이 머리와 목의 움직임을 조절하는 가장 중요한 역할을 하는 근육이라고 강조되었지만 앞쪽머리자세의 정도에 따라 머리목굽힘 운동 시 깊은목굽힘근육의 근육 두께 변화를 알아본 연구가 부족한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 앞서 진행한 선행 논문의 부족한 실정을 보완하여 일반인에 대해 보편적인 적용을 위해 대상자의 수를 늘렸으며 앞쪽머리자세의 정도에 따라 머리목굽힘운동 동안에 목빗근과 깊은목굽힘근 근육들의 근육 두께가 어떠한 변화를 보이는지 알아보고자 실시하였다.

본 연구의 가설은 앞쪽머리자세의 정도에 따라 머리목굽힘운동 동안에 목빗근과 깊은목굽힘근의 근육 간에 근육 두께가 유의한 차이가 있을 것으로 설정하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

대전보건대학 물리치료과에 재학 중인 건강한 성인 남녀 총 35명을 대상으로 2013년 5월 13일부터 2013년 5월 31일까지 3주간 실시하였고, 현재 목 부위에 통증을 경험하지 않았으며 검사 자세와 동작을 이해하고 수행할 수 있는 자로 선정하였다. 또한 본 연구의 목적과 과정에 대한 설명을 충분히 들은 후, 참여 동의서에 서명한 자를 대상으로 실시하였다.

2. 측정방법

1) 앞쪽머리자세 측정

사진의 촬영은 디지털 카메라(D-20, Canon, 도쿄도 오타구, Japan)를 이용하여 측정하였다. 카메라의 위치는 대상자로부터 3m 떨어지고 바닥에서 카메라 렌즈까지의 높이는 1.2m로 하였다. 그리고 대상자와 벽 사이의 거리는 30cm로 하였다(Adamarn, 2010).

촬영 시 자세는 의자에 앉아서 측정하였다. 등받이가 있는 의자에 발바닥이 지면에 닿게 앉아 엉덩관절과 무릎관절의 각도를 90도로 만들고 엉덩이를 의자 등받이에 붙여 앉았다. 또한 손은 무릎위에 놓았다(Kapreli 등, 2009). 머리척추각의 각도는 이주와 목뼈 7번 가시돌기를 연결한 선과 수평선이 이루는 각을 계산하였고(Kapreli 등, 2009), 각도 측정을 위해 목뼈 7번 가시돌기에 표식자를 부착하였다.

머리척추각의 각도 측정은 NIH Image J ver. 1.47(Sun Microsystems, Inc, USA)를 사용하였다(Fig 1). 이것은 Java ver. 1.60에 기초를 둔 프로그램으로 미국 국립 보건원에서 개발되어 Java 기반의 이미지 프로세싱을 통해 자료수집, 분석 및 처리하여 많이 이용되고 있다(Girish, 2004)

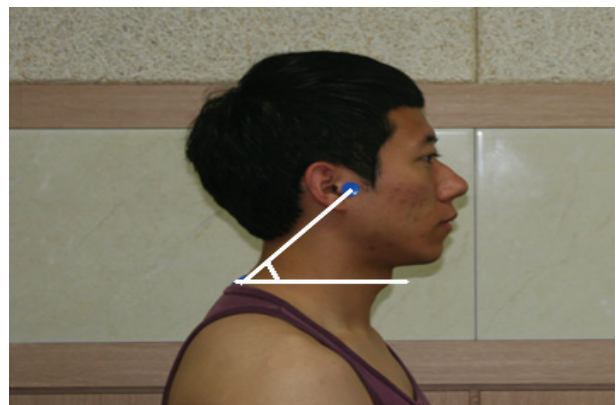


Fig 1. Craniocervical angle measure method

2) 근육 두께 측정

목빗근과 깊은목굽힘근의 근육 두께 측정은 진단초음파 화면상 보이는 목뼈 4번과 목뼈 5번 사이 관절돌기의 끝부분에서 수직인 지점의 각 근육 근막과 근막 사이 최단 거리를 휴식 시와 운동 시 모두 측정하여 얻었다. 자세한 방법은 다음과 같다.

엉덩관절 45도 굽힘과 무릎관절 90도 굽힘을 유지하는 교각자세에서 초음파(LOGIQ BOOK XP, 5305105) 28Hz의 도자를 기관(trachea)의 수준에서 평행하게 중심부의 바깥으로 5cm 떨어진 곳으로 위치하여 오른쪽 목에 세로 방향으로 적용하였다(Fig 2). 모든 대상자의 측정은 오른쪽 깊은목굽힘근과 목빗근을 측정하였다(Jesus 등, 2011). 각 단계에서 세 번 반복을 수행하여 기록하고 그 값의 평균값을 사용하였다.

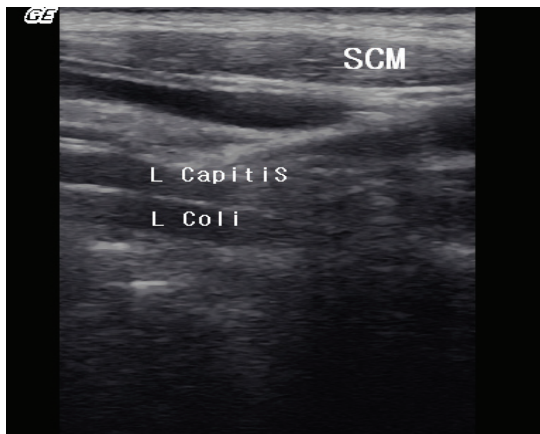


Fig 2. Ultrasound image of cervical flexor muscles

근육의 두께는 개인 간의 절대치가 다르기 때문에 초음파를 통한 근육의 상태를 분석하기 위하여 근육의 두께 변화량을 계산(근두께 변화량 = (수축기의 근두께 - 휴식기의 근두께) / 휴식기의 근두께)하여 평준화 하였다(Hodges 등, 2003; Jesus 등, 2008; Jesus 등, 2011).

3. 실험 절차

1) 머리목굽힘 운동

머리목굽힘 운동은 깊은목굽힘근육을 강화하기 위한 운동으로 목빗근은 이완하며 고개를 끄덕이는 동작을 말한다. 교각 자세에서 바이오피드백 기구를 뒷머리 아래에 두고 턱을 아래쪽으로 당기면서 고개를 끄덕이는 동작을 수행한다. 이때 바이오피드백 기구를 통해 일정한 압력을 유지하였다. 또한 동작을 수행할 때 머리를

바닥에서 들어 목뼈의 굽힘이 발생하지 않도록 하였다.

그리고 대상자들의 머리목굽힘 속도와 자세를 일정하게 유지하기 위해 10회 예비연습을 실시하였다. 이때 호흡은 날숨 상태를 유지하게 하였다.

바이오피드백의 사용은 다음과 같다. 목 아래의 공기가 채워진 주머니를 20mmHg로 설정하고 다이얼을 확인하면서 주머니를 서서히 누를 때, 30mmHg까지 천천히 부드럽게 압력을 높여나간다. 수축 유지시간은 10초, 3번을 반복하되, 수축과 수축 사이에 2분간 휴식한다. 압력의 확인은 뒤통수에 근접하여 목 뒤에 공기가 채워진 압력센서(stabilizer pressure bio-feedback, Chattanooga group, Chattanooga, TN)를 두고 센세의 다이얼로부터 얻어지는 시각적 피드백을 이용하여, 목뼈앞굽음이 편평해짐을 확인한다(Fig 3).



Fig 3. Biofeedback

3. 분석방법

실험결과 자료의 통계처리는 SPSS version 18.0을 이용하여 연구대상자의 일반적인 특성은 성별, 나이, 키, 몸무게를 기술통계를 사용하여 분석하였고 pearson 상관계수를 이용하여 앞쪽머리 자세 측정방법인 머리척추 각도에 따른 근육수축 변화율을 알아보기 위하여 상관관계 분석을 하였다. 대응표본-t검정을 이용하여 운동 시와 휴식 시의 각 근육 두께를 비교하였다. 검증을 위한 유의확률은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

III. 결 과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자는 35명이며, 남자 12명, 여자 23명으로 평균 연령은 20.34 ± 1.51 세, 평균 신장은 165.89 ± 7.92 cm, 평균 체중은 61.26 ± 11.13 kg이다 (Table 1).

Table 1. General characteristic of subjects (N=35)

Variable	Mean±SD
Age(yrs)	20.34±1.51
Height(cm)	165.89±7.92
Weight(kg)	61.26±11.13

2. 머리목굽힘 운동 시 목굽힘근육의 두께와 변화량

머리목굽힘 운동 시 목굽힘근육의 두께와 변화량은 Table 2와 같다. 머리목굽힘 운동 시 휴식 시에 근육 두께량과 운동 시의 근육 두께량 사이의 변화율은 깊은 목굽힘근에서 18.4%, 목빗근에서 18.6%, 깊은목굽힘근/목빗근에서 -1.1%로 나타났다.

Table 2. Average amount of change and the average thickness of neck flexor at the time of the crano-cervical flexion exercise

	DCF ^c	SCM ^d	DCF/SCM
Resting	32.26±6.92 ^a	40.43±14.58	.87±2.26
CCFE ^b	38.20±8.45	47.96±16.71	.86±.26
Amount of change	.19±.12	.19±.06	1.03±.70

^aMean(mm)±SD, ^bCranio-cervical flexion exercise, ^cDeep cervical flexor, ^dSternocleidomastoid

3. 앞쪽머리자세와 목굽힘근육 두께 변화와의 상관관계

앞쪽머리자세 측정방법인 머리척추각에 따른 비교한 결과 머리목굽힘 운동 시에 깊은목굽힘근의 상관계수는 .345이고, 깊은목굽힘근의 변화량과의 상관계수는 .841 이고, 목빗근/깊은목굽힘근 변화량과의 상관계수는 .754 로 유의하게 상관계수가 나타났다(Table 3)(p<.05).

Table 3. Correlation of craniovertebral angle and neck flexor change in thickness

Muscle	craniovertebral angle	
	Pearson correlation	p
Resting SCM ^a	-.011	.95
CCFE SCM	-.010	.95
Amount of change of SCM	.117	.99
Resting DCF ^b	-.033	.85
CCFE ^c DCF	.345*	.04

Resting DCF/SCM	.017	.92
CCFE DCF/SCM	.264	.13
Amount of change of DCF	.841*	.00
Amount of Change of DCF/SCM	.754*	.00

*p<.05, ^aSternocleidomastoid, ^bDeep cervical flexor, ^cCranio-cervical flexion exercise

4. 목굽힘운동과 휴식 시 각 근육 두께의 비교

목굽힘운동과 휴식 시의 각 근육 두께를 비교한 결과 깊은목굽힘근과 목빗근 모두 .00으로 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 깊은목굽힘근/목빗근은 .68으로 유의한 차이가 없었다.

Table 4. The comparison of muscle thickness during CCFE and resting

Muscle	t	p
^a CCFE ^b SCM - Resting SCM	20.60	.00*
CCFE ^c DCF - Resting DCF	9.24	.00*
CCFE DCF/SCM - Resting DCF/SCM	.42	.68

*p<.05, ^aCranio-cervical flexion exercise ^bSternocleidomastoid, ^cDeep cervical flexor

IV. 고 찰

본 연구에서는 머리척추각이 증가함에 따라 목굽힘 근육 중 얇은 목굽힘근육인 목빗근에 비해 상대적으로 깊은목굽힘근육의 두께 변화량이 증가하는지 알아보고자 하였다. 이를 알아보고자 머리척추각과 머리목굽힘 검사 시 목굽힘근육의 두께를 측정·분석하였다. 머리척추각이 높아짐에 따라 목빗근에 비해 깊은목굽힘근육의 사용이 증가하는 것으로 확인하였기 때문에 머리척추각이 낮은 대상자에게 머리목굽힘 운동을 시행함으로써 깊은목굽힘근육의 활성화에 영향을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

머리 목-굽힘 운동 시의 목굽힘근의 근 활성도를 측정한 Falla 등(2004)의 연구에서 압력의 증가와 근육 활성도의 증가량은 양의 상관관계에 있다는 연구 결과와 일치하며, 초음파를 통한 목 굽힘근의 근육 분석을 한 선행 연구에서는 머리-목 굽힘 운동 시에 압력이 증가할수록 목빗근과 심부목굽힘근의 두께가 증가한다는 연

구 결과가 나타났다. 본 연구는 위 연구를 토대로 특정 자세를 취했을 때 초음파를 통해 근육 두께의 활성도를 비교한 결과 머리척추각이 증가함에 따라 머리목굽힘 운동 시행 시 깊은목굽힘근육의 변화량이 유의한 값이 나왔다.

머리-목 굽힘 운동 시에 나타난 압력 수준에 따른 깊은 목굽힘근과 목근육 두께 변화량은 머리앞굽음각도에 따라 나뉜 그룹 모두에서 압력이 증가함에 근육 두께가 증가하였다(전덕훈 등, 2011). 위에 논문에서는 압력 수준을 증가하여 머리앞굽음각도에 따라 나뉜 그룹의 근육두께 변화량의 증가를 나타낸 반면 본 연구에서는 머리목굽힘 운동시 압력을 일정하게 유지하여 머리척추각에 따른 근육 두께변화량을 알아보려고 하였다.

최영준(2007)은 머리앞쪽자세를 갖고 있는 일반인의 머리척추각과 머리회전각에 대한 목·등부 신장 및 근력 강화 운동은 통계적으로 유의한 수준에서 머리척추각을 증가시키고 머리회전각을 감소시켜서 머리앞쪽자세를 다른 자세로 교정하는데 영향을 미친다고 하였다. 앞쪽 머리자세는 아랫목뼈와 위등뼈부의 증가된 굽힘, 제 1 목뼈에서 증가된 뒤통수의 팽, 위목뼈의 증가된 팽이 특징이다. 머리척추각은 수직에 대해 제 7목뼈를 지나 는 수평선을 그려 제 7목뼈와 귀이주를 연결한 선으로 아랫목뼈의 굽힘 정도를 나타낸다(채윤원, 2002). 이처럼 위의 연구들을 토대로 아랫목뼈의 굽힘 정도를 나타낸 머리척추각을 앞쪽머리자세의 하나의 측정방법으로 보고 사용하였다.

정재훈(2011)은 통증이 없는 정상인을 대상으로 목굽이 정도에 따라 정상군, 뒤굽음군, 과다앞굽음군으로 나누고 머리목굽힘 운동 시 깊은목굽힘근에서는 바이오피드백 압력이 높을수록 근육 활성도가 증가되는 경과를 보였다. 정상군에서는 24mmHg 이상에서 모두 휴식기와 비교했을 때 유의하였고, 앞굽음군에서는 26mmHg 이상에서 휴식기와 비교하였을 때 모두 유의하였다.

위에 연구에서는 압력이 클수록 근육 활성도가 증가한다고 하였다. 이를 토대로 본 연구에서는 바이오피드백을 20mmHg으로 설정하고 천천히 압력을 높여 30mmHg를 유지하여 진단초음파를 이용해 측정대상자 모두 같은 압력에서의 근육 두께를 측정하고자 하였다.

정덕훈(2011)은 머리목굽힘 운동 시 목굽힘근들의 근육 동원 패턴을 분석하기 위해 통증군, 비통증군 두 집단으로 나누어 초음파 측정을 하였고 두 집단 모두에서 압력의 증가에 따라 근육 두께 변화량의 증가를 보였다. 긴목근같은 깊은목굽힘근들은 직접 측정하거나 표면근전도를 적용하기는 어렵지만 초음파 측정도구는 근육수축의 과정을 실시간으로 시각적인 피드백 자료로서

제공하여 주는데 아주 유용하다(Cagnie 등, 2009). 위의 연구들은 근육 두께 측정에 초음파의 이용이 유용하다는 것을 뒷받침해주고 있다. 이를 토대로 본 연구에서는 목굽힘근육의 두께 측정에 초음파를 사용하였다.

이명호(2010)는 머리목굽힘 운동이 앞쪽머리자세에서 머리기울기, 목굽힘, 어깨앞쪽돌출, 목 장애 지속, 그리고 통증의 크기 감소뿐만 아니라 약화된 깊은목근육에 근력 및 근지구력 향상에 더 효과적임을 보여준다. 이를 토대로 우리 논문은 앞쪽머리각도에 따라 깊은목굽힘근의 근육 두께를 측정하기 위해 머리목굽힘 운동을 실시하였다.

제한점으로는 첫째, 연구대상자를 선정하는 과정에서 대상을 20대로 제한하여 다른 연령에서는 일반화하기 어렵다. 향후 연구에서는 이를 참고하여 다양한 연령에서의 객관적인 연구결과를 제공할 수 있을 것으로 사료된다. 둘째, 머리척추각에 따른 목굽힘근수축 두께의 변화에 대한 주제를 가진 선행 논문의 부족으로 참고할 만한 자료가 부족하였다. 따라서 향후에는 이러한 주제로 연구가 더 진행되어야 할 것이다. 셋째, 초음파를 통한 근육두께 변화량을 분석을 한 선행연구에서는 남녀 차이에 따라 근육두께 변화량에 차이가 있었다. 하지만 본 연구에서는 특정한 질환이 없는 정상 남녀를 대상으로 하였기 때문에 근육두께 변화량에 별다른 차이가 없었던 것으로 보여진다. 향후 머리척추각에 대한 남녀의 근육두께 변화량에 대해 연구가 더 이루어져야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 앞쪽머리자세 측정방법인 머리척추각에 따라 목굽힘근육의 두께 변화량의 상관성에 대하여 연구하였다.

첫째, 연구자의 측정 시 신뢰도에서 목빗근은 .96, 머리긴근은 .92 그리고 목긴근은 .97의 신뢰도를 보였다.

둘째, 앞쪽머리자세가 감소함에 따라 머리목굽힘 운동 시 깊은목굽힘근의 변화량과 목빗근/깊은목굽힘의 비의 변화량은 양의 상관관계를 보였다.

셋째, 목굽힘운동과 휴식 시 각 근육의 두께를 비교한 결과 깊은목굽힘근과 목빗근에서 유의한 차이를 보였다.

이는 앞쪽머리자세가 증가할수록 머리목굽힘 운동 시에 목빗근의 수축력과 목빗근/깊은목굽힘근의 비의 근수축의 효율성에 부정적 영향을 미치는 것으로 여겨지며, 이에 앞쪽머리자세를 개선하는 운동프로그램과 교육의 필요성을 제시하는 바이다.

참고문헌

구소리, 정혜연, 김효선 등. 전방머리 자세와 등근 어깨 자세에 따른 호흡기능과 흉곽확장 능력간의 상관관계. 대전대학교 물리치료학과 학술지. 2012;4(1):21-27.

권미성, 전해란, 이해정. 목통경험 유무에 따른 초음파 영상에서 측정된 심부 목근육 크기와 근지구력 시간에 대한 비교 연구. 한국콘텐츠학회지. 2011; 11(12):326-334.

박상덕. 컴퓨터 타이핑 작업 시 앞쪽머리자세가 목과 어깨의 근 활성도에 미치는 영향. 연세대학교 보건환경대학원. 석사학위논문. 2005.

송우리, 김선엽, 장현정. 하승모근 등척성 운동방법에 따른 근두께 변화량 비교 및 초음파 영상의 신뢰도 연구. 한국전문물리치료학회지. 2012;19(3):31-39.

이명효. 목 운동이 고교생의 목-어깨자세와 통증에 미치는 효과. 대구대학교 대학원. 석사학위논문. 2010.

장현정, 김현희, 송창호. 만성 경부통 환자를 위한 복합운동 프로그램의 효과. 대한물리의학회지. 2011;6(1):81-92.

전덕훈. 머리-목굽힘검사를 적용한 팔 거상 동작이 목 근육 활성도에 미치는 영향. 대구대학교 재활과학대학원. 석사학위논문. 2011.

정재훈. 머리-목 굽힘 운동시 압력차이에 따른 머리전방각도와 심부목굽힘근의 근활성 비교. 대구대학교 재활과학대학원. 석사학위논문. 2011.

최영준. 경-흉부 신장 및 근력강화 운동이 머리전방자세에 미치는 영향. 고려대학교 의용의학대학원. 석사학위논문. 2007.

Adamar N. Head and shoulder alignment among patients with unilateral vestibular hypofuncion. Rev Bras Fisioer. 2010;14(4):330-336

Cagnie B, Derese E, Vandamme L, et al. Validity and reliability of ultrasonography for the longus colli in asymptomatic subjects. Man Ther. 2009;14(4): 421-426.

Cagnie B, Dirks R, Schouten M, et al. Functional reorganization of cervical flexor activity because of induced muscle pain evaluated by muscle functional magnetic resonance imaging. Man Ther. 2011;16(5):470-475.

Cailliet R. Soft Tissue Pain and Disability. FA Davis Company. 1996.

Coelho Júnior AN, Gazzola JM, Gabilan YP, et al.

Head and shoulder alignment among patients with unilateral vestibular hypofunction. Rev Bras Fisioter. 2010;14(4):330-336.

Cook C, Burgess-Limerick R, Chang S. The prevalence of neck and upper extremity musculoskeletal symptoms in computer mouse users. Int J Ind Ergon. 2000;26(3):347-356.

Girish V, Vijayalakshmi A. Affordable image analysis using NIH Image/Image J. Indian J Cancer. 2004;41(1):47.

Hodges PW, Pengel LH, Herbert RD, et al. Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. Muscle Nerve. 2003;27(6):682-692.

Javanshir K, Mohseni-Bandpei MA, Rezasoltani A, et al. Ultrasonography of longus colli muscle: A reliability study on healthy subjects and patients with chronic neck pain. J Bodyw Mov Ther. 2011;15(1):50-56.

Jesus FM, Ferreira PH, Ferreira ML. Ultrasonographic measurement of neck muscle recruitment: a preliminary investigation. J Man Manip Ther. 2008);16(2):89-92.

Jesus-Moraleida FR, Ferreira PH, Pereira LS, et al. Ultrasonographic analysis of the neck flexor muscles in patients with chronic neck pain and changes after cervical spine mobilization. J Manipulative Physiol Ther. 2011;34(8):514-524.

Ludewig PM, Cook TM. The effect of head position on scapular orientation and muscle activity during shoulder elevation. J Occup Rehabil. 1996;6(3):147-158.

Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, et al. Star excursion balance test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. J Orthop Sports Phys Ther. 2006;36(12):911-919.

Rezasoltani A, Ylinen J, Vihko V. Isometric cervical extension force and dimensions of semispinalis capitis muscle. J Rehabil Res Dev. 2002;39(3): 423-428.

Falla D, Bilenkij G, Jull G. Patients with chronic neck pain demonstrate altered patterns of muscle activation during performance of a functional upper limb task. Spine. 2004;29(13):1436-1440.

Kapreli E, Vourazanis E, Billis E, et al. Respiratory dysfunction in chronic neck pain patients. A pilot study. *Cephalalgia*. 2009;29(7):701-710.

Cagnie B, Danneels L, Cools A. The influence of breathing type, expiration and cervical posture on the performance of the cranio-cervical flexion test in healthy subjects. *Man Ther*. 2008;13(3):232-238.

Katherine H. Effectiveness of an exercise program to improve forward head posture in normal adults: a randomized, controlled 10-week trial. *J Man Manip Ther*. 2005;13(3):163-176.

Kapreli E, Vourazanis E, Billis E, et al. Respiratory dysfunction in chronic neck pain patients. A pilot study. *Cephalalgia*. 2009;29(7):701-710.