

## 머리척추각의 변화에 따른 목 주변근육의 활성도와 가슴우리 가동성에 미치는 영향

양용필, 서동열\*  
동신대학교 물리치료학과

### Effects of the Change of the Craniovertebral Angle on the Activity of the Muscles around the Neck and the Mobility of the Rib Cage

Yong-Pil Yang, Dong-Yel Seo\*  
Department of Physical Therapy, Dongshin University

**요약** 본 연구는 머리척추각의 변화에 따른 목 주변 근육들의 활동 양상과 가슴우리 가동성을 확인하여 앞쪽머리자세가 신체 구조와 기능에 미치는 영향을 확인하고자 하였다. 연구 참여자들은 건강한 20대 성인 남녀 50명으로 선정하였다. 대상자들의 머리척추각을 측정하여 기준각도로 설정하고, 기준각도에서 10% 감소한 각도와 20% 감소한 각도에서 각각 목빗근과 위등세모근의 근활성도를 측정하였다. 동시에 가슴우리 가동성을 확인하기 위해 최대 들숨시 앞뒤직경과 가로 직경을 측정하였다. 연구 결과에서는 머리척추각의 변화에 따라 목빗근과 위등세모근의 근활성도는 모두 각도별 유의한 차이를 보였다. 머리척추각의 변화에 따른 가슴우리 가동성에서는 각도의 변화에 따라 앞뒤직경은 유의한 차이를 보였고, 가로직경의 변화에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 따라서, 머리척추각이 감소할수록 목 주변 근육의 과도한 근활성도를 나타내었고, 가슴우리 가동성에서도 앞뒤직경에 제한된 변화가 나타났다. 이는 앞쪽머리자세가 호흡과정에서 목 주변 근육들의 과도한 활성으로 인해 가슴우리의 앞뒤직경의 변화만으로 나타내어 제한된 가동성을 보인다고 할 수 있다. 이러한 변화는 호흡기능에 부정적인 영향을 줄 수 있으며 앞쪽머리자세를 보이는 환자들에게 목 주변 근육들의 과도한 활동을 억제하고 가슴우리의 전체적인 움직임을 촉진할 수 있는 훈련방법이 필요할 것으로 사료된다.

**Abstract** This study was undertaken to confirm the activity of the neck muscles and the mobility of the chest cage after altering the CVA. The study participants included 50 healthy adult males and females. The reference angle of the CVA was set in the subjects' comfortable posture. The muscle activity of the sternocleidomastoid and trapezius muscles, the anteroposterior diameter of the thoracic cage, and the left and right diameters were measured at angles reduced by 10% and 20%. Our results revealed that the muscle activity of the neck muscles and the anterior and posterior diameter of the chest cage differed significantly according to the change in CVA. However, no significant difference was observed in the left and right diameters. Therefore, decreasing the CVA resulted in excessive muscle activity around the neck and a limited change in the mobility of the chest cage. These changes may negatively impact respiratory functions. We believe that a training method that suppresses the excessive activity of the muscles around the neck and promotes the overall movement of the chest cage is necessary for patients with a forward head posture.

**Keywords** : Craniovertebral Angle, Forward Head Posture, Muscle Activity, Rib Cage Mobility, Respiratory Function

이 논문은 동신대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음.

\*Corresponding Author : Dong-Yel Seo(Dongshin Univ.)

email: seody0815@naver.com

Received November 14, 2022

Accepted January 6, 2023

Revised December 5, 2022

Published January 31, 2023

## 1. 서론

앞쪽머리자세(forward head posture: FHP)는 인체의 무게중심을 지나는 수평면에 대한 가상의 수직선에 비해 머리가 앞으로 위치한 상태를 의미하며, 현대 사회에서 장시간 앉은 상태로 자세를 오랫동안 유지하게 되는 근로자나 학생들에게 많이 나타나는 대표적인 근골격계 질환의 발생 요인이다[1,2].

장시간 컴퓨터 사용으로 인한 근골격계 질환은 목과 어깨 통증으로 이어지는 잘못된 자세 습관을 가지게 된다[3]. 잘못된 자세습관과 작업환경으로 발생하는 앞쪽머리자세는 목통증을 비롯하여 목 주위 근육들의 불균형, 유연성 저하 그리고 호흡기능의 문제 등을 발생시키는 요인으로 작용할 수 있다[4].

앞쪽머리자세와 같은 잘못된 자세는 호흡과정에서 가슴우리의 확장 패턴에 부정적인 영향을 주어 허파용적과 폐활량을 감소시키는 결과를 가져온다[5]. 또한, 목빗근과 같은 목주변 근육들의 근 긴장도가 증가되어 가슴우리가 위쪽으로 확장되고, 등뼈 부위의 가동성이 감소되어 가로막의 기능이 떨어지게 된다[6].

목빗근은 일상적인 호흡 동안 수축을 거의 하지 않고 보조 호흡근으로 작용하게 되는데[7,8] 앞쪽머리자세로 인해 불필요한 활동이 증가하여 비정상적인 호흡패턴을 가져오게 하고, 이는 호흡기능에 제한을 가져올 수 있다고 하였다[4].

호흡과정에서 들숨근은 가슴우리의 부피를 증가시켜 공기가 인체안으로 들어올 수 있도록 하며, 들숨근의 수축에 문제가 생길 경우 가슴우리 운동성을 제한하여 폐로 도달하는 공기의 양에 영향을 줄수 있는 것이다. 이러한 과정에서 목빗근과 같은 들숨근들의 비정상적인 기능 활동이 나타나게 되면 호흡기능에 부정적인 영향을 미치게 된다[9].

Dimitriadis 등[10]은 앞쪽머리자세가 잘못된 자세와 호흡기능의 증가를 위해 보상기전을 일으킨다고 하였는데 앞쪽머리자세를 가진 환자들은 가로막 호흡보다 목빗근을 많이 사용하게 되는 상부흉곽호흡을 함에 따라 호흡의 기능성이 감소한다고 하였다[11,12].

이처럼 앞쪽머리자세와 관련된 구조적 문제와 호흡기능의 변화에 대한 다양한 기능장애와 문제들을 제시하고 있지만 이들 요인들 간의 관련성에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 앞쪽머리자세에서 머리척추각(cranio-vertebral angle, CVA)의 변화에 따라 목 주변 근육들의 활동 양상과 가슴우리의 가동성을

확인하여 앞쪽머리자세가 신체구조와 기능에 미치는 영향을 알아보고 앞쪽머리자세로 인한 문제를 해결하기 위한 연구들의 기초자료로 활용하고자 한다.

## 2. 연구방법

### 2.1 연구대상자

본 연구는 대학교에 재학중인 건강한 20대 성인들 중 실험에 대한 설명을 듣고 자발적으로 참여하는데 동의한 50명을 대상으로 하였다. 대상자 선정 제외 기준은 다음과 같다.

- ① 목과 머리에 정형외과적 질환이 있는 자
- ② 목뼈에 의한 신경학적 증상이 있는 자
- ③ 척추나 흉부 병력이 있는 자
- ④ 목에 대한 외상이나 통증이 있는 자

연구 진행 중 대상자가 불편함을 느끼는 상황이 발생하거나 개인적인 사유로 참여가 어려울 경우에는 언제든지 연구 참여를 중단할 수 있도록 하였다. 연구에 참여한 대상자의 개별적 특성은 다음과 같다(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects (n=50)

General characters	
Age(year)	23.10±2.72
Gender(male/female)	27/23
Height(cm)	174.21±4.99
Weight(kg)	70.51±8.73
Craniovertebral angle(°)	55.19±3.63

Values are presented as mean ± SD.

### 2.2 측정방법

#### 2.2.1 머리척추각(CVA) 측정

본 연구에서는 머리척추각의 변화에 따른 근활성도와 가슴우리 가동성을 확인하기 위해 디지털 각도기(BD-DR300, korea)(Fig. 1)를 사용하여 각도를 측정하였다. 머리척추각은 신체의 가쪽에서 관찰했을 때, 귀 구슬 중간지점과 7번째 목뼈의 가시돌기를 표시한 지점 사이를 잇는 선과 7번째 목뼈의 가시돌기 높이를 지나는 수평선이 이루는 각도이다.

대상자의 머리척추각을 측정하는 동안 대상자의 움직

임을 최소화하도록 구두로 주위를 주었고, 측정시간을 최소화하도록 사전에 측정연습을 수회 실시하여 측정의 오류를 최소화하도록 하였다.



Fig. 1. Digital protractor(BD-DR300)

### 2.2.2 근활성도 측정

목빗근과 등세모근 상부의 근활성도를 측정하기 위해 무선 표면 근전도 시스템(FreeEMG1000, BTS Bioengineering, Milano, Italy)를 사용하였다. 표본 추출률(sampling rate)은 1,000Hz를 설정하고, band pass filter(20-500Hz)를 사용하여 자료를 수집하였다. 수집된 자료는 무선 근전도 시스템 소프트웨어 EMG Analyzer v2.9.37 (BTS Bioengineering, Italy)를 이용하여 처리하였다. 전극은 좌우측 목빗근과 등세모근 상부의 근육에 1개 채널씩 모두 4개 채널을 부착하였으며 머리척추각의 변화에 따라 최대 호흡후 숨을 참은 상태에서 근활성도를 측정하였다. 근활성도는 각 각도별 5 초씩 3회 측정하였다. EMG 신호를 정규화하기 위해 안정된 자세에서의 동일한 근육의 근활성도를 기준값으로 %RVC (%reference voluntary contraction)를 구하여 사용하였다[13].

### 2.2.3 가슴우리 가동성 측정

가슴우리 가동성은 앞뒤, 가로 직경을 측정하여 확인하였다. 측정도구는 앞뒤, 가로 직경을 측정할 수 있는 직경측정기를 사용하였다(Fig. 2). 가슴우리 전후 직경은 칼돌기와 등뼈 10번 가시돌기(xiphoid process ~ T10) 지점에 표시한 후 측정도구를 위치시켜 측정하였고, 좌우 직경은 10번 갈비뼈(10th Rib)와 겨드랑이 선(axillary line)이 만나는 양쪽 지점에 측정도구를 위치시켰다. 측정과정에서 수평상태를 유지하기 위해 측정시 수평계를 올려놓고 측정하였다. 측정지점은 펜으로 미리 표시하여 일정한 지점에서 측정이 가능하도록 하였다 [14].

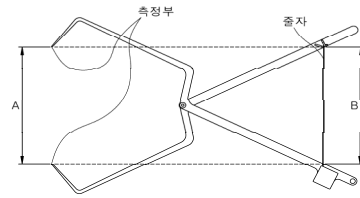


Fig. 2. Measuring device for diameter

### 2.2.4 실험절차

대상자는 조용한 실내에서 사전에 측정절차에 대한 설명을 충분히 받아 측정시 움직임을 최소화할 수 있도록 하였다.

팔걸이와 등받이가 없는 의자에 편안하게 앉은 자세에서 머리척추각을 측정하고 기준각도를 확인하였다. 기준각도 자세에서 호흡을 최대한 들이마시고 멈춘 상태에서 3초후 가슴우리의 앞뒤, 가로 직경을 측정하고, 동시에 근활성도를 측정하여 자료를 수집하였다. 머리척추각이 10%감소된 자세와 20% 감소된 자세에서 측정을 동일한 방법을 시행하여 자료를 수집하였다. 각도별 측정간에 1분 동안 휴식시간을 부여하여 호흡을 안정시키도록 하였다. 각각의 측정은 실험 전 · 후 실험자가 총 3회 측정 한 후 평균값을 이용하여 분석하였다.

### 2.3 분석방법

본 연구에서 얻어진 측정자료는 평균과 표준편차를 이용하여 나타내었다. 머리척추각에 따른 어깨 주위 근육의 근활성도와 가슴우리 직경의 변화를 확인하기 위해 반복측정 분산분석(repeated measures of ANOVA) 방법을 사용하였다. 사후검정은 본페로니 수정법(Bonferronis correction)을 사용하였다. 모든 통계처리는 IBM SPSS ver. 23.0을 이용하였고, 유의수준  $\alpha$ 는 .05로 하였다.

## 3. 연구결과

### 3.1 머리척추각의 변화에 따른 근활성도 차이

목빗근과 위등세모근의 근활성도 변화를 확인한 결과 머리척추각의 변화에 따라 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다( $p < .05$ ). 사후검정 결과 0%와 20%의 조건의 근활성도 변화에서 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ )(Table 2).

Table 2. Differences in muscle activity according to changes in CVA (%RVC)

muscle	CVA		muscle activity	p	pos-hoc
	0%	10%			
Lt SCM	0%	124.18 ± 47.82	.001*	1<3	
	10%	131.49 ± 57.35			
	20%	154.30 ± 124.04			
Rt SCM	0%	126.66 ± 28.96	.045*	1<3	
	10%	132.94 ± 59.14			
	20%	155.29 ± 105.02			
Lt Upper Trapezius	0%	109.23 ± 33.74	.002*	1<3	
	10%	136.78 ± 106.51			
	20%	136.9 ± 64.90			
Rt Upper Trapezius	0%	122.47 ± 78.33	.014*	1<3	
	10%	143.49 ± 102.11			
	20%	156.44 ± 65.06			

Values are presented as mean ± SD

\*p<.05

1>3 : significant difference between 0% and 20% (p<.05)

### 3.2 머리척추각의 변화에 따른 가슴우리 직경의 차이

가슴우리 가동성 변화를 확인한 결과 머리척추각의 변화에 따라 가슴우리 앞뒤 직경의 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다(p<.05). 가슴우리 가로 직경의 변화에서는 유의한 차이를 보이지 않았다(p>.05). 사후검정 결과 앞뒤직경의 0%와 10%, 0%와 20%의 조건의 가동성에서 유의한 차이를 보였다(p<.05)(Table 3).

Table 3. Differences in rib cage diameter according to changes in CVA (cm)

	CVA		p	pos-hoc
	0%	10%		
AP diameter	0%	17.05 ± 2.31	.001*	1<2 1<3
	10%	17.27 ± 2.37		
	20%	17.31 ± 2.41		
RL diameter	0%	28.80 ± 3.81	.294	
	10%	28.98 ± 3.83		
	20%	28.87 ± 3.75		

Values are presented as mean ± SD

\*p<.05

AP diameter : anterior and posterior diameter

RL diameter : right and left diameter

1>2 : significant difference between 0% and 10% (p<.05)

1>3 : significant difference between 0% and 20% (p<.05)

## 4. 고찰

본 연구에서는 머리척추각의 변화에 따라 목 주위 근육들의 활성도와 가슴우리 직경의 변화를 확인하여 앞쪽

머리자세가 목 주위 근육들의 활성도와 가슴우리 가동성의 변화에 미치는 영향을 알아보려고 하였다.

앞쪽머리자세는 부적절한 자세로 인해 목 주위 근육들이 쉽게 피로하고 목뼈 및 등뼈의 해부학적 구조를 비정상적으로 변화시켜 심폐기능과 더불어 가슴우리 가동성의 변화를 야기할 수 있다고 하였다[15]. 따라서, 본 연구에서 앞쪽머리자세에서 관련 근육들의 활성도와 가슴우리 가동성을 함께 확인함으로써 요인들간의 연관성을 파악하고자 하였다.

본 연구에서 앞쪽머리자세 여부를 판단하는 머리척추각의 변화를 주어 위등세모근과 목빗근의 근활성도를 측정된 결과 머리척추각의 변화에 따른 위등세모근과 목빗근의 근활성도가 유의한 차이를 보였다. Thuresson 등 [16]은 머리척추각이 감소한 경우 중립자세에 비해 목 근육들의 근활성도가 유의하게 증가한다고 하였다. 또한, 컴퓨터 작업 시간이 증가함에 따라 머리척추각이 감소하며[17], 앞쪽머리자세에서 2분간 타이핑 작업시 위등세모근과 머리널판근의 활성도가 증가하는 선행연구들과 유사하게 목 주위 근육의 근활성도가 증가하는 것으로 나타났다[18].

이는 신체에서 머리의 무게는 체중의 약 1/7이며 머리 무게에 대항하여 정적인 위치를 유지하기 위해 목과 어깨 주위 근육들이 활성화된다[19]. 그리고 앞쪽머리자세는 일반적으로 목뼈 아래의 굽힘과 목뼈 위쪽의 폼이 함께 나타나며 머리척추각의 감소로 나타나는 앞쪽머리자세가 심할수록 위등세모근과 같은 목뼈의 폼 근육들이 부하가 증가하며, 근활성도 또한 증가되는 것으로 보여진다.

Koh와 Jung은[20] 앞쪽머리자세와 호흡 패턴의 종류에 따라 목빗근의 활성도에 차이를 보인다고 하였다. 이는 머리척추각이 감소함에 따라 목뼈를 굽힘시켜 근활성도의 증가를 보이는 것으로 판단된다.

본 연구에서는 목뼈 주위 근육들의 근활성도와 함께 들숨과정에서 가슴우리의 가동성도 확인하여 이들 간의 연관성을 파악하고자 하였다. 그 결과 머리척추각의 변화에 따른 가슴우리 앞뒤 직경이 각도에 따라 유의한 차이를 보였고, 가로 직경에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 결과적으로 머리척추각이 감소한 상태에서 목빗근의 근활성도가 증가하고, 목빗근에 의해 들숨시 복장뼈의 상승으로 가슴우리의 앞뒤 직경을 증가시키는 것으로 판단된다.

목빗근은 목갈비근과 함께 들숨과정에서 체벽(Chest wall)에 작용하여 복장뼈와 갈비뼈의 위쪽 이동을 만들

어 내어 호흡과정에서 가슴우리 움직임 만들어 내는데 이를 상부흉곽 호흡패턴(upper costal breathing pattern)이라고 한다[19]. 이 호흡패턴은 갈비가로막 호흡패턴(costodiaphragmatic breathing pattern)보다 들숨과정에서 가슴우리 상부의 확장 움직임이 증가하여 폐활량과 가스교환이 감소되고 비효율적인 호흡을 가져오게 된다고 하였다[21,22].

koh와 Jung[20]에 의하면 상부흉곽호흡패턴에서 가로막호흡패턴과 비교하여 목빗근의 근활성도가 유의하게 증가했다고 하였다. 본 연구에서는 머리척추각이 감소할수록 목빗근의 근활성도가 유의하게 증가하였고 동시에 가슴우리의 앞뒤직경만이 유의하게 증가하는 결과를 보였는데, 이는 머리척추각이 감소하는 앞쪽머리자세 환자들에서 상부흉곽호흡패턴을 보이는 것으로 판단할 수 있다.

따라서, 앞쪽머리자세에서 머리척추각이 감소함에 따라 최대들숨과정에서 위등세모근과 목빗근의 근활성도가 증가하는 결과가 나타나고 이러한 근육활동에 의해 가슴우리가 가로 확장 없이 상부로의 확장만이 이루어지게 된다. 결국, 정상적인 움직임에 의한 허파용적에 비해 감소된 용적으로 보이게 되어 결과적으로 폐활량의 감소를 비롯한 폐기능의 문제를 가져오게 하는 요인으로 작용할 수 있다는 것을 보여준다.

이전 연구들에서 상부흉곽호흡패턴과 같은 비효율적인 호흡패턴을 교정하기 위한 가슴우리 확장훈련과 가로막 호흡패턴 훈련을 추천하고 있다[23,24]. 따라서 앞쪽머리자세 환자들에게 가슴우리 확장훈련과 가로막 호흡패턴 훈련을 통해 호흡과정에서 적절한 근육활동과 전체적인 확장을 통한 가슴우리 가동성 확보 방법을 적용하는 것이 효과적인 것으로 판단된다.

본 연구의 제한점으로 건강한 젊은 성인을 대상으로 한정되어 모든 연령대의 특성의 반영하여 일반화하기에 어려움이 있었고, 각 조건별 머리척추각을 유지하기 위한 기계적 장치를 사용하지 않아 각도 유지에 미흡한 점이 있었다. 추후 연구에서는 목 주변근육의 활성패턴의 교정을 통한 앞쪽머리자세의 문제해결 방법에 관한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 5. 결론

본 연구는 머리척추각의 변화에 따라 목 주위 근육들의 근활성도와 가슴우리의 가동성을 확인하여 앞쪽머리자세에서 근활성도의 변화와 가슴우리 가동성의 연관성

을 파악하고자 하였다. 그 결과 머리척추각의 변화에 따라 위등세모근과 목빗근의 근활성도가 유의하게 증가하였고, 동시에 가슴우리의 움직임에서는 들숨과정에서 전후 용적만이 유의한 증가를 보였다.

이는 앞쪽머리자세가 호흡과정에서 목 주변 근육들의 과도한 활성으로 인해 가슴우리의 앞뒤직경의 변화만으로 나타내어 제한된 가동성을 보인다고 할 수 있다. 이러한 변화는 호흡기능에 부정적인 영향을 줄 수 있으며 앞쪽머리자세를 보이는 환자들에게 목 주변 근육들의 과도한 활동을 억제하고 가슴우리의 전체적인 움직임을 촉진할 수 있는 훈련방법이 필요할 것으로 사료된다.

본 연구에서는 목뼈 주위 근육들의 근활성도와 함께 들숨과정에서 가슴우리의 가동성도 확인하여 이들 간의 연관성을 파악하고자 하였다. 그 결과 머리척추각의 변화에 따른 가슴우리 전후 직경이 각도에 따라 유의한 차이를 보였고, 좌우 직경에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 결과적으로 머리척추각이 감소한 상태에서 목빗근의 근활성도가 증가하고, 목빗근에 의해 들숨시 복장뼈의 상승으로 가슴우리의 전후 직경을 증가시키는 것으로 판단된다.

## References

- [1] S.-S. Bae, "Treatment of Forward Head Posture & Shoulder Instability," J Korean Soc Phys Med, vol. 2, no. 2, pp. 219-228, 2007.
- [2] M. Good, C. Stiller, J. A. Zauszniewski, G. C. Anderson, M. Stanton-Hicks, and J. A. J. Jon. m. Grass, "Sensation and distress of pain scales: reliability, validity, and sensitivity," vol. 9, no. 3, pp. 219-238, 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1891/1061-3749.9.3.219>
- [3] K. Schuldt, J. A. N. Ekholm, K. Harms-Ringdahl, G. Nemeth, and U. P. Arborelius, "Effects of changes in sitting work posture on static neck and shoulder muscle activity," Ergonomics, vol. 29, no. 12, pp. 1525-1537, 1986. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00140138608967266>
- [4] R. Sheikhhoseini, S. Shahrbanian, P. Sayyadi, K. O'Sullivan, "Effectiveness of Therapeutic Exercise on Forward Head Posture: A Systematic Review and Meta-Analysis", J. Manipulative Physiol. Ther., Vol.41, No.6, pp.530-539, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmpt.2018.02.002>
- [5] J. Janssens, D. Adler, R. I. Ferfoglia, A. Poncet, L. G. Graf et al, "Assessing Inspiratory Muscle Strength for Early Detection of Respiratory Failure in Motor Neuron Disease: Should we use MIP, SNIP, Or both?," Respiration, Vol.98, No.2, pp.114-124, 2019.

- [6] Okuro RT, Morcillo AM, Ribeiro MÃO, Sakano E, Conti PBM, Ribeiro JD. "Mouth breathing and forward head posture: effects on respiratory biomechanics and exercise capacity in children" *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, vol. 37, no. 4, pp. 471-479, 2011.  
DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-37132011000400009>
- [7] T. De Mayo, R. Miralles, D. Barrero, A. Bulboa, D. Carvajal, S. Valenzuela, and G. Ormeño, "Breathing type and body position effects on sternocleidomastoid and suprahyoid EMG activity," *Journal of oral rehabilitation*, vol. 32, no. 7, pp. 487-494, 2005.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2842.2005.01453.x>
- [8] M. Bastir, D. García-Martínez, N. Torres-Tamayo, J. A. Sanchis-Gimeno, P. O'Higgins et al, "In Vivo 3D Analysis of Thoracic Kinematics: Changes in Size and Shape During Breathing and Their Implications for Respiratory Function in Recent Humans and Fossil Hominins", *Anat Rec*, Vol.300, No.2, pp.255-264, 2017.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ar.23503>
- [9] E. Kapreli, E. Vourazanis, and N. J. M. h. Strimpakos, "Neck pain causes respiratory dysfunction," vol. 70, no. 5, pp. 1009-1013, 2008.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mehy.2007.07.050>
- [10] Z. Dimitriadis, E. Kapreli, N. Strimpakos, and J. Oldham, "Respiratory weakness in patients with chronic neck pain," *Manual therapy*, vol. 18, no. 3, pp. 248-253, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2012.10.014>
- [11] C. Kisner, L. A. Colby, and J. Borstad, *Therapeutic exercise: foundations and techniques*: Fa Davis, 2017.
- [12] S. P. Nair, S. S. Gardas, R. Mithaiwala, "Efficacy of Chest Expansion Resistance Exercise on Respiratory Function, Trunk Control and Dynamic Balance in Patients with Chronic Stroke: A Comparative Study.", *Bulletin of Faculty of Physical Therapy*, Vol.26, No.1, pp.1-8, 2021.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s43161-021-00041-z>
- [13] E. Criswell, *Cram's introduction to surface electromyography*: Jones & Bartlett Publishers, 2010.
- [14] S. Y. K. Jun Ho Lee, "Comparative Effectiveness of Schroth Therapeutic Exercise Versus Sling Therapeutic Exercise in Flexibility, Balance, Spine Angle and Chest Expansion in Patient with Scoliosis," *J Korean Soc Phys Med*, vol. 9, no. 1, pp. 11-23, 2014.  
DOI: <https://doi.org/10.13066/kspm.2014.9.1.11>
- [15] E. Kapreli, E. Vourazanis, and N. Strimpakos, "Neck pain causes respiratory dysfunction," *Medical hypotheses*, vol. 70, no. 5, pp. 1009-1013, 2008.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mehy.2007.07.050>
- [16] M. Thuresson, B. Ång, J. Linder, and K. Harms-Ringdahl, "Mechanical load and EMG activity in the neck induced by different head-worn equipment and neck postures," *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol. 35, no. 1, pp. 13-18, 2005.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2004.06.008>
- [17] K. s. Lee, and H. Y. Jung, "Analysis of the Change of the Forward Head Posture According to Computer Using Time," *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, vol. 4, no. 2, pp. 117-124, 2009.
- [18] P. Page, C. C. Frank, and R. Lardner, *Assessment and treatment of muscle imbalance: the Janda approach*: Human kinetics, 2010.
- [19] D. Kang, T. Oh, "Comparison of the Muscle Activity in the Normal and Forward Head Postures Based on the Pressure Level during Cranio-Cervical Flexion Exercises", *The Journal of Korean Physical Therapy*, Vol.31, No.1, pp.1-6, 2019.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18857/jkpt.2019.31.1.1>
- [20] E.-K. Koh, and D.-Y. Jung, "Effect of head posture and breathing pattern on muscle activities of sternocleidomastoid and scalene during inspiratory respiration," *Korean Journal of Sport Biomechanics*, vol. 23, no. 3, pp. 279-284, 2013.  
DOI: <https://doi.org/10.5103/KJSB.2013.23.3.279>
- [21] F. de Cordoba Lanza, A. A. de Camargo, L. R. F. Archija, J. P. R. Selman, C. Malaguti, and S. J. R. c. Dal Corso, "Chest wall mobility is related to respiratory muscle strength and lung volumes in healthy subjects," vol. 58, no. 12, pp. 2107-2112, 2013.
- [22] J. A. Pryor, and A. S. Prasad, *Physiotherapy for respiratory and cardiac problems: adults and paediatrics*: Elsevier Health Sciences, 2008.
- [23] A. L. Hudson, S. C. Gandevia, and J. E. Butler, "The effect of lung volume on the co-ordinated recruitment of scalene and sternomastoid muscles in humans," *The Journal of physiology*, vol. 584, no. 1, pp. 261-270, 2007.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1113/jphysiol.2007.137240>
- [24] Ha MS, and Han DW, "The Effects of Passive Stretching Exercise for Sternocleidomastoid(SCM) Muscle on Pulmonary Functions," *The Journal of Korean Academy of Cardiorespiratory Physical Therapy*, vol. 9, no. 2, pp. 27-32, 2021.  
DOI: <https://doi.org/10.32337/KACPT.2021.9.2.27>

양 용 필(Yong-Pil Yang)

[정회원]



- 2010년 8월 : 한서대학교 일반대 학원 물리치료학과 (이학석사)
- 2015년 2월 : 한서대학교 일반대 학원 물리치료학과 (이학박사)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 동신대학교 물리치료학과 조교수

<관심분야>

물리치료진단, 신경계운동치료

서 동 열(Dong-Yel Seo)

[정회원]



- 2013년 2월 : 동신대학교 일반대학원 물리치료학과 (이학석사)
- 2016년 2월 : 동신대학교 일반대학원 물리치료학과 (이학박사)
- 2016년 3월 ~ 현재 : 동신대학교 물리치료학과 조교수

〈관심분야〉

정형계 물리치료학, 정형도수치료학