

## 전방머리자세 대상자에 대한 목운동과 골반운동이 척추 굽이에 미치는 효과

배원식<sup>1</sup> · 장 철<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>경남정보대학교 물리치료과 교수, <sup>2\*</sup>경남정보대학교 작업치료과 교수

### Effects of Neck and Pelvic Exercise Using Swiss Ball on Spinal Curve in Adults with Forward Head Posture

Won-Sik Bae, PT, Ph.D<sup>1</sup> · Chel Jang, PT, Ph.D<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>*Dept. of Physical Therapy, Kyungnam College of Information & Technology, Professor*

<sup>2\*</sup>*Dept. of Occupational Therapy, Kyungnam College of Information & Technology, Professor*

#### Abstract

**Purpose :** The purpose of this study was to compare the effect of pelvic exercise on the CVA and spinal curve in adults with forward head posture compared to the group using only neck exercise when pelvic exercise was performed in parallel with conventional neck exercise.

**Methods :** GPS 400 and Formetric were used to identify craniovertebral angle (CVA), thoracic kyphosis, lumbar lordosis, and pelvic torsion and were measured by an experienced research manager. Forward head posture (FHP) was selected for people whose angle between the line connecting the ear ball and the seventh cervical spine and the horizontal line is 50 degrees or less. The 30 selected students were randomly divided into 15 experimental groups and 15 control groups. Mackenzie exercise and sling exercise were performed for neck exercise in both the experimental group and the control group, and pelvic exercise using a Swiss ball was additionally performed in the experimental group. All data collected in this study were analyzed using SPSS statistics 21.0. Cervical vertebral angle (CVA), thoracic kyphosis, lumbar lordosis, and pelvic torsion were compared at 0 weeks, 3 weeks, and 6 weeks for each measurement factor using ANOVA with repeated measures. For the statistical significance test, the significance level of  $\alpha$  was set to .05.

**Results :** The changes of pelvic torsion, thoracic kyphosis and CVA due to pelvic exercise using Swiss Ball and neck exercise were changed over time, but lumbar lordosis were not changed. And there were no significant differences among the groups.

**Conclusion :** In conclusion, the pelvic correction exercise is considered to be an effective exercise for correcting the FHP and requires regular pelvic correction exercises. We expect the results to be used in clinical trials.

**Key Words :** forward head posture, neck exercise, pelvic exercise, spinal alignment

\*교신저자 : 장철, jecclub@hanmail.net

논문접수일 : 2021년 7월 15일 | 수정일 : 2021년 7월 29일 | 게재승인일 : 2021년 8월 13일

## I. 서론

전방머리자세는 현대 사회에서 장시간 책상에 앉아있는 학생이나 사무직 근로자에게서 흔히 발생하는 대표적인 목 부위 질환 중 하나로, 신체 무게 중심을 관통하는 수평면에 가상의 수직선에 대해 머리가 전방에 위치한 상태를 의미한다(Bae 등, 2017).

일반적으로 전방머리자세는 아래 목뼈와 위 등뼈 부위의 굽힘 증가과, 위 목뼈의 펴 증가가 특징이며(Choi & Hwang, 2011), 이러한 자세가 지속되면 마름근, 앞톱니근, 아래등세모근 등 깊은 목 굽힘근을 약화시키고 큰 가슴근, 작은가슴근, 윗등세모근, 어깨올림근은 경직되어 머리, 턱관절, 목뼈, 등뼈, 어깨, 팔 등의 통증을 야기시킬 뿐만 아니라(Lee, 2011), 척추의 움직임과 안정성에 관여하는 고유수용성 반사작용의 약화를 유발하여 척추 불안정성 및 손상 위험을 증가시키는 요소로 작용하게 된다(Panjabi, 1992).

또한 전방머리자세는 어깨를 앞으로 내미는 자세와 위팔뼈를 안쪽돌림시키며(Ludewig 등, 1996), 등뼈 뒤굽음을 증가시키게 된다(Finley & Lee, 2003). Jung 등(2013)의 연구에서 전방머리자세는 목뼈 굽이의 이상이 발생하며 이는 목뼈와 연관된 등, 허리뼈 굽이에도 상관관계가 있을 것이라고 보고하였다.

목의 기능적 회복을 위한 치료들로 전기치료, 견인치료 등과 같은 보존적인 치료 방법이 있으며(Han 등, 2007), 목뼈 및 등뼈 부위 근력강화운동(Kim, 2014), 균형운동과 신장운동(Lee, 2011), 탄성밴드운동(Lee, 2012), 슬링운동(Yu, 2014), 맥켄지운동(Lynch 등, 2010) 등의 다양한 운동치료들이 시행되어 왔는데, 최근까지의 전방머리자세에 관한 선행연구들을 살펴보면 앞서 언급한 목에 관련된 다양한 운동들이 적용된 연구들은 지속적으로 진행되고 있지만, 골반운동프로그램을 적용한 전방머리자세에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 슬링운동과 맥켄지운동을 이용하여 목 운동만을 실시한 군과 스위스 볼을 이용한 골반운동을 병행한 군을 비교 분석하여 전방머리자세의 선정 기준인 목척추각과 척추 굽이 변형에 어떠한 효과가 있는지에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상자

본 연구의 대상자는 2019년 3월부터 5월까지 부산 K대학교 재학생들 중 목 통증이 없는 건강한 남녀 38명을 대상으로 목 운동만 하는 대조군, 골반운동도 병행하는 실험군을 무작위로 각각 19명씩 배정하였으며, 각각의 군에 6주간 주 3회 운동을 진행하였다.

건강상의 문제와 운동의 참여도 등을 고려하여 8명이 탈락되어 대조군 15명, 실험군 15명 총 30명이 끝까지 연구에 참여하였다.

대상자가 실험에 참가하기 전 연구의 목적과 실험에 대한 과정 그리고 안정성에 대해 충분히 설명하였고 그로 인해 자발적인 동의를 받았다. 대상자 선정 시 연구결과가 신체적 요인에 의한 영향을 배제하기 위해 연령, 성별 등이 유사한 집단으로 선정하였다.

### 2. 측정도구 및 방법

#### 1) 전방머리자세 측정

본 연구에서 목척추각(Cervical vertebral angle, CVA)으로 전방머리자세 정도를 측정하기 위해 전신자세측정시스템(GPS400, Chinesport, Italy)을 사용하였다. 목척추각은 제7목뼈와 귓볼을 이은 선의 각도로 측정하며, 카메라에서 1 m 정도 떨어진 거리에서 서서 대상자 신체의 왼쪽면을 촬영하였고, 촬영한 사진에서 제7목뼈와 귓볼에 점을 표시하여 수직선을 표시한 뒤 제7목뼈에 수평선을 표시한다(Hong, 2018). 본 연구에서는 50 °에서 59 ° 사이를 정상 범위로 설정하여 측정하였고, 50 ° 미만으로는 전방머리자세로 평가하였다.

#### 2) 척추구조 분석

척추구조분석기(Formetric 4D, Diers Inc, Germany)를 사용하여 대상자들의 척추 굽이를 측정하였다. 촬영시간은 0.04~6초로 짧은 시간이고, 암실에서 상의 탈의 후 대상자의 등에 할로젠을 조사하여 척추 굽이를 평가하는 등 표면의 형태를 정확하게 분석할 수 있고 높은 신뢰도

(ICC=0.98~0.99)(Goh 등, 1999)를 보이는 장비이다. 대상자는 상의 탈의 후 몸에 힘을 빼게 하고 팔은 자연스럽게 내려 정면을 보게 하며, 위뒤엉덩뼈가시(PSIS)가 보일 정도로 하의를 내린 후 촬영한다. 척추구조분석기에서 VP(C7)와 SP(Sacrum point), Dimple(DM, DR)이 자동으로 찾아지고, 이를 이용해 골반 비틀림, 등뼈 뒤굽음, 허리뼈 앞굽음을 측정한다(Schulte 등, 2008).



Fig 1. Measurement of the spine alignment using Formetric 4D

### 3. 운동 방법

본 연구에서는 대상자를 두 집단으로 나누어 목운동을 위해 맥켄지운동과 슬링운동을 대조군과 실험군 모두에서 시행하였고 스위스 볼을 이용한 골반운동을 실험군에 추가적으로 시행하였다.

#### 1) 맥켄지운동

맥켄지운동 방법으로, 들임 운동은 턱 당김(chin-in) 자세를 유지한다. 들임 후 굽힘 운동은 양 손을 깍지 끼고 고개를 앞으로 지그시 눌러준다. 들임 후 펴 운동은 양 엄지손가락으로 턱을 받쳐 위로 밀어준다. 들임 후 가쪽 굽힘 운동은 손을 이용해서 머리를 충분히 끌어당겨 가쪽굽힘 시킨다. 들임 후 돌림 운동은 손을 이용해서 머리를 좌우로 돌린다(McKenzie, 1983). 들임은 7초씩 10회 반복, 들임 후 굽힘과 들임 후 펴, 들임 후 가쪽 굽힘, 들임 후 돌림은 각 동작마다 10회 반복 3세트를 실시하고, 세트 사이마다 10초씩 휴식을 취한다.

#### 2) 슬링운동

슬링운동 방법으로, 엎드린 자세에서 목 굽힘 운동과 목 펴 운동을 시행하였다. 각각 운동의 횟수는 1회 4번 반복을 총 6번 하였다. 한번 운동 시 유지시간은 1초로 하였고 휴식은 30초 하였고 각 운동 간의 휴식시간은 1분으로 하였다(Park, 2015)(Fig 2,3).



Fig 2. Neck flexion exercise



Fig 3. Neck extension exercise

#### 3) 스위스 볼 운동

빼뜰어진 골반을 바로잡고, 골반 부위 근육의 긴장을 풀어주고 엉덩이와 복근 근력을 강화시켜 골반을 바로 잡는 방법이다(Park, 2007). 운동은 골반 돌리기, 상체 뒤로 젖히기, 윗몸 일으키기, 골반 앞뒤 및 좌우로 밀기, 그리고 전신 굽힘 및 펴 하기 등이다. 각 운동은 20회 반복 하며 총 운동시간은 20분이 소요되며 각 운동 사이에 30초의 휴식 시간을 주었다.

4. 자료 분석

본 연구에서 수집된 모든 자료 분석은 SPSS statistics 21.0을 이용하여 분석하였다. 목척추각(Cervical vertebral angle, CVA), 골반 비틀림, 허리뼈 앞굽음, 등뼈 뒤굽음은 반복측정분산분석(ANOVA with repeated measures)을 이용하여 각 측정 요인별로 0주, 3주, 6주의 평균값을 비교하였다. 통계학적 유의성 검정을 위해 유의수준은  $\alpha$ 는 .05로 설정하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

실험군의 연령은 21.40±1.24세, 키는 167.56±8.38 cm, 몸무게는 68.49±11.60 kg이며, 대조군의 연령은 22.40±1.50세, 키는 168.01±8.63 cm, 몸무게는 70.57±12.28 kg 이었다. 두 군에서 실험 전 변수에 대한 동질성 검증을 실시한 결과, 모든 변수에 대해 두 집단 간의 평균값에는 유의한 차이가 나타나지 않아 두 집단은 동일 집단이라고 볼 수 있었다( $p>.05$ )(Table 1).

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

Item	Experimental group	Control group	p
Age (yr)	21.40±1.24 <sup>a</sup>	22.40±1.50	.054
Height (cm)	167.56±8.38	168.01±8.63	.967
Body weight (kg)	68.49±11.60	70.57±12.28	.653

<sup>a</sup>M±SD

2. 각 운동군과 기간에 따른 목척추각 변화

반복측정분산분석을 통한 6주간의 운동에 따른 각 군별 목척추각의 각도 변화는 표 2와 같다. 기간에 따라 목척추각 변화량 비교에 있어서 유의한 차이가 있었다

( $p<.05$ ). 실험군의 목척추각 각도는 실험 전 47.95±1.62에서 실험 6주 후 48.57±1.19로 증가하였고, 대조군의 목척추각 각도는 실험 전 48.16±1.68에서 실험 후 48.62±1.45로 증가하였다. 군에 따른 개체간 효과검정 결과, 유의한 차이는 없었다( $p>.05$ ).

Table 2. Changes in the craniovertebral angle of each group according to the period (Unit : ° )

		0weeks	3weeks	6weeks	Period(F)	Group(F)	Period*Group(F)
Craniovertebral angle	EG	47.95±1.62	48.17±1.45	48.57±1.19	11.132*	1.12	.901
	CG	48.16±1.68	48.47±1.63	48.62±1.45			

\* $p<.05$ , EG; Experimental group, CG; Control group

3. 각 운동군과 기간에 따른 골반 비틀림 변화

반복측정분산분석을 통한 6주간의 운동에 따른 각 군별 골반 비틀림의 각도 변화는 표 3과 같다. 기간에 따라 골반 비틀림 각도의 변화량 비교에 있어서 유의한 차이

가 있었다( $p<.05$ ). 실험군의 골반 비틀림 각도는 실험 전 2.33±0.81에서 실험 후 1.93±0.79로 각도가 감소하였고, 대조군의 골반 비틀림 각도는 실험 전 1.80±0.94에서 실험 후 1.27±0.79로 감소하였다. 군에 따른 개체-간 효과검정결과, 유의한 차이는 없었다( $p>.05$ ).

Table 3. Changes in the pelvic torsion of each group according to the period (Unit : ° )

		0weeks	3weeks	6weeks	Period(F)	Group(F)	Period*Group(F)
Pelvic torsion	EG	2.33±.82	2.07±.70	1.93±.80	15.463*	4.020	.418
	CG	1.80±.94	1.53±.92	1.27±.80			

\*p<.05, EG; Experimental group, CG; Control group

4. 각 운동군과 기간에 따른 등뼈 뒤굽음 변화

반복측정분산분석을 통한 6주간의 운동에 따른 각 군별 등뼈 뒤굽음 각의 변화는 표 4와 같다. 기간에 따라 등뼈 뒤굽음 각도의 변화량 비교에 있어서 유의한 차이

가 있었다(p<.05). 실험군의 등뼈 뒤굽음 각도는 실험 전 53±4.68에서 실험 6주 후 52.27±4.74로 감소하였고, 대조군의 등뼈 뒤굽음 각도는 실험 전 51.07±3.56에서 실험 후 48.07±3.79로 감소하였다. 군에 따른 개체간 효과검정 결과, 유의한 차이가 있었다(p<.05).

Table 4. Changes in the thoracic kyphosis of each group according to the period (Unit : ° )

		0weeks	3weeks	6weeks	Period(F)	Group(F)	Period*Group(F)
Thoracic kyphosis	EG	53±4.68	53.4±4.5	52.27±4.73	28.631*	5.374*	26.247
	CG	51.07±3.56	49.2±3.34	48.07±3.79			

\*p<.05, EG; Experimental group, CG; Control group

5. 각 운동군과 기간 따른 허리뼈 앞굽음 변화

반복측정분산분석을 통한 6주간의 운동에 따른 각 군별 허리뼈 앞굽음 각도의 변화는 표 5와 같다. 기간에 따라 허리뼈 앞굽음 각도의 변화량 비교에 있어서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(p>.05). 실험군의 허리뼈

앞굽음 각도는 실험 전 42.33±7.38에서 실험 6주 후 42.00±6.75로 감소하였고, 대조군의 허리뼈 앞굽음 각도는 실험 전 45.8±5.75에서 실험 후 45.53±3.40로 감소하였다. 군에 따른 개체간 효과검정 결과, 유의한 차이가 없었다(p>.05).

Table 5. Changes in the lumbar lordosis of each group according to the period (Unit : ° )

		0weeks	3weeks	6weeks	Period(F)	Group(F)	Period*Group(F)
Lumbar lordosis	EG	42.33±7.38	42.53±7.00	42.00±6.75	.077	2.587	.437
	CG	45.80±5.75	45.33±4.53	45.53±3.39			

\*p<.05, EG; Experimental group, CG; Control group

IV. 고 찰

본 연구는 목 통증이 없는 건강한 남녀를 대상으로 목

운동만 하는 대조군(n=15), 골반운동도 병행하는 실험군(n=15)을 무작위로 배정하여 각각의 군에 6주간 주 3회 운동을 진행하였다.

습관적인 나쁜 자세는 전방머리자세(forward head posture)와 둥근어깨(round shoulder) 자세를 발생시켜 근육의 불균형을 유발시킬 수 있다(Buckle & Devereux, 2002; Sluiter 등, 2001; Tepper 등, 2003). 결론적으로 어깨 올림근, 목빗근, 목갈비근, 위등세모근 큰·작은가슴근은 단축되고, 목뼈 아래부위와 등뼈세움근, 중간·아래부위 등세모근, 마름근은 근 약화가 나타나게 된다(Jull, 2005). 그리고 전방머리자세는 목뼈 굽이의 이상이기 때문에 (Jung 등, 2013), 목뼈와 연관된 등, 허리뼈의 굽이에도 부정적인 영향이 있을 것이라고 판단하였다.

스위스 볼을 이용한 골반운동은 골반 교정뿐만 아니라 척추안정성과 허리 근력을 강화시킬 수 있다(Kader 등, 1999). 이에 본 연구자는 스위스 볼을 이용한 골반운동이 전방머리자세를 가진 성인의 비정상적인 척추 굽이 변형에 효과적일 것이라고 생각하였고, 운동 방법으로 맥켄지운동과 슬링운동을 선택하였다. 맥켄지운동은 목뼈와 허리뼈 부분 인대에 가해지는 스트레스를 감소시켜 몸통 기능을 활성화할 수 있는 대표적인 재활 운동으로(Mckenzie, 1981), 구조상 다른 척추보다 운동 범위가 넓고, 주변 구조물들이 많지 않아 손상 가능성이 많은 목뼈를 주변의 심부 근육들의 강화로 중립에 위치하도록 유도하는 운동이다(Cho, 2011). 그리고 슬링운동은 머리를 편안하고 안정되게 지지하고, 슬링의 높이를 조절하여 목뼈 운동의 변화를 제공할 수 있는 이점이 있으며 가동성(mobility), 신장(stretching), 감각-운동 훈련, 근육의 안정화, 근력 강화, 근지구력 향상, 이완 등의 치료적 효과가 있다(Kim 등, 2011).

본 연구에서 맥켄지운동과 슬링운동에 따른 목척추각, 등뼈 뒤굽음, 골반 비틀림을 비교한 결과 운동 기간에 따라 유의한 차이가 있었고( $p < .05$ ), 허리뼈 앞굽음은 유의한 차이가 없었다( $p > .05$ ).

Jang(2017)은 전방머리자세 환자를 대상으로 맥켄지운동과 슬링운동을 적용하여 목척추각의 개선을 알아보고자 실행하였고, 맥켄지운동과 슬링운동을 주 2회 20분간 시행한 결과, 목척추각이 유의하게 감소된 것을 보고하였다. Bae(2017)의 연구에서는 전방머리대상자에게 동적 신전근 안정화운동, 맥켄지운동 및 목 안정화운동을 6주간 시행한 결과, 세 군 모두에서 전방머리자세가 개선되었음을 보고하였다. 본 연구에서도 선행연구와 같이 맥

켄지운동과 슬링운동을 적용하여 목척추각을 비교한 결과 유의하게 감소하였고 이는 Jang(2017)의 선행 연구와도 유사한 결과를 보였다.

Korovessis 등(1998)은 등뼈 뒤굽음의 정상범위를  $40^{\circ} \sim 45^{\circ}$  로 보고하였으며 등뼈 뒤굽음은 전방머리자세와 연관되어 있고 등뼈의 도수치료를 통해 전방머리자세는 개선될 수 있다고 하였다(Quek 등, 2013). Kim 등(2012)의 연구에서 목척추각에 대한 등뼈 뒤굽음의 상관관계는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 맥켄지운동과 슬링운동으로 인한 목척추각의 증가로 등뼈 뒤굽음에도 유의한 차이를 보인 본 연구의 결과와 유사하다( $p < .05$ ). 또한 Bae(2017)의 연구에서도 6주간 운동 후 등뼈 뒤굽음 각도가 유의하게 개선되었음을 보고하였다. 본 연구에서 등뼈 뒤굽음은 군 간 유의한 차이를 보였다. 목척추각은 군 간 유의한 차이는 나타나지 않았지만 골반운동을 추가적으로 적용한 실험군에서 실험 전·후의 평균과 표준편차를 대조군과 비교하였을 때 평균값이 더 높아졌기 때문에 목척추각과 등뼈 뒤굽음의 상관관계를 증명한 Kim 등(2012)의 연구에서와 같이 본 연구에서도 등뼈 뒤굽음이 대조군에 비해 골반운동을 병행한 실험군에서 유의한 차이를 보인 것으로 사료된다.

본 연구 결과, 골반 비틀림 각도는 유의한 차이가 있었다. Park(2007)은 4주간의 골반교정과 스위스 볼 운동이 비정상적인 골반 기울기와 회전각을 정상 범위로 바로 잡을 수 있다고 하였으며 본 연구와 유사한 결과를 보였다( $p < .05$ ). Um과 Bae(2006)의 연구에서는 골반 기울기 운동이 골반 주위에 있는 근육의 균형을 바로 잡아 골반을 올바른 위치로 교정시켜 허리뼈를 역학적으로 올바른 정렬로 회복시킨다고 하였다. 본 연구에서도 시간이 지남에 따라 골반 비틀림에 유의한 차이가 나타났다.

본 연구 결과, 허리뼈 앞굽음에서는 유의한 차이가 없었다( $p > .05$ ). Hellems와 Keats(1971)은 허리뼈 앞굽음 정상 범위를  $42^{\circ} \sim 45^{\circ}$  로 보고하였으며 본 연구에서 허리뼈 앞굽음은 운동 전 허리뼈 앞굽음의 각도가 이미 정상 범위를 보여 기간에 따른 차이가 나타나지 않은 것으로 사료된다.

본 연구의 제한점으로는 대상자의 수가 부족하고 20대 성인 남녀에 국한되었다. 또한 실험을 위한 실험 시

간 이외의 대상자들의 생활 환경을 통제할 수 없었으며 단기간 운동을 적용한 것과 목 운동에 너무 집중되어 있었기 때문에 결과에 있어 큰 효과를 볼 수 없었다. 따라서 모든 연령대의 사람들에게 연구의 결과를 일반화하기에는 제한이 있으며 추후 연구에서 이러한 제한점들을 보완한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## V. 결 론

근육뼈대 계통의 질환이 없는 건강한 성인 남녀 30명을 대상으로 실험군(스위스 볼을 이용한 골반운동, 맥켄지운동과 슬링운동)과 대조군(맥켄지운동과 슬링운동)에 대해 각각의 운동이 척추의 비정상적인 굽이 교정에 대해 미치는 효과를 알아보려고 연구를 진행하였고, 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 실험군과 대조군에서 목척추각, 골반 비틀림, 등뼈 뒤굽음의 기간에 따른 유의한 변화가 있었으나 허리뼈 앞굽음은 유의한 변화가 없었다.

둘째, 맥켄지운동과 슬링운동을 적용한 대조군보다 스위스 볼을 추가적으로 적용한 실험군의 등뼈 뒤굽음은 군간 유의한 차이가 있었으나 목척추각, 골반 비틀림, 허리뼈 앞굽음은 군 간 유의한 차이가 없었다.

맥켄지운동, 슬링운동, 스위스 볼을 이용한 골반운동을 통해 전방머리자세를 가진 성인의 목척추각과 척추 구조가 점차적으로 개선이 되는 것을 확인하였고, 이는 장기적으로 운동을 적용하였을 때 골반운동을 추가적으로 적용한 프로그램이 목척추각과 척추 구조에 더 큰 영향을 미칠 수 있는 방법으로 사료된다.

## 참고문헌

Bae WS(2017). The effects of dynamic neuromuscular stabilization exercise on forward head posture. Graduate school of Pusan Catholic University, Republic of Korea, Doctoral dissertation.  
 Bae WS, Lee KC, Park SW, et al(2017). Effect of the

changes in forward head posture and neutral head posture on respiratory. *J Korean Soc Integr Med*, 5(1), 67-74. <https://doi.org/10.15268/ksim.2017.5.1.067>.  
 Buckle PW, Devereux JJ(2002). The nature of work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders. *Appl Ergon*, 33(3), 207-217. [https://doi.org/10.1016/s0003-6870\(02\)00014-5](https://doi.org/10.1016/s0003-6870(02)00014-5).  
 Cho HY(2011). Effects of cervical stabilization exercise type on muscle strength and endurance, cross sectional area of cervical in patients with chronic cervical pain. Graduate school of Korea University, Republic of Korea, Doctoral dissertation.  
 Choi YJ, Hwang R(2011). Effect of cervical and thoracic stretching and strengthening exercise program on forward head posture. *J Ko Con Assoc*, 11(10), 293-300. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2011.11.10.293>.  
 Finley MA, Lee RY(2003). Effect of sitting posture on 3-dimensional scapular kinematics measured by skin-mounted electromagnetic tracking sensors. *Arch Phys Med Rehabil*, 84(4), 563-568. <https://doi.org/10.1053/apmr.2003.50087>.  
 Goh S, Price RI, Leedman PJ, et al(1999). Rasterstereographic analysis of the thoracic sagittale curvature: a reliability study. *J Musculoskelet Res*, 3(2), 137-142. <https://doi.org/10.1142/S0218957799000142>.  
 Han SW, Kim JY, Kang MS, et al(2007). The effect of sling and mat exercise during 6 weeks on cervical coordination, muscle strength, and muscle endurance. *Arch Orthop Sports Phys Ther*, 3(1), 37-46.  
 Hellems Jr HK, Keats TE(1971). Measurement of the normal lumbosacral angle. *Am J Roentgenol*, 113(4), 642-645. <https://doi.org/10.2214/ajr.113.4.642>.  
 Hong SH(2018). The effects of elastic band exercise and Mckenzie exercise on neck shoulder pain and function in women university students. Graduate school of Kwangju Women's University, Republic of Korea, Master's thesis.  
 Jang JW(2017). The effects of sling exercise and Mckenzie exercise on forward head posture. Graduate school of

- Sahmyook University, Republic of Korea, Master's thesis.
- Jull G(2005). Cervical flexor muscle retraining: physiological mechanisms of efficacy. In Paper presented at 2nd international conference on movement dysfunction. Edingburgh, Scotland, 2005.
- Jung HW, Shin WS, Kim DH, et al(2013). The study on correlation between the forward head posture and spinal alignment. JKMR, 23(4), 195-202.
- Kader DF, Stocker M, Smith LD(1999). Society for back pain research. Cardiff-November, 11-12.
- Kim AR(2014). Effects of cervical and thoracic muscle strengthening exercise program on forward head posture and pressure pain threshold. Graduate school of Gachon University, Republic of Korea, Master's thesis.
- Kim EJ, Kim JW, Park BR(2011). Effects of sling exercise program on muscle activity and cervical spine curvature of forward head posture. J Ko Con Assoc, 11(11), 213-220. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2011.11.11.213>.
- Kim HK, Cha YY, Park WH(2012). The study on correlation between the lumbar lordosis and the spinal alignment deformation. J Soc Korean Med Rehabil, 22(3), 133-140.
- Korovessis PG, Stamatakis MV, Baikousis AG(1998). Reciprocal angulation of vertebral bodies in the sagittal plane in an asymptomatic Greek population. Spine, 23(6), 700-704.
- Lee DH(2011). (The) effects of balance exercise and stretching exercise on forward head posture. Graduate school of Daegu University, Republic of Korea, Doctoral dissertation.
- Lee WS(2012). (The) effects of improving posture of scapula stability home exercise program using thera-band on forward head position of tension-type headache. Graduate school of Dankook University, Republic of Korea, Master's thesis.
- Ludewig PM, Cook TM, Nawoczenski DA(1996). Three-dimensional scapular orientation and muscle activity at selected positions humeral elevation. J Orthop Sports Phys Ther, 24(2), 57-65. <https://doi.org/10.2519/jospt.1996.24.2.57>.
- Lynch SS, Thigpen CA, Mihalik JP, et al(2010). The effects of an exercise intervention on forward head and rounded shoulder postures in elite swimmers. Br J Sports Med, 44(5), 376-381. <https://doi.org/10.1136/bjism.2009.066837>.
- McKenzie RA(1981). The lumbar spine Mechanical diagnosis and therapy. Waikanae, Spinal Publications Limited.
- McKenzie RA(1983). Treat your own neck. Waikanae, Spinal Publications.
- Panjabi MM(1992). The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. J Spinal Disord, 5(4), 390-397.
- Park GD(2007). The effect of pelvic correction and Swiss-ball exercise on pelvic tilt and pelvic torsion in the pelvis deformation of female univ. students. Korean J Phys Educ, 46(6), 573-580.
- Park JS(2015). Effects of closed and open kinetic chain exercise on thicknesses, strength, endurance of neck muscle in normal adults. Graduate school of Daegu University, Republic of Korea, Doctoral dissertation.
- Quek J, Pua YH, Clark RA, et al(2013). Effects of thoracic kyphosis and forward head posture on cervical range of motion in older adults. Man Ther, 18(1), 65-71. <https://doi.org/10.1016/j.math.2012.07.005>.
- Schulte TL, Hierholzer E, Boerke A, et al(2008). Raster stereography versus radiography in the long-term follow-up of idiopathic scoliosis. J Spinal Disord Tech, 21(1), 23-28. <https://doi.org/10.1097/BSD.0b013e318057529b>.
- Sluiter JK, Rest KM, Frings-Dresen MH(2001). Criteria document for evaluating the work-relatedness of upper-extremity musculoskeletal disorders. Scand J Work Environ Health, 27(1), 1-102. <https://doi.org/10.5271/sjweh.637>.
- Tepper M, Vollendroek-Hutten MMR, Hermens HJ, et al(2003). The effect of an ergonomic computer device on muscle activity of the upper trapezius muscle during



- typing. *Appl Ergon*, 34(2), 125-130. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(02\)00145-X](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(02)00145-X).
- Um KM, Bae YS(2006). The effect of pelvic tilting exercise on body alignment and pain in patient with back pain. *Korea Sports Research*, 17(6), 412-413.
- Yu DY(2014). The effects of a sling exercise program on the correction of the forward head posture among adolescent. *J Korean Acad Orthop Man Ther*, 20(2), 15-20.