

가로막 호흡과 머리-목 굽힘 운동이 전방머리자세 젊은 성인의 목빗근 근활성도, 호흡기능에 미치는 영향

대한심장호흡물리치료학회지 제2권 제1호, 2014, PP.1-7

■이현재¹, 권나영¹, 권유진¹, 황호정¹, 최종덕¹, 김미선²

■¹대전대학교 자연과학대학 물리치료학과, ²대전대학교 일반대학원 물리치료학과

The Effect of Cranio-Cervical Flexion with Diaphragmatic Breathing on Respiratory Function and Muscle Activities of Sternocleidomastoid Muscle in Young Adults with Forward Head Posture

Hyun-Jae Lee¹, Na-Young Kwon¹, Yu-Jin Kwon¹, Ho-Jung Hwang¹, Jong-Duk Choi¹, Mi-Sun Kim²

¹Dept. of Physical Therapy, College of Natural Science, Daejeon University,

²Dept. of Physical Therapy, The Graduate School, Daejeon University

Purpose : The purpose of this study was to find out the effect of diaphragmatic breathing and muscle activities of sternocleidomastoid(SCM) from cranio-cervical flexion exercise(CCFE) and the changes in respiratory functions of young adults with forward head posture. **Methods** : The subjects of the study are thirty young adults with forward head posture. They were divided into two groups according to the way they exercise and they participated in the experiment two times a day for a week. A group has carried out CCFE with diaphragmatic breathing, and the other has only implemented CCFE. Spirometer was used to measure pulmonary function, and muscle activities SCM were measured by Surface electromyograph(EMG). Measured value was analyzed by paired T-test. **Results** : There were significant differences in muscle activities of SCM between experimental group and control group($p<.05$), but there was no big difference in variation($p>.05$). There were only statistically evident differences in peak expiratory flow(PEF) and maximal voluntary ventilation(MVV) regarding lung function($p<.05$). **Conclusion** : On the basis of these results, the study shows that CCFE could positively affect decreased muscle activities of SCM and the improvement of cardio pulmonary function.

Key words : Cranio-Cervical flexion, Diaphragmatic breathing, Forward head posture, Respiratory function

I. 서론

전방머리자세는 인체의 중력중심선에서 머리가 전방으로 벗어나 과도한 전방전위를 나타내고, 위 목뼈(upper cervical)의 펌과 아래 목뼈(lower cervical)의 굽힘된 자세가 합쳐져 목뼈가 전체적으로 전방으로 전위된 자세를 말한다(Szeto 등, 2002). 머리의 역학적 안정화에서 목 근육은 중요한 역할을 하는데(전덕훈, 2011), 목근육의 이상으로 인한 목 장애를 가진 환자들은 목뼈 전만(cervical lordosis)의 변형을 동반하고(Hayashi 등, 2002), 이로 인한 비정상적이고 반복적인 움직임으로 발생되는 근 피로로 인해 심부 목 근육들의 능력이 저하되어 목뼈의 불안정성이 발생, 목통증이 유발되고 있다(정재훈, 2011). 이러한 목통증 환자의 60%가 전방머리자세(forward head posture)를 가진다(Chiu 등, 2002).

최근 현대사회에서 작업과 관련된 정부 통증이 점점 증가하

는 추세이며 특히 컴퓨터 작업자에게서 집중적으로 나타난다(Cagnie 등, 2011; Cook 등, 2000). 장시간 컴퓨터 사용으로 인한 근골격계 질환은 목과 어깨 통증으로 이어지는 불량한 자세습관을 가지게 한다. 불량한 자세습관과 작업환경으로 인해 목 굽힘 자세가 지속되고, 이러한 자세는 목 주변 근육들의 활성도를 증가시킨다(Schuldt 등, 1986). 특히 목빗근은 일상적인 호흡 동안 수축하지 않고 호흡 보조근으로 작용하는데(de Mayo 등, 2005; Yokoba 등, 2003), 일반적인 호흡 시 사용되면 호흡기능에 제한을 줄 수 있다(Cagnie 등, 2008). 전방머리자세로 인해 호흡근의 약화가 나타나게 되고 비정상적인 호흡이 유도되는 것이 장기간 방치될 경우 만성적인 호흡기 질환으로 이어질 수 있다(장철, 2010). 가로막 호흡은 흉강과 복강 사이의 가로막이 위아래로 움직이면서 호흡을 하고 이로 인해 폐의 하단이 발달하게 되어 폐활량의 향상에 도움이 되는 데, 이러한 주요 호흡근인 가로막의 변화는 호흡근의 기능이상

교신저자: 김미선

주소: 대전광역시 동구 대학로 62 대전대학교 응용과학관 2506호, 전화: 042-280-4294, E-mail: ptsylph@naver.com

을 일으킬 수 있다(Cohen 등, 1994).

선행 연구에서는 전방머리자세를 포함한 목통증 환자들은 가로막 호흡보다 상부흉곽호흡을 함으로써 불필요한 목 근육을 주로 사용하기 때문에 가로막 호흡에 대한 교육을 함으로써 이러한 근육들의 긴장을 줄이는 것이 필요하다고 하였다(Kisner와 Colby, 2007; Page 등, 2009). 다른 연구에서는 정상성인 30명을 대상으로 머리-목 굽힘 운동 시 목근육의 근활성도가 가로막 호흡을 하는 대상자보다 상부흉곽호흡을 하는 대상자에게서 유의하게 높았다고 보고되었다(Cagnie 등, 2008). 최근 치료적 운동 중에서 척추 안정성을 유지하는 데 주도적으로 역할을 하는 심부근육인 긴목근, 긴머리근 등을 강화하여 목뼈의 굽이를 감소시켜 중립자세에 위치하도록 하는 안정화 운동을 주목하고 있으며, 목의 심부 굽힘근 활성화에 대한 치료적 운동은 바로 누운 자세에서의 목 굽힘 운동(cervical flexion exercise; CFEx)(Grimmer와 Trott, 1998)과 압력 바이오피드백 기구를 사용한 머리-목 굽힘 운동(cranio-cervical flexion exercise; CCFEx)(Jull 등, 2004)이 임상에서 많이 적용되고 있다.

깊은 흡기 후 천천히 호기 시 머리-목 굽힘 운동은 목빗근의 활동을 억제시키고 심부 목 굽힘근을 좀 더 활성화시킨다고 하였다(Cagnie 등, 2008). 선행 연구에서는 머리-목 굽힘 운동과 가로막 호흡의 필요성을 강조하였고 전방머리자세를 가진 대상자들에게 호흡 패턴을 바르게 교정하는 것이 필요하다고 제안하였다. 그러나 아직까지 머리자세와 호흡방법에 따른 흡기 보조근육들의 활성화도에 관한 연구가 부족한 실정이다(이경순과 정학영, 2009). 본 연구에서는 머리-목 굽힘 운동과 가로막 호흡 훈련이 전방머리자세 젊은 성인들에게 목빗근의 근활성도와 심폐기능에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

본 연구의 가설은 단독적인 머리-목 굽힘 운동보다 가로막 호흡을 동반하여 머리-목 굽힘 운동을 시행하는 것이 호흡보조근육인 목빗근의 근 활성도를 낮춰주고 심폐기능의 향상에 도움이 될 것이라고 설정하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 D대학교에 재학 중인 성인 남녀 중 전방머리자세를 가진 학생을 대상으로 선정하였다. 연구대상자는 남자 12명, 여자 18명으로 총 30명이 참가하였으며, 경추, 복부, 흉부 수술을 한 경험이 있는 자, 지난 12개월간 경부 운동 프로그램에 참여한 적이 있는 자, 신경학적 질환을 가진 자, 당뇨가 있는 자, 빈혈이 있는 자, 천식이 있는 자, 만성 기관지염이 있는

자, 폐기종 또는 악성종양이 있는 자는 제외하였다. 연구에 참여한 대상자는 모두 실험에 동의하였으며, 실험내용을 충분히 숙지한 후 실험에 참가하였다.

2. 측정도구 및 방법

1) 전방머리자세 측정

봉우리(acromion)를 수직으로 지나는 선을 기준으로 귀의 이주(tragus)까지의 수평거리가 5 cm 이상인 사람들을 대상으로 선정하였다(최영준과 황룡, 2011)(그림 1).



그림 1. 전방머리자세 측정

2) 압력 바이오피드백(pressure biofeedback)

대상자들의 가로막 호흡이 잘 수행되었는지를 확인하고, 피드백을 제공하기 위해 압력 바이오피드백(STABILIZER™, Chattanooga Group®, Canada)을 사용하였다.

3) 폐기능 측정

본 연구에서는 연구 대상자들의 폐기능을 평가하기 위하여 폐활량 측정기(Chestgraph Hi-101, CHEST M.I.INC, Tokyo, Japan)를 사용하여 앉은 자세에서 실시하였다. 폐기능 지표 중 노력성 폐활량(Forced Vital Capacity; FVC), 1초간 노력성 호기량(Forced Expiratory Volume in One Second; FEV1), 최대 수의적 환기량(Maximal Voluntary Ventilation; MVV), 최대 날숨 속도(Peak Expiratory Flow; PEF)를 측정하였다. 안정 시 폐활량은 자연스러운 호흡을 3회 실시한 뒤, 대상자가 최대한 들이마시고 최대한 내쉬도록 하며 마지막으로 내쉬 뒤, 자연스러운 호흡을 5회 실시하도록 하였다. 노력성 폐활량은 대상자가 자연스러운 호흡을 3회 실시하고, 천천히 최대한 들이쉬 뒤 최대한 빠르고 세게 내뿜도록 유도하고, 내쉬기가 끝나면 다시 최대한 들이마시게 하였고, 호기가 시작되기 전 측

정 종료하였다. 최대 수의적 환기량은 자연스러운 호흡을 하다가 부처음이 울리면 가능한 크고 깊은 숨을 빠르게 내쉬도록 하였고, 15초가 경과되면 검사를 종료하였다.

4) 근활성도 측정

4채널 근전도 기기(QEMG-4 System, LXM 3204; Laxtha, Korea)를 사용하여 목빗근에 대한 근전도를 측정하였다. 전극을 부착하기 전 피부 저항을 감소시키기 위해 각질을 제거하고 알코올 솜으로 닦은 후 전극을 부착하였다. 전극은 우세 측 근육에 붙였으며, 우세 측은 구두로 질문하여 결정하였다. 목빗근은 우세 측 반대 방향으로 머리를 45도 돌린 후(Tan 등, 2010) 꼭지 돌기(mastoid process)와 빗장뼈(clavicle)의 중간 지점에 부착하였으며(Chrisl, 2010) 전극사이의 거리는 2 cm로 일정하게 부착하였다(고은경과 정도영, 2013). 접지 전극은 복장뼈(sternum)에 부착하였다(Cagnie 등, 2008).

근육의 활동전위를 정량화하기 위하여 최대 등척성 수축(Maximal Voluntary Isometric Contraction; MVIC) 시의 근 활성도를 측정하였다. 목빗근의 최대 등척성 수축은 대상자들에게 머리-목 굽힘과 목 굽힘을 결합해 수행하게 하였다. 머리를 굽힐 때 저항은 이마에 적용했으며 5초간 그 자세를 유지, 이를 3회하여 반복 측정하였다(고은경과 정도영, 2013). 특정 동작의 근수축을 기준 수축(Reference Voluntary Contraction; RVC)는 Incentive Spirometer를 입에 물고 숨을 힘껏 들이마시면서 3간에 있는 3개의 공을 최대한 위로 올리고 5초 동안 유지하도록 하였다(김종혜와 변영순, 1991). 근전도 신호추출률은 1024 Hz, 증폭률 1785배, 잡음 제거를 위해 60 Hz와 120 Hz 노치필터를 사용하였고 대역통과 필터는 20-450 Hz로 설정하여 실험하였다(Yoon 등, 2014). 근육의 근전도 신호는 처음과 마지막 2초를 제외한 5초 동안의 근활성도 신호량을 사용하였으며, 측정된 자료를 분석하기 위하여 Telescan ver. 3.10 프로그램을 사용하였다. 측정된 근육의 근전도 신호는 제곱 평균의 제곱근법(Root Mean Square; RMS)값으로 처리하였다.

3. 중재 방법

본 연구는 전방머리자세를 가진 성인 남녀 대상자 30명을 선정하고, 무작위로 실험군과 대조군에 15명씩 배정하였다. 대상자들에게 가로막 호흡과, 머리-목 굽힘 운동에 대한 사전 교육을 실시하였다. 대조군은 머리-목 굽힘 운동만 실시하였으며, 실험군은 가로막 호흡을 동반한 머리-목 굽힘 운동을 실시하였다. 훈련은 하루에 2번 일주일 동안 시행하였고 그 중 한 번은 Home-exercise로 실시하였다. 훈련은 총 20분간 시

행하였으며 운동시간 1분, 휴식시간 1분으로 구성되었다.

1) 가로막 호흡 운동

가로막 호흡 운동은 누운 자세에서 실시하였으며, 5초 동안 흉부의 움직임이 거의 없이 코로 숨을 들이마시면서 의식적으로 복부를 최대한 팽창하면서 호흡하도록 하였다. 호기 시에는 5초를 셀 때까지 복부가 최대한 수축되도록 입을 가볍게 열고 숨을 내쉬도록 훈련하였다. 각 대상자가 정확하게 가로막 호흡을 하는지 자가 판단을 할 수 있도록 1 lb짜리 아령을 올려놓아서 움직임을 확인하였다(Kisner와 Colby, 2007)(그림 2).



그림 2. 가로막 호흡 운동. A: 흡기, B: 호기

2) 머리-목 굽힘 운동

압력 바이오피드백 장치를 목 뒤에 위치시키고, 대상자의 목은 수평 만곡을 이루도록 하였다. 대상자는 머리-목 굽힘 움직임을 만들어내고 시각적 피드백 장치를 보면서 요구받은 목표 압력까지 수축을 유지하도록 하였다. 시각적 피드백 장치는 대상자의 눈앞에 위치하여, 실시간으로 압력의 수준을 확인할 수 있도록 하였다. 장비의 압력은 대상자가 편하게 누웠을 때 20 mmHg로 하였고, 이를 기본 수준으로 하였다. 압력 수준은 총 다섯 단계로 구성하였으며, 2 mmHg씩 20 mmHg부터 30 mmHg까지 점차적으로 수행하였다(전덕훈, 2011). 이를 두 번 반복하였으며, 각 단계 사이에 30초씩 쉬는 시간을 주었다(Cagnie, 2011)(그림 3).



그림 3. 머리-목 굽힘 운동

4. 분석방법

기술통계로 변수의 평균 및 표준편차를 산출하여 실험 전후 변화는 paired T-test를 이용하여 분석하였다. 두 집단 간의 차이는 independent T-test를 이용하여 분석하였다. 각 군 간 차이를 비교하기 위하여 paired T-test를 사용하였다. 통계학적 유의성을 분석하기 위하여 유의수준 $\alpha=.05$ 로 정하였다. 측정된 자료들은 윈도우용 SPSS version 20.0 프로그램으로 분석하였다.

III. 연구 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 실험의 연구대상자는 총 30명으로 실험군, 대조군으로 각 15명으로 분류하였다. 실험군의 평균 연령은 22.53세, 평균 신장 169.93 cm, 체중 60.60 kg이었다. 대조군의 평균 연령은 23.47세, 신장 166.73 cm, 체중 63.67 kg이었다(표 1).

표 1. 대상자의 일반적인 특성

(N=30)

항목	실험군	대조군
나이(세)	22.53±1.69	23.47±1.51
신장(cm)	169.93±7.88	166.73±9.41
체중(kg)	60.60±8.32	63.67±12.11

2. 운동방법에 따른 심폐기능의 차이

실험군과 대조군의 노력성 폐활량, 1초간 노력성 호기량의 측정값은 유의한 차이가 없었다($p>.05$). 최대 날숨 속도와 최대 수의적 환기량은 대조군에서 유의한 차이가 없었지만, 실험군에서는 유의한 차이가 있었다($p<.05$)(표 2).

3. 운동방법에 따른 목빗근의 근활성도 차이

실험군과 대조군에서 중재 전후 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 실험군과 대조군에서 변화량은 유의한 차이가 없었다($p>.05$)(표 3).

표 2. 운동 방법에 따른 심폐 기능의 차이

(N=30)

		실험군	대조군
노력성 폐활량 (L)	중재 전	3.13±0.78 ^a	3.01±0.86
	중재 후	3.17±0.66	3.06±0.71
	p	.682	.633
1초간 노력성 호기량 (L)	중재 전	2.98±0.65	2.84±0.71
	중재 후	3.08±0.66	2.91±0.64
	p	.293	.397
최대 날숨 속도 (L/s)	중재 전	6.62±1.91	6.87±1.80
	중재 후	7.73±2.13	7.60±1.83
	p	.008 [*]	.119
최대 수의적 환기량 (L/m)	중재 전	80.28±17.75	91.37±26.01
	중재 후	98.17±18.61	96.97±4.44
	p	.002 [*]	.315

^a평균±표준편차^{*}p<.05

표 3. 운동 방법에 따른 목빗근의 근활성도 차이

(N=30)

		실험군	대조군	p
목빗근	중재 전	0.53±0.20 ^a	0.40±0.24	.119
	중재 후	0.32±0.17	0.26±0.19	.595
	p	.007 [*]	.010 [*]	
	변화량	0.09±0.11	0.18±0.22	.146

^a평균±표준편차(%RVC)^{*}p<.05

IV. 논 의

전방머리자세는 흔히 목의 장애와 통증을 발생시키는 요인으로 인식되어왔다(Harrison 등, 2003). 또한 전방머리자세와 같은 부적절한 자세는 심폐기능에도 영향을 미치며 목의 통증을 유발하고 목뼈와 등뼈의 해부학적 구조를 비정상정식으로 변화시켜 심폐기능과 가슴우리의 변화를 야기할 수 있다고 하였다(kapleri 등, 2008). 기존에 시행된 연구는 호흡방법에 따른 목빗근의 근활성도를 알아보고 주로 정상인을 대상으로 시행되었다(고은경과 정도영, 2013). 따라서 본 연구는 전방머리자세를 가진성인을 대상으로 단독적인 머리-목 굽힘 운동군과 가로막 호흡을 동반한 머리-목 굽힘 운동군으로 나누어 운동 전후에 심폐기능과 흡기 보조근인 목빗근의 근활성도를 비교하고자 하였다. 본 연구에서 단독적인 머리-목 굽힘 운동군보다 가로막 호흡을 동반한 머리-목 굽힘 운동군에서 목빗근의 근활성도 값이 더 낮아졌다. 또한 심폐기능에서는 단독적인 머리-목 굽힘 운동군에서는 유의한 차이가 없었지만, 가로막 호흡을 동반한 머리-목 굽힘 운동군에서는 최대 날숨 속도와 최대 환기량이 증가되었다.

선행 연구에서 Falla 등(2003)은 만성 목 통증 환자들에게 압력 바이오피드백 기구를 이용한 머리-목 굽힘 운동을 통해 목 깊은 굽힘 근육의 근활성도가 증가하였으며, 목빗근의 근활성도는 감소했다고 하였다. 이와 마찬가지로 본 연구에서도 동일한 운동을 시행하였을 때 목빗근의 근활성도가 감소하였다. 또 다른 선행 연구에서 호흡 운동을 시행한 후의 심폐기능은 노력성 폐활량(FVC), 1초간 노력성 폐활량(FEV1), 최대 날숨 속도(PEF)에서 유의하게 향상되었다(이지연 등, 2013). 이전형(2008)의 연구에서도 뇌졸중 환자에게 호흡 운동을 적용했을 때 1초간 노력성 폐활량(FEV1), 최대 날숨 속도(PEF)에 유의한 변화가 있었다고 보고하였다. 본 연구에서는 노력성 폐활량(FVC), 1초간 노력성 폐활량(FEV1)에는 유의한 차이가 없었다. 그 이유는 선행 연구에서는 정상인을 대상으로 8주의 중재기간을 두었지만 본 연구에서는 전방머리자세의 대상자에게 비교적 짧은 1주의 중재기간을 두었기 때문이라고 사료되어진다. 최대 날숨 속도는 공기를 최대한 들이마신 후 강하게 불어내는 속도를 의미하고, 최대 날숨 속도의 측정을 통해 기도 저항을 확인할 수 있다고 하였다(장철, 2010). 뇌졸중 환자를 대상으로 목 안정화 호흡 재교육 운동을 한 실험에서 최대 날숨 속도(PEF)에서 유의한 차이가 있었고 본 연구 또한 최대 날숨 속도(PEF)가 유의하게 향상되었다($p < .05$). 또한 호흡근의 최대 단축 속도를 반영하는 최대 수의적 환기량(MVV)은 흉벽과 폐의 확장과 수축 시에 내재된 저항에 대한 총체적 일용량을 의미하는 호흡근의 근지구력을 간접적으로 평가할 수

있다고 하였는데(Quanjer 등, 1993) 본 연구에서 중재 후에 최대 수의적 환기량(MVV)이 유의하게 향상되었다($p < .05$). 본 연구에서는 기도저항과 호흡근의 근지구력을 평가할 수 있는 최대 날숨 속도(PEF)와 최대 수의적 환기량(MVV)이 유의하게 증가하였으므로 이러한 기능들이 중재 전보다 향상되었음을 알 수 있었다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 대상자들이 젊은 20대 성인 남녀로 한정되어 있어 일반화하기에 어려움이 있었고 둘째, 중재기간 동안 Home Exercise의 유무를 판별하였지만 집에서는 압력 바이오피드백 장비를 사용하지 못하였기 때문에 운동방법이 정확하였는지 파악할 수 없었다. 세 번째는 중재기간을 1주로 두었기 때문에 확연한 결과를 보이기에 짧은 기간이었다.

호흡운동에 대한 연구가 미국과 유럽을 중심으로 활발하게 이루어지고 있는 것에 비해 우리나라는 기본적인 구성요소를 고루 갖춘 호흡운동 프로그램이 현저하게 부족한 실정이다(한숙정, 2003). 향후 연구에서는 본 연구의 이러한 제한점을 보완하여 좀 더 폭 넓은 연구가 진행되어야 할 필요가 있다.

V. 결 론

본 연구는 전방머리자세를 가진 성인 남녀 30명을 대상으로 단독적인 머리-목 굽힘 운동법과 가로막 호흡을 동반한 머리-목 굽힘 운동법이 목빗근과 심폐기능에 미치는 영향을 조사하였다. 본 연구 결과는 심폐기능에서 단독적으로 시행한 머리-목 굽힘 운동군은 유의한 차이가 없는 반면, 가로막 호흡을 동반한 머리-목 굽힘 운동군은 최대 날숨 속도와 최대 수의적 환기량에서 유의하게 증가하였다. 또한 목빗근의 근활성도는 단독적인 머리-목 굽힘 운동군과 가로막 호흡을 동반한 머리-목 굽힘 운동군 모두에서 낮아졌다.

본 연구의 결과를 종합해 볼 때, 가로막 호흡을 동반한 머리-목 굽힘 운동은 흡기 보조근인 목빗근의 활성을 줄이고 심폐기능을 향상시키는 방법임을 알 수 있다. 그러므로 전방머리자세를 가진 대상자들은 머리-목 굽힘 운동을 통해 머리의 위치를 중립으로 유지시키고 가로막 호흡을 실시할 수 있도록 권장되어진다.

인용문헌

- 고은경, 정도영. 흡기 호흡 시 머리자세와 호흡패턴이 목빗근과 목갈비근의 근활성도에 미치는 영향. *Korean Journal of Sport Biomechanics*. 2013;23(3):279-284.
김종혜, 변영순. Incentive Spirometer를 사용한 심호흡 방법이

- 폐환기기능에 미치는 효과에 관한연구. 간호학회지. 1991; 21(3):268-280
- 이경순, 정학영. 컴퓨터 사용 시간에 따른 두부전 방자세(forward head posture)의 변화 분석. 대한물리의학회지. 2009;4(2): 117-124.
- 이전형. 피드백 호흡운동이 뇌졸중 환자의 폐기능에 미치는 영향. [석사학위논문]. 대구대학교 재활과학대학원, 2008.
- 이지연, 정재현. 피드백 호흡운동과 트레드밀 운동이 중년층의 흉곽 용적과 폐기능에 미치는 영향. Journal of Special Education & Rehabilitationence. 2013;52(3):319-333.
- 장철. 호흡 운동이 두부전방전위에 미치는 영향. [의학박사학위논문]. 대구대학교, 2010.
- 전덕훈. 머리-목 굽힘 검사를 적용한 팔 거상 동작이 목 근육 활성도에 미치는 영향. [석사학위논문]. 대구대학교 대학원, 2011.
- 정재훈. 머리-목 굽힘 운동 시 압력차이에 따른 머리전방각도와 심부목굽힘근의 근활성 비교 석사학위문. 대구대학교 재활 과학대학원, 2011.
- 최영준, 황룡. 경추 및 흉추부 스트레칭운동과 근력 강화운동프로그램이 머리전방자세에 미치는 효과. 한국콘텐츠학회. 2011; 11(10):293-300.
- 한숙정. 만성 폐쇄성 폐질환자를 위한 호흡재활 프로그램의 효과. 박사학위논문. 서울, 가톨릭대학교대학원, 2003.
- Barbara Cagnie, Lieven Danneels, Ann Cools. The Influence of breathing type, expiration and cervical posture on the performance of the cranio-cervical flexion test in healthy subjects. Manual Therapy. 2008;13(4):232-238.
- 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.
- Chiu TT, Ku WY, Lee MH, et al. A study on the prevalence of and risk factors for neck pain among university academic staff in Hong Kong. J Occup Rehabil. 2002;12(2):77-91.
- Cohen E, Mier A, Heywood P, et al. Diaphragmatic movement in hemiplegic patients measured by ultrasonography. Thorax. 1994;49(9):890-895.
- Cook C, Burgess-Limerick R, Chang S. The prevalence of neck and upper extremity musculoskeletal symptoms in computer mouse users. International Journal of Industrial Ergonomics. 2000;26(3): 347-356.
- Chris wellE. Introduction to surface Electromyography. 2nd edition. Jones and BartlettPublishers, Inc. New york. 2010.
- de Mayo T, Miralles R, Barrero D, et al. Breathing type and body position effects on sternocleidomastoid and suprahyoid EMG activity. Journal of Oral Rehabilitation. 2005;32(7):487-494.
- Falla DL, Campbell CD, Fagan AE, et al. Relationship between cranio-cervical flexion range of the motion and pressure change during the cranio-cervical flexion test. Man Ther. 2003;8(2):92-96.
- Grimmer K, Trott P. The association between cervical excursion angles and cervical short flexor muscle endurance. Aust J physiother. 1998;44(3):201-7.
- Harrison DE, Harrison DD, Betz JJ, et al. Increasing the cervical lordosis with chiropractic biophysics seated combined extension-compression and transverse load cervical traction with cervical manipulation: nonrandomized clinical control trial. J Manipulative Physiol Ther. 2003;26(3):139-151.
- Hayashi N, Masumoto T, Abe O, et al. Accuracy of abnormal paraspinal muscle findings on ontrast enhanced MR images as indirect signs of unilateral cervical root-avulsioninjury. Radiology. 2002; 223(2):397-402.
- Jull G, Kristjansson E, Dall'Alba P. Impairmentin the cervical flexors: A comparison of whiplash andinsidious onset neck pain patients. Man Ther. 2004;9(2):89-94.
- Kapleri E, Vourazanis E, Strimpakos N. Neck pain causes respiratory dysfunction. Med Hypothesis. 2008;70(5): 1009-1013.
- Kisner C, Colby LA. Therapeutic Exercise: Foundations and techniques. 5th edition. Philadelphia, PA, F.A. Davis Co., 2007.
- Page P, Frank C, Lardner R. Assessment and Treatment of Muscle Imbalance: The Janda Approach. Human Kinetics, Illinois. 2009.
- Quanjer PH, Tammeling GJ, Cotes JE, et al. Lung volumes and forced ventilatory flows. The European respiratory journal. 1993;6(16):5-40.
- Schuldt K, Ekholm J, Harms-Ringdahl K, et al. Effects ofchanges in sitting work posture on static neck and shoulder muscle activity. Ergonomics. 1986;29(12): 1525-1537.
- Szeto GP, Straker L, Raine S. A field comparis on of neck and shoulder postures in symptomatic and asymptomatic

- office workers. Appl Ergon. 2002;33(1):75-84.
- Yoon TL, Kim KS, Cynn HS Slow expiration reduces sternocleidomastoid activity and increases transversus abdominis and internal oblique muscle activity during abdominal curl-up. J Electromyogr Kinesiol. 2014; 24(2):228-232.
- Tan C.F, Chen W, Rauterberg G.W.M. The relation ship of Head Rotation Angle and SCM EMG Value for the Development of AnS2. Proceedings of the World Congress on Engineering. 2010;1(3): 2082-2085.
- Yokoba M, Abe T, Katagiri M, et al. Respiratory muscle electromyogram and mouth pressure during isometric contraction. Respir Physiol Neurobiol. 2003;137(1): 51-60.