

## 호흡 양상 장애에 대한 사각근의 역할과 치료법에 대한 소고

변동욱<sup>1,†</sup>, 유홍창<sup>1,†</sup>, 하원배<sup>2</sup>, 이정환<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>원광대학교 한의과대학 추나의학 연구회, <sup>2</sup>임실군 보건의료원, <sup>3</sup>원광대학교 한의과대학 한방재활의학교실

### A Study of the Role and Treatment of Scalene Muscle in Breathing Pattern Disorder

Dong-Wook Byun<sup>1,†</sup>, Hong-Chang You<sup>1,†</sup>, Won-Bae Ha<sup>2</sup>, Jung-Han Lee<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>Chuna Manual Medicine Research Group, College of Korean Medicine, Won-Kwang University, <sup>2</sup>ImSil-Gun Health Care Center,

<sup>3</sup>Department of Rehabilitation Medicine of Korean Medicine, College of Korean Medicine, Won-Kwang University

There are studies on breathing pattern disorder (BPD), but the causes of BPD are still complex, and various studies are ongoing. This study reviewed several studies to investigate the possibility that pathological changes in the scalene muscles may be one of the causes of dyspnea, and that treatment of them may improve respiratory disorders. Anatomically, the scalene muscles are located between the cervical vertebrae and the transverse process of the ribs and act as a respiratory muscle. If there is a problem or excessive in its role, it can cause chest breathing or oral breathing. These problems may further affect respiratory diseases such as hyperventilation syndrome, obstructive disease, restrictive disease, and respiratory disorders. According to the results of previous studies, it seems that manual therapy or exercise therapy for the scalene muscles can contribute to the treatment of BPD.

**Key Words:** Scalene muscle, Breathing pattern disorder (BPD), Manual therapy, Exercising

## 서 론

과호흡증후군, 호흡곤란을 포함한 여러 비정상적인 호흡 양상은 그 실체에 대한 논란이 꾸준히 있어 왔으나 1977년 Lum<sup>1)</sup>의 연구에 의해 과학적 연구와 관심이 점화되었다. 그럼에도 불구하고 호흡 기능장애는 정확하게 하나의 요소에 의해 악화되는 것이 아니며, 원인이 되는 요소들은 다시금 호흡 기능장애를 악화시키기 때문에 그 원인을 파악하고 진단을 내리기 어려운 증상이다.<sup>2)</sup>

감정적 자극에 의해 호흡이 변하기도 하고, 병리적인 호흡에 의해 걱정과 불안 같은 감정적 변화가 생기는 등 그동안 감정적 스트레스가 호흡 병리의 가장 큰 원인으로 지목되었다. 하지만 최근 연구를 통해 감정적인 요인 없이도 다양한

원인에 의해 만성 호흡장애가 발생할 수 있다는 것이 밝혀졌다.<sup>3,4)</sup>

사각근을 포함한 신체 구조의 병리적 변화도 여러 원인 중 하나가 될 수 있다. 실제로 호흡 기능장애를 가진 사람들 대부분이 사각근의 병리적인 변화(비대 및 단축)를 가지고 있으며, 이러한 사각근의 병리적 변화는 호흡 기능장애를 악화시키는 악순환의 원인이 된다.<sup>5)</sup> 따라서 기존 연구들을 토대로 하되, 최근 5년간의 연구결과들을 중심으로 사각근이 호흡 양상 장애에 미치는 영향과 사각근의 치료를 통한 호흡 양상 개선 효과에 대해 살펴보고자 한다.

## 본 론

### 1. 해부 생리

전사각근은 3~6번 경추의 횡돌기 전결절에서 기시하여 1번 늑골의 위쪽 사각근 결절에 정지한다. 전사각근의 일부 섬유는 흉막정(가슴막꼭대기)에 닿을 수 있다. 전사각근은 반지연골의 높이에서 두껍고, 기시와 정지 부분에서 얇다. 중사각근은 2~7번 경추의 횡돌기 전결절에서 기시하여 1번

투고일: 2020년 12월 3일, 심사일: 2020년 12월 16일, 게재확정일: 2020년 12월 16일

\*교신저자: 이정환, 54538, 전북 익산시 무왕로 8

원광대학교 한의과대학 한방재활의학교실

Tel: 063-859-2807, Fax: 063-841-0033

E-mail: milpaso@wku.ac.kr

†These authors contributed equally to the study.

늑골의 위쪽, 쇠골하동맥의 뒤에 정지한다. 후사각근은 하부 3~4개 경추의 횡돌기의 후결절에서 기시하여 2번 늑골의 앞면에 정지한다.<sup>6)</sup> 따라서 경추 부착부가 고정되면 사각근이 수축하면서 늑골을 들어올려 호흡에 기여하는 구조이다. 또한, 사각근은 premuscle 조직에서 발생하는데, 배아 50일까지 사각근은 3개로 분화되고 경부 추체와 늑골에 단단한 부착물이 되어 호흡에 쓰일 수 있는 준비를 마치게 된다.<sup>7,8)</sup>

전사각근은 C3~C6 경추신경 앞가지의 지배를 받고, 중사각근은 C3~C8 경추신경 앞가지의 지배를, 후사각근은 C7~C8 경추신경 앞가지의 지배를 받는다.<sup>9)</sup> 이러한 지배신경의 차이 때문에 불수의적인 횡격막신경의 지배를 받는 횡격막 호흡(복식 호흡)과 달리, 사각근을 사용한 흉식 호흡은 수의적으로 조절 가능하다.

사각근은 자세근육으로서의 지근의 성질과 호흡근육으로서의 늑골을 들어올리는 속근의 성질을 모두 지닌다.<sup>10)</sup> 그러나 일반적으로 사각근은 Type I 섬유가 풍부한 지근으로서 분류되기도 한다.<sup>6)</sup> 최근 한 카데바 연구에서 전사각근이 Type I 섬유의 평균수와 단면적에서 두장근과 경장근에 비해 상대적으로 가장 높았으며, 모든 사각근군이 두장근과 경장근에 비해 Type I 섬유 단면적이 넓었다.<sup>11)</sup>

## 2. 생체역학

### 1) 주요 호흡근으로서의 사각근

사각근은 흡기 과정에서 주요 호흡근으로써 작용한다고 알려져 있다. 그러나 최근에는 병리적인 상황이나 지속되는 흉식호흡 상황에서 사각근이 예비 호흡 요구량을 더해주는 보조 호흡근으로써 작용한다는 점이 주목받고 있어서 아직 호흡 시 사각근의 역할에 대해 의견이 분분한 상태이다.

호흡근으로써의 사각근에 대한 선행 연구에 따르면, 흡기 힘의 70~80%는 횡격막에 의해, 20~30%는 사각근을 포함한 주요 호흡근육인 외늑간근, 내늑간근 및 늑골거근에 의해 발생한다.<sup>12)</sup> 또한 사각근은 흉쇄유돌근보다 항상 먼저 활성화되며, 다른 보조 호흡근들과는 그 활성화도가 비슷하지 않고 가장 높다.<sup>13,14)</sup> 이를 통해 사각근이 다른 보조 호흡근들과 달리 주요 호흡근으로 작용함을 알 수 있다.

또한 흥복부를 편안히 한 상태에서 자연스러운 복식 호흡을 할 때 늑간근뿐만 아니라 사각근도 호흡 활동에 관여한다는 것을 알 수 있는데, 이는 사각근이 흉식 호흡이 아닌 복식 호흡의 경우에도 항상 전기적으로 활성을 띠기 때문이다.<sup>6,15)</sup> 사각근은 복식 호흡과 같은 정상 호흡 양상의 흡기 시 횡격막의 작용에 대응하여 흉쇄관절의 움직임을 발생시키고, 결과적으로 흉골이 전후방으로 움직이게끔 하여 흉강의 수직 상직경을 증가시킨다.<sup>10,16,17)</sup> 또한 사각근과 흉골 주변의 늑간근은 상부 흉곽을 확장시켜 복식 호흡 시 횡격막의 작용으로 발생하는 흉강 내 음압에 의한 안쪽 당김을 막아주고, 호기 시에도 사각근은 상부 늑골을 고정하는 안정자의 역할을 하

기도 한다.<sup>18,19)</sup>

### 2) 보조 호흡근으로서의 사각근

한편 보조 호흡근으로써 사각근에 대한 선행 연구를 살펴보면, 흉식 호흡과 관련된 내용이 주를 이룬다. 사각근은 보조 호흡근으로써 흉벽을 들어올려 호흡을 도와주는데, 경추가 고정된 상태에서 강한 흡기 시 제 1, 2번 늑골을 들어 올리는 형태로 흉식 호흡을 만들어 낸다.<sup>9,20-23)</sup> 따라서 흉식 호흡 시에 보조 호흡근인 흉쇄유돌근, 상부승모근과 함께 사각근의 활성화도가 증가한다.<sup>24)</sup>

또한 일반적인 호흡보다 저항이 있는 호흡 시의 흉곽 용적 증가가 사각근과 흉쇄유돌근 등의 활성화와 연관이 있는데, 이는 예비 호흡 요구량이 증가된 상황에서 사각근이 추가적인 호흡을 위한 보조 호흡근으로 사용되어 다른 보조 호흡근들과 함께 활성화되었기 때문이다.<sup>25)</sup> 이는 횡격막과 같은 주요 호흡근이 흉식 호흡과 같은 예비 호흡 요구량이 증가되는 경우에서 점점 비활성화되는 것과 전혀 다른 양상이다.

즉, 흉식 호흡과 같은 비정상 호흡 양상 시 횡격막과 같은 주요 호흡근의 움직임이 제한됨에 따라 사각근의 과활성화가 일어나게 되고, 이 때 사각근은 흉쇄유돌근, 상부승모근 등과 함께 흉골의 상하 움직임을 유도하고 견쇄관절의 움직임을 발생시키며 예비호흡이나 조절되지 않는 과호흡을 일으키는 보조 호흡근으로써의 역할을 수행한다.<sup>13,16,26)</sup>

## 3. 평가

예비 호흡 요구량이 증가된 상황에서 일어나는 비정상 호흡 양상에는 흉식 호흡과 구강 호흡이 있다. 이들에 대한 평가 방법을 소개하고자 한다.

### 1) 흉식 호흡에 대한 평가

흉식 호흡에 대한 간단한 기존 평가법의 경우 HiLo Two Hand와 같은 검사가 있다. 환자에게 한 손은 윗 가슴에 다른 손은 윗배에 대라고 한 뒤, 몇 번의 흡기 동안 윗 가슴의 손이 올라간다면 흉식 호흡, 아래쪽의 손이 올라간다면 복식 호흡으로 평가할 수 있다. 그러나 이러한 검사법은 사각근과 보조 호흡근이 얼마나 활성화되어 호흡에 영향을 미치고 있는지 파악하기 어렵다는 한계가 있다.

견갑 상완 리듬 검사를 통해 흉식 호흡 시 사각근 등 보조 호흡근의 과활성화를 판별할 수 있다. 환자를 앉힌 뒤, 팔꿈치를 90도 굽히고 엄지를 위로 한 뒤 팔을 수평방향으로 외전시킨다. 60도의 외전 전에 견갑골의 상승, 회전 및 상방 움직임이 나타나면 사각근 등 보조 호흡근이 과활성화된 흉식 호흡이라고 볼 수 있다.<sup>26,27)</sup> 그리고 흉곽의 움직임을 도수 평가를 통해 어느 쪽 근육이 우세한 가를 파악하는 manual assessment of respiratory motion (MARM) 검사법 또한 좋은 신뢰도를 가지며, 자세나 여러 근육의 위치 변화에 반응하는 흉식 호흡 변화를 기존의 방식보다 더 잘 밝혀낼 수 있다.<sup>28)</sup>

또한 환자를 눕힌 상태에서 양손을 환자의 제 1늑골 위에 올려두고 흡기시켜 보았을 때 검사자의 손이 올라가는지 확인해보거나 손가락을 쇄골에 갖다 대고 손을 부드럽게 환자의 어깨에 놓은 뒤, 환자에게 적당히 깊은 숨을 들이마시게 하였을 때, 검사자의 손이 보일 정도로 올라간다면 사각근이 호흡에 있어 부적절하게 쓰이는 것이다.<sup>29)</sup> 흉식 호흡을 평가하는 또 다른 방법으로, 검사자의 손이 올라가지 않았더라도 좌우 대칭성을 비교해야 한다. 전, 중사각근의 문제로 양쪽 제 1늑골 중 하나가 흡기 중 거상되지 않는 ‘잠김’이 발생할 수 있기 때문이다.<sup>30)</sup> 또한 이런 ‘잠김’ 상태에서는 늑골의 윗면이 위로 돌출되어 있을 것이며 조금만 건드려도 환자가 불편해 할 것이다.<sup>31)</sup>

Near-infrared spectroscopy (NIRS) 검사법은 O<sub>2</sub>Hb 및 HHb의 변화를 통해 근육군의 활성화를 반영하여 이를 통해 사각근과 같은 흡기 근육이 얼마나 쓰이는지 알 수 있다.<sup>32)</sup> 실제로, NIRS를 통한 흡기 근육 산소화 평가는 울혈성 심부전(congestive heart failure, CHF) 또는 만성폐쇄성폐질환인(chronic obstruction pulmonary disease, COPD) 환자에게서 사각근과 보조 호흡근이 얼마나 과부하되고 있는지를 확인할 수 있다.<sup>33)</sup>

## 2) 구강 호흡에 대한 평가

구강 호흡의 경우 거북목 자세가 상기도를 열어주기 때문에 전방 두부 자세를 함께 관찰해야 한다.<sup>27)</sup> 이는 Janda가 상부 교차 증후군에서 말하는 근육들의 억제와 축진을 통한 평가와도 비슷한 맥락이다. 상부 교차 증후군에서 사각근은 흉쇄유돌근, 흉근, 상부승모근, 견갑거근과 함께 긴장된다.<sup>34)</sup>

## 3) 사각근의 물리적 변화에 대한 평가

사각근과 같은 연부조직은 순차적인 축진과 평가를 통해 풀림/뭉침, 이완/수축, 단축/약함 등의 양상을 알 수 있으며, 이 외에 사각근 내의 근막동통유발점, 조직의 민감성, 질감의 변화, 비대칭성, 운동범위 감소를 확인해야 한다.<sup>12,35-38)</sup>

최근 240명의 중환자실 환자를 대상으로 402번의 관찰을 하여 호흡곤란과 연관된 변수들을 측정된 연구에 따르면, 이 중 사각근의 단축은 호흡곤란 환자들이 가진 가장 흔한 증상이었다.<sup>39)</sup> 또한 중등도의 호흡곤란 환자와 심각한 호흡곤란 환자를 대상으로 한 유사한 연구에 따르면 호흡곤란을 판단하는 데 사각근의 단축을 고려할 수 있음을 알 수 있다.<sup>40)</sup>

## 4. 기전

이처럼 사각근은 흉식 호흡과 구강 호흡의 발생에 깊게 연관되어 있으며, 흉식 호흡과 구강 호흡은 그 자체로도 문제를 야기할 수 있지만 이들은 호흡 양상 장애를 일으키는 원인이 될 수 있다.

1) 사각근이 호흡 양상 장애를 일으키는 기전 - 흉식 호흡  
건강한 사람이 운동을 할 때, 더 많은 산소가 필요하게 되고 환기 요구량이 증가하게 되면 사각근과 여러 보조 호흡근

이 활성화되어 흉식 호흡을 일으켜 흉곽의 탄성 및 저항 부하를 극복하며 호흡 속도와 환기를 증가시킨다.<sup>41,42)</sup> 이는 진화학적으로 흉식 호흡이 우리 신체가 공격을 받을 때에 심박출량과 심박수를 증가시키는 역할을 하고 복직근, 복횡근, 외복사근과 내복사근을 긴장시켜 척추와 체간에 안정성을 부여하며 복부 장기를 보호하기 위해서인 것으로 보인다.<sup>43)</sup> 그러나 이 과정 속에서 복부 근육의 긴장으로 인해 횡격막을 사용하는 복식 호흡은 자연스럽게 배제된다.<sup>44)</sup>

이렇게 흉식 호흡은 빠른 호흡이나 깊은 호흡이 필요한 경우, 혹은 의도적으로 호흡을 하려는 경우 일어난다. 운동이나 질병에 의해 환기 요구량이 증가하여 흉식 호흡이 필요한 상황에서 전거근, 내늑간근, 흉쇄유돌근과 같은 보조 호흡근들이 활성화된다.<sup>16,45-49)</sup> 또한 점진적인 운동 강도의 상승으로 분당 환기량의 요구량이 증가함에 따라 흉식 호흡이 요구되는 상황에서 횡격막의 기여도는 줄어들어가고 사각근 등 보조 호흡근의 기여도가 높아간다.<sup>50,51)</sup> 그리고 최근 연구에 따르면 폐용적을 더 높일수록, 즉 호흡을 더 할수록 사각근과 보조 호흡근인 흉쇄유돌근의 근전도 검사(Electromyography, EMG) 수치가 비례하여 증가하는 것이 밝혀졌다.<sup>52)</sup>

그러나 추가적인 호흡량이 요구되지 않는 상황에서 흉식 호흡이 만성적으로 사용되는 경우도 있다. 이러한 병리적 흉식 호흡을 역설적 호흡으로 보는 견해가 있는데, 흉식 호흡 시 흉부와 복부 기능은 반대가 된다. 횡격막을 통해 흡기를 하고 폐의 탄력성을 통해 호기를 하는 복식 호흡과 달리 흉식 호흡은 사각근을 포함한 상부 흉부 근육을 사용하여 흡기를 한다. 따라서 흉식 호흡은 사각근을 포함한 상부 흉부 근육의 과활성화를 초래한다.<sup>53)</sup> 따라서 만성적인 흉식 호흡은 사각근과 보조 호흡 근육을 지속적으로 활성화시킨다.<sup>54)</sup>

이러한 사각근 등 보조 호흡근의 지속적인 과활성화로 흉식 호흡이 지속되면 복부 근육들을 계속해서 긴장시키고 이는 횡격막을 이용한 복식 호흡을 어렵게 하여 결과적으로 더 많은 흉식 호흡을 유도할 수 있다. 더 큰 문제는 흉식 호흡을 시작한지 불과 24시간 이내라도 이러한 호흡 양상에 익숙해질 수 있고, 흉식 호흡에 의해 환기량이 호기량보다 지나치게 많아질 수 있다.<sup>55)</sup> 이때 흉식 호흡에 의해 많아진 호흡수는 이러한 공기의 흐름이나 사각(Dead Space)을 만들어 폐포에 도달하는 산소의 양을 감소시키면서 사각근을 포함한 상부 흉부 근육으로 하여금 호흡 요구량을 만족시키기 위해 더 많은 흉식 호흡과 구강 호흡을 하게 하는 거미줄형 모델을 유발할 수 있다.<sup>55)</sup>

## 2) 사각근이 호흡 양상 장애를 일으키는 기전 - 구강 호흡

구강 호흡 시 공기 저항은 비강 호흡 시의 절반 밖에 되지 않는다.<sup>56)</sup> 이러한 특성 때문에 코로 숨을 쉬기 어렵거나, 운동을 하는 경우, 스트레스를 받는 경우 등 몸이 산소를 급하게 요구하는 경우 구강 호흡을 하는 것으로 보인다.<sup>57)</sup> 구강 호흡과 달리 비강 호흡은 저항을 통해 폐용적을 증가시키고

산소와 이산화탄소 분압을 높게 유지하여 항상 폐포에 관류가 되도록 한다. 이는 흡기와 호기 시의 급격한 변화의 속도를 줄여주고 폐의 정상 탄력성 유지에 도움을 주어 호흡 시 최적의 조건을 제공한다.<sup>58)</sup> 따라서 비강 호흡이 정상적인 호흡 양상에 해당하며 추가적인 호흡량이 필요한 경우를 제외하고 구강 호흡은 다소 병리적인 양상에 해당한다.

또한 구강 호흡을 하는 사람의 경우 전방 두부 자세가 되기 쉬운데, 이는 전방 두부 자세가 상기도를 열어주기 때문이다.<sup>27)</sup> 전방 두부 자세는 사각근과 같은 목 주변 근육들에 의해 이루어지며 이들 근육의 긴장과 약화, 마비 등의 이유로 불균형이 발생하면 정상적인 호흡이 어려워져 구강 호흡을 더욱 악화시킬 수 있다.<sup>59)</sup> 전방 두부 자세에서 사각근과 흉쇄유돌근 및 흉근의 증가된 과활성화가 관찰되었고 이는 사각근의 과긴장을 유발한다.<sup>60,61)</sup> 이러한 자극이 지속되면 사각근과 흉쇄유돌근 등이 병리적으로 단축되어 전방 두부 자세를 악화시키는데, 그 결과 구강 호흡이 다시 심화되는 악순환이 발생할 수 있다.<sup>62,63)</sup>

최근 국내에서 이를 뒷받침하는 여러 연구들이 진행되었는데, 전방 두부 자세 환자들의 노력성 폐활량은 81.95%, 정상인의 노력성 폐활량은 93.54%로 전방 두부 자세 환자들은 정상인에 비해 노력성 폐활량이 감소했다.<sup>64)</sup> 그리고 머리척추각(craniovertebral angle)과 산소 흡수, 이산화탄소 배출 간에 양의 상관관계가 있었는데, 이는 전방 두부 자세가 호흡 활동을 감소시켰기 때문이다.<sup>65)</sup> 또 다른 연구에 따르면 머리척추각(craniovertebral angle)과 노력성 폐활량 간에는 양의 상관관계 나타났고, 노력성 폐활량과 사각근, 흉쇄유돌근의 EMG 간에는 음의 상관관계가 나타났다. 이를 통해 전방 두부 자세가 사각근과 흉쇄유돌근에 부하를 주며, 노력성 폐활량을 감소시킨다는 것을 알 수 있다.<sup>66)</sup>

그 외에도 구강 호흡이 악화되는 경우가 있는데, 구강 호흡에 의해 동맥혈의 이산화탄소 분압이 낮아지면 코는 울혈이 되어 비강 호흡을 어렵게 하고 결과적으로 구강 호흡을 유발한다.<sup>67)</sup> 구강 호흡을 하는 경우 사각근 등 전방 두부 자세를 일으키는 근육은 과활성화 되고, 복부 근육과 횡격막은 활성 감소에 의해 약화되어 비강 호흡을 어렵게 한다.<sup>68)</sup>

한편 공기 저항이 있어야 여러 호흡근이 적절하게 사용될 수 있는데, 공기 저항이 적은 구강 호흡은 사각근을 포함한 호흡근의 불용과 약화를 유발할 수 있다.<sup>25)</sup> 이러한 호흡근의 약화는 저항이 적어 더 쉽게 호흡할 수 있는 구강 호흡을 유도하여 더욱 증상을 악화시킨다. 특히 사각근의 경우, 단축성 약화가 일어난다면 다시 전방 두부 자세에 기여하여 악순환의 요소가 된다.<sup>69)</sup>

### 3) 사각근이 호흡 양상 장애를 일으키는 기전 - 비대에 의한 압박

노화가 진행되면서 호흡근은 점진적으로 약화된다.<sup>70)</sup> 실제로 최근 설치류를 대상으로 한 실험에서 횡격막의 노화에

따라 노력성 폐활량이 감소하였다.<sup>71)</sup> 또한 최근 EMG 실험에 따르면 성별과 상관없이 호흡을 할 때 노인은 젊은 사람보다 사각근과 흉쇄유돌근에 더 많이 의존한다.<sup>72)</sup> 이처럼 노화에 따라 횡격막의 기능이 감소하면 호흡 시 보조 호흡근인 사각근에 더 많은 부하가 발생할 수 있다. 또한 노화에 따라 사각근의 Type I 섬유 비율이 높아지면서 자세 유지에 쓰이는 지근의 역할이 늘어나고 호흡근으로써의 기능이 떨어지는데, 구조적으로 장시간의 중력 스트레스에 저항해야 하는 지근은 과도한 스트레스에 의해 과민해지고 경직되며 단축될 수 있다.<sup>73,74)</sup>

이 외에도 편타성 손상이나 운동 부상 등의 손상을 겪은 환자에게서 종종 사각근이 섬유화 되는 현상과 함께 Type II 섬유가 위축되고, Type I 섬유가 증가함이 관찰되는데, 이 경우에도 지근에 스트레스가 증가하여 사각근의 비대가 발생할 수 있다.<sup>75)</sup> 또한 최근 연구는 이러한 사각근의 비대가 횡격막 신경을 압박하여 호흡에 악영향을 끼칠 수도 있음을 보여준다. 한 치험례에서 지속적으로 편측성 횡격막 마비를 겪는 환자에게 추간판 대체물을 통해 사각근을 견인시켜 그 주위를 감압시켰더니 증상이 호전되었다.<sup>76)</sup>

사각근이나 주변 구조물들이 횡격막 신경을 압박하면 두 가지 경로로 호흡에 영향을 미친다. 하나는 압박받는 횡격막 신경의 지배를 받는 횡격막 때문에 호흡 시 기계적인 노력을 증가시키는 것이고, 다른 하나는 반대쪽 횡격막이 정상적으로 작용하여 복부압력을 발생시키기 때문에 환측의 횡격막이 밀려 올라오게 된다. 이러한 역설적인 움직임은 사각근과 보조 호흡근들의 움직임을 방해하여 이들에게 큰 부하를 주게 된다.<sup>77)</sup> 따라서 사각근 비대 혹은 과활성화에 대한 이완 관리의 호흡에서 매우 중요하다.

## 5. 사각근과 관련된 호흡 양상 장애

### 1) 과호흡증후군

과호흡증후군은 신체 대사 요구량보다 호흡수나 호흡 깊이가 과도해지는 호흡 양상 장애이다. 만성 과호흡 증후군은 정상 인구의 10%에 해당하는 흔한 질환이다.<sup>78)</sup> 과호흡 양상이 한번 자리 잡게 되면 분당 호흡량이 10%만 증가해도 과호흡이 유지되며, 이 10%의 증가는 더 깊은 호흡, 더 빠른 호흡, 깊은 한숨 등에 의해 발생할 수 있다.<sup>79)</sup> 즉 흥식 호흡은 호흡수를 빠르게 하여 지속적인 호흡 요구량을 만족시킬 수 있다는 점에서 과호흡에 알맞은 최적의 방식이나, 또다시 과호흡을 유발하는 원인이 될 수 있다.

소아의 과호흡증후군 증례의 경우, 남녀의 비율이 3:7이며,<sup>80)</sup> 다른 호흡 양상 장애에서도 여자가 남자에 비해 7배 정도 많이 발견된다는 보고가 있다.<sup>81)</sup> 이에 대한 원인으로는 여성의 프로게스테론과 임신성 호르몬에 의한 호흡 자극이 있으며,<sup>82,83)</sup> 최근 연구에 따르면 이러한 남녀의 유의한 차이에 사각근의 작용도 어느 정도 기여할 수 있음을 보여준다.

성별에 따른 사각근의 섬유 Type 차이는 없지만, 같은 신장일 때 그리고 같은 폐의 크기에서 여성은 남성보다 더 좁은 호흡로를 갖는다.<sup>84-86)</sup> 더 좁은 호흡로 때문에 호흡 저항이 높은 여성은 남성보다 더 큰 보조 호흡근의 활성을 요구받는다. 실제로 최근 연구에서 지속되는 고강도 운동 시, 젊은 여성들의 사각근과 흉쇄유돌근의 EMG가 젊은 남성들의 EMG보다 높았다.<sup>87)</sup> 또한 같은 강도의 운동 상태에서 여성이 남성보다 횡격막의 피로를 덜 호소한다.<sup>88)</sup> EMG 연구에 따르면 나이와 상관없이, 호흡을 할 때 여성은 남성보다 사각근과 흉쇄유돌근에 더 많이 의존한다.<sup>89)</sup> 과호흡증후군에 대한 남녀의 유병률 차이에는 논란이 있지만, 적어도 여성의 과호흡에 있어 사각근과 관련된 신체구조적 영향이 남성보다 더 크다는 것을 보여준다.

## 2) 폐쇄성 질환

천식과 만성 폐쇄성 폐질환, 폐기종 같은 폐쇄성 질환의 경우, 폐쇄와 폐 실질의 파괴로 인해 공기의 저항이 강해져 호기 시간이 증가되고 이는 저항이 낮은 구강 호흡이나 호흡 요구량을 맞추기 위한 흉식호흡을 유발한다. 또한 비정상적인 흉벽 구성과 함께 이러한 높은 호흡 요구량은 사각근, 보조 호흡 근육의 활성화를 증가시킨다. 안정 시에도 건강한 사람보다 환기 요구량이 높은 만성 폐쇄성 폐질환 및 울혈성 심부전 환자는 흡기 근육을 더 많이 활성화할 수밖에 없는데, 이것을 위해 과호흡이 일어나면 폐에 더 큰 사강과 과팽창을 일으킬 수 있다.<sup>90)</sup>

최근 연구에 따르면 운동 선수 및 만성 폐쇄성 폐질환 또는 울혈성 심부전을 가진 환자에서 대부분 사각근을 포함한 보조 호흡근이 우선적으로 사용되는 비정상적인 호흡 양상을 보였다.<sup>91)</sup> 또한 다른 최근 연구에서 건강한 사람들을 대상으로 운동 전후의 최대 흡기압과 횡격막, 보조 호흡근들의 EMG를 검사하였는데, 운동으로 유발된 기도 폐쇄에 있어서 사각근을 포함한 보조 호흡근이 과활성화 됨에 따라 피로에 대한 저항성이 약화되어 최대 흡기압이 감소하였으며 횡격막의 EMG는 감소되지 않았다.<sup>92)</sup>

이처럼 만성 폐쇄성 폐질환 환자에서 일어나는 최대 흡기압 감소는 횡격막의 부담을 늘리게 되고 나아가 최종적으로 횡격막의 약화, 더 나아가 사각근과 보조 호흡근의 약화를 유발할 수 있다. 따라서 폐쇄성 질환의 경우 사각근을 포함한 보조 호흡근의 지속적인 관리를 고려해야 한다.

이 뿐만 아니라 만성 폐쇄성 폐질환 환자의 경우 근육 자체에도 병리적인 변화가 일어날 수 있는데, 호흡근과 골격근들에 마이오신(myosin)과 결합 단백질의 증가로 인해 근육 단백질의 퇴행성 변화가 발생하여 결과적으로 사각근 등의 근수축 기능장애, 약화 등을 유발할 수 있다.<sup>93,94)</sup>

한편 사각근에 의해 형성된 구강 호흡은 폐쇄성 폐질환에 악순환을 만들 수 있는데, 낮아진 이산화탄소 분압과 높아진 산소 분압에 의해 분비된 히스타민과 카테콜아민이 평활근

이나 기도를 더욱 폐색시킬 수 있기 때문이다.<sup>55)</sup>

## 3) 제한성 질환

늑막염이나 폐렴, 섬유성 폐포염, 석면증, 진폐증 등과 같은 제한성 폐질환들은 폐용적과 폐탄성도가 낮아지기 때문에 폐쇄성 질환과 마찬가지로 호흡 요구량을 만족시키기 어려워 구강 호흡과 흉식 호흡을 선택하게 된다. 실제로 특발성 폐섬유증은 종종 보조 호흡근들과 사각근의 비대를 동반한다는 보고가 있다.<sup>95,96)</sup> 따라서 제한성 질환은 폐쇄성 질환과 마찬가지로 사각근을 포함한 보조 호흡근의 과도한 활성화가 일어나기 쉬우며, 이들 근육의 지속적인 관리를 통한 이완 요법 혹은 근육 훈련 등이 필요할 것으로 보인다.

## 4) 수면 중 호흡 장애

수면 중 무호흡증, 코골이와 같은 증상은 코막힘 자체로 인한 흡기 저항뿐만 아니라 아데노이드형 얼굴 등의 상기도의 구조적 변화에 의해서도 발생할 수 있는데, 구강 호흡이 이러한 구조적 변화를 일으키는 원인으로 지목되고 있다.<sup>97-102)</sup> 최근 편도선 절제술 등을 통해 무호흡증의 원인을 제거한다고 하여도 여전히 남아 있을 수 있는 구강 호흡에 대한 평가를 시행해야 한다는 보고가 있다.<sup>103)</sup> 또한 구강 호흡이 상기도에 강한 저항을 만들고 있으며 나아가 수면 중 폐쇄성 무호흡증까지 일으킬 수 있음을 시사하였다.<sup>104,105)</sup> 한편 수면 중 호흡 장애가 있는 아이들에게서 구강 호흡이 많이 나타나는 것으로 보고되는데, 이는 구강 호흡이 호흡 장애에 대한 보상작용으로 나타난 것으로 보인다.<sup>106)</sup>

## 6. 치료

호흡 양상 장애는 신체의 구조적인 문제를 야기할 수 있으며, 신체의 구조적인 문제는 호흡 양상 장애에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 연구를 통해 과호흡과 같은 호흡 양상 장애가 자세의 균형에 즉각적인 손상을 야기할 수도 있다는 것과 호흡에 부적합한 자세나 움직임이 하중 전달에 문제를 일으켜 통증, 요실금 및 호흡 장애를 유발할 수 있다는 것이 밝혀졌다.<sup>107,108)</sup> 이에 따라, 사각근과 관련된 호흡 양상 장애에 대한 문헌 고찰을 시행했을 때 호흡 양상 장애에 직접적으로 사각근을 치료한 내용은 없었지만, 사각근을 포함한 호흡근들의 치료와 실험 연구를 통해 사각근의 임상적 중요성을 확인할 수 있었다.

사각근 등 경부 근육에 문제가 발생하면 흉곽의 움직임에 장애가 발생하고, 다른 호흡근에도 기능 이상을 일으켜 호흡 기능의 장애를 유발할 수 있다. 따라서 호흡 양상 장애를 치료하기 위해서는 먼저 사각근의 기능 이상을 평가하고 치료해야 하며, 단축이나 과긴장이 발생한 쪽에는 이완 요법을 시행하고, 약화가 일어난 쪽에는 강화 요법을 시행해야 한다.<sup>109,110)</sup> 특히 만성 폐쇄성 폐질환이나 제한성 폐질환은 호흡 요구량을 맞추기 위해 사각근과 보조 호흡근이 과활성화되므로 이처럼 사각근의 단축이나 과긴장 등을 해소하기 위

해 근에너지기법, 신경근기법, 자세이완기법, 관절가동술 등의 이완 요법과 통증유발점 치료를 시행할 수 있다.<sup>111-113</sup> 반대로 사각근에 약화가 일어난 경우 운동과 관리를 통해 사각근을 강화 및 관리할 수 있다.<sup>114</sup>

1) 이완 요법

호흡 재활의 주요한 방법 중 하나는 호흡 빈도수를 줄이는 것으로, 이는 비정상적인 흉식 호흡에서 복식 호흡으로 돌아가는 것을 의미한다.<sup>115</sup> 이러한 호흡 재활에서 보조 호흡근들에 대한 신장 운동을 통해 근 긴장도를 낮추는 것이 중요한데, 최근 보조 호흡근 관련 연구를 통해 사각근 이완에 대한 중요성이 대두되고 있다.<sup>116</sup> 중사각근, 상부승모근, 흉쇄유돌근에 수동 신장 운동을 시행하여 흡기 근육의 활동을 줄임으로써 흡기 예비량이 유의미하게 증가하였다.<sup>117</sup> 또한 양쪽 전, 중, 후사각근을 수동 신장시킨 후 유지-이완 기법을 시행했을 때 시행하기 전에 비해 노력성 폐활량(FVC) 등의 호흡 기능이 향상되었다.<sup>111</sup>

수동 신장 운동을 통한 이완 요법 외에도 자세 수정을 통해 사각근의 활성을 낮출 수 있다. 전방 두부 자세 환자에게 Chin-in 운동을 하게 했을 때 폐용적(Total volume)과 호기 예비 용적(Expiratory reserve volume)이 평균보다 약간 증가하였다. Chin-in 운동을 통해 전방 두부 자세에서 과긴장 상태에 놓이는 사각근의 부하를 줄여주어 호흡 양상 개선에 도움을 줄 수 있음을 시사한다.<sup>118</sup> 또한, 머리 높이를 높게 하여 침대에서 쉬는 것보다 머리 높이를 낮게 하여 침대에서 쉬는 것이 사각근 등 호흡 근육을 덜 피곤하게 하므로, 사각근의 부하가 있는 경우 머리 높이를 낮게 한 상태에서 침상 안정을 하는 것이 추천된다.<sup>119</sup> 또한 호흡 시 사각근의 EMG는 물구나무 자세일 때 기립 자세보다 약 30% 감소했다.<sup>120</sup> 따라서 물구나무 자세를 응용한 요가 등의 운동 치료법이 사각근의 부하를 줄여줄 수 있을 것으로 보인다.

전방 두부 자세는 목의 심부 굴곡근인 긴목근(longus colli muscle)과 긴머리근(longus capitis muscle)의 약화 및 천층 굴곡근인 전사각근과 흉쇄유돌근의 과활성과 관련성이 높다.<sup>121</sup> 전방 두부 자세로 인한 호흡 양상 장애 환자들에게 경부 안정화 운동과 호흡 재교육을 통해 간접적으로 사각근의 부하를 줄여주어 호흡 양상을 개선시킬 수 있다.<sup>122</sup> 또한 푸시업 플러스 운동은 앞톱니근 강화 및 어깨뼈 안정화에 효과적인 운동으로, 전방 두부 자세의 유의미한 감소를 일으키며 이를 통해 환자의 사각근 부하를 간접적으로 감소시켜 호흡 양상을 개선할 수 있다.<sup>123-125</sup>

복근의 단축과 약화는 기침 시 흉강 내압의 급격한 상승을 일으키지 못하고, 흡기 시 횡격막 하강의 길항 요소로 작용하여 사각근 등 흡기근에 부하를 줄 수 있다.<sup>126,127</sup> 복근의 긴장 및 약화는 흉식 호흡과 잘못된 호흡 양상을 일으키는 주된 원인으로, 복근의 근막이완 혹은 근력 강화를 유도를 통해 사각근에 가해지는 부하를 줄여 만성기침의 호전, 노력성 폐

활량의 증가 등과 같은 호흡 기능의 개선을 보였다.<sup>128,129</sup>

2) 강화 요법

흡기 저항은 흡기 근육 훈련(Inspiratory muscle training, IMT)의 방법으로 사용되는데, 호흡근의 근력과 지구력을 향상시켜 폐기능을 증진시켜주고 정도에서 중등도의 천식 환자에서 복식 호흡 강화 및 운동성 호흡곤란을 줄이는 데 이점이 있다.<sup>130-132</sup> 흡기 근육 훈련은 호흡 장애를 개선해주지만 사각근 등 호흡근의 EMG에 변화를 주지는 못한다는 연구보고가 있었으나, 실제로 건강한 사람들에게 흡기 근육 훈련을 시행한 결과 최대 흡기압(MIP)이 증가하였으며 EMG 상 사각근을 포함한 흡기 근육의 피로도가 감소하였다.<sup>133</sup>

IMT에는 비호흡훈련 혹은 복식 호흡을 겸하는 등 다양한 방법이 있다. 특히 비호흡을 겸한 IMT를 하게 했더니 저항성을 통해 호흡근의 근력이 향상되고 결과적으로 더 좋은 호흡 패턴을 유도할 수 있다는 것을 알 수 있다.<sup>134</sup> 간단한 복식 호흡(횡격막 호흡)의 지도 하에 시행되는 IMT는 일반 IMT에 비해 더 큰 횡격막의 활성화, 즉 복식 호흡을 유도하여 사각근의 부하를 줄일 수 있다.<sup>135</sup>

최근 연구에 따르면 구호흡 저항, 비호흡 저항 시 일반적인 호흡 시보다 사각근, 흉쇄유돌근, 늑간근의 sEMG가 증가했고, 구호흡 저항보다 비호흡 저항 시 더 많이 증가했다.<sup>25</sup> 이를 통해 호흡 저항을 통한 IMT 시 사각근과 같은 호흡근이 강화되어 호흡 패턴의 정상화를 유도할 수 있으며, 그중에서도 비호흡 훈련이 구호흡 훈련보다 더 효과적이라는 것을 알 수 있다.

비슷한 방식으로, 횡격막 테이핑 기법은 뇌졸중 환자와 같이 편측 호흡근이 약화 되었을 때, 적절한 흡기 저항을 줌으로써 사각근의 포함한 여러 보조 호흡근의 활성화를 일으켜 흡기압과 호기압 그리고 폐활량을 향상시켜 증상을 개선하는데 도움이 될 수 있다.<sup>136</sup> 키네시오 테이프 부착 시 피부 자극이 발생하여 근육의 활동성을 증가시키고 근력이 증가하는 효과가 있으며, 사각근, 흉쇄유돌근, 소흉근, 횡격막, 외늑간근 테이핑 치료 시 최대 흡기압과 최대 호기압이 향상되고 노력성 폐활량과 안정시 폐활량 모두 증가되었다.<sup>137,138</sup>

한편 피드백 호흡 장비를 통한 피드백 호흡 중재 운동은 만성 폐쇄성 폐질환 환자의 지구력과 삶의 질 향상 및 활동량 증가, 호흡근 운동 및 강화를 유도한다.<sup>139-141</sup> 자세적 치료의 경우, 두 팔로 무릎이나 앞쪽 물건에 몸을 기대는 삼각대 자세가 호흡곤란을 완화시키고 폐 기능을 향상시킬 수 있다.<sup>142-144</sup> 삼각대 자세는 사각근을 포함한 약화된 흡기 근육 활성화 시키되 동시에 복부 근육의 긴장도 감소시켜 복식 호흡을 유도하여 흉골의 전후 움직임을 활성화 시킨다. 이러한 자세는 결국 복식 호흡 하에 사각근, 흉쇄유돌근 등 보조 호흡근을 활성화하여 이들의 약화를 치료하고 호흡곤란 치료에 활용할 수 있다.<sup>145</sup>

## 고 찰

호흡 양상 장애는 더 이상 그 존재의 여부에 논란이 있는 질병이 아니다. 이는 명백히 존재하며 근골격계적인 원인, 이중 사각근이 호흡 양상 장애에 어떻게 영향을 미치며 또 사각근과 사각근을 포함한 근육 치료가 호흡 양상 장애에 어떤 효과가 있는지 확인하는 것은 더 나은 호흡 양상 장애 진단 및 치료에 도움이 될 수 있다.

복식 호흡의 경우, 사각근은 아래로 잡아당기는 횡격막과 반대로 작용하여 힘의 평형을 이루어 흉곽과 늑골이 전방으로 움직이며 “들리지 않는” 호흡을 만들어내는 반면, 흉식 호흡에서 횡격막이 배제됨에 따라 다른 보조 호흡근들과 늑골과 흉곽을 들어올리는 운동을 만들어 낸다.

결국 사각근은 약화와 과활성화 모두에서 호흡의 문제를 일으키는데, 사각근은 자세근육(지근)으로서의 성질 때문에 비대되기 쉽고, 흉식 호흡이 사각근의 과도한 활성화를 일으키며, 구강 호흡과 같은 양상은 사각근의 지속적인 단축이나 약화를 만들어내기도 한다.

뿐만 아니라 횡격막신경의 압박 등을 통해 사각근 자체로 가 가지는 호흡근으로서의 기능약화 등 약화뿐만 아니라 다른 부차적인 호흡 장애를 야기할 수 있다. 이러한 호흡 장애 양상들은 구체적으로 과호흡증후군, 무호흡증이 있으며, 폐쇄성 질환이나 제한성 질환에서도 사각근이 약화의 원인이 된다.

물론 이러한 양상들이 사각근과 연관이 있는지 여러 진단과 평가를 통해 접근해야 하며, 최종적으로 그에 맞는 치료법을 선택하고 그것이 효과가 있는지를 확인해야 한다. 평가에는 전통적으로 Janda와 같은 촉진방식이나 MARM 검사법, HiLo Two Hand 등을 통해 흉식호흡이나 구강호흡과 같은 호흡양상을 먼저 확인한 뒤, 사각근의 연관성을 파악하는 방식이었으며 이 외에도 NIRS같은 방식을 통해 진단할 수 있다. 그리고 이러한 진단 뒤에는, 과호흡증후군, 폐쇄성 호흡질환, 제한성 호흡질환, 수면 중 호흡장애들이 이에 발생할 수 있음을 인지해야 한다.

치료의 경우, 사각근을 자세를 조정하거나 운동 등을 통해 사각근을 이완 혹은 강화시킬 수 있다. 특히 최근 연구 경향에 따르면, 운동으로는 심부 굴곡근 강화운동, 푸시업 플러스 운동, 흡기 근육 훈련 등이 연구되었다. 심부 굴곡근 강화운동이나 푸시업 플러스 운동같이 자세교정을 통해 사각근 이완을 유도하거나 흡기 근육 훈련같이 사각근을 강화시키는 운동이 있었다. 자세의 경우, 삼각대 자세나 물구나무 자세가 사각근을 이완시킬 수 있다는 보고가 있었다. 그 외에도 테이핑요법 등이 강화에 사용되었다.

이를 통해 사각근의 치료가 충분히 호흡 양상 장애의 호전에도 기여할 수 있음을 보여주었다.

향후 사각근 단독치료의 효과를 연구하는 연구와 호흡 재

활치료에 있어 근골격계의 임상적 연구가 추가적으로 진행되기를 기대한다.

## 결 론

사각근은 주요 호흡근 및 보조 호흡근으로서 흉식 호흡, 구강 호흡 시 과활성화 또는 약화 등으로 과호흡증후군, 폐쇄성 폐질환, 제한성 폐질환, 수면 중 호흡장애와 같은 호흡 양상 장애를 초래할 수 있다. 이에 대한 치료로서는 사각근에 대한 기능 이상 평가를 통해 근에너지기법 등의 이완 요법이나 흡기 근육 훈련과 같은 사각근 강화 운동 등을 활용할 수 있다.

## REFERENCES

1. Lum LC. Breathing exercises in the treatment of hyperventilation and chronic anxiety states. *Chest Heart and Stroke Journal*. 1977;2:6-11.
2. Hornsveld H, Garsson B. Hyperventilation syndrome: an elegant but scientifically untenable concept. *The Netherlands Journal of Medicine*. 1997;50(1):13-20.
3. Timmons BH, Ley R. Behavioral and psychological approaches to breathing disorders. New York:Plenum Press. 1994.
4. Van den Bergh O, Stegen K, Van de Woestijne KP. Learning to have psychosomatic complaints: conditioning of respiratory behavior and somatic complaints in psychosomatic patients. *Psychosomatic Medicine*. 1997;59:13-23.
5. Hill K, East wood P. Effects of loading on upper airway and respiratory pump muscle motoneurons. *Respiratory Physiology & Neurobiology*. 2011;179(1):64-70.
6. Bordoni B, Varacallo M. Anatomy, Head and Neck, Scalenus Muscle. [Updated 2018 Nov 14]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2020. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519058/>.
7. Keibel F, Mall FP. Manual of Human Embryology. The Development of the Central Nervous System. Philadelphia:JB Lippincott. 1910:1-59.
8. Keibel F, Mall FP, Manual of Human Embryology. The Peripheral Nervous System. Philadelphia:JB Lippincott. 1912:1-47.
9. Moore K, Dalley A, Agur A. Clinically oriented anatomy, 6th ed. Philadelphia, PA: Lippincott, Williams and Wilkins. 2010:1012-3.
10. Hudson A, Grandevova S, Butler J. The effect of lung volume on the co-ordinated recruitment of scalene and sternomastoid muscles in humans. *J. Physiol*. 2007;584(1): 261-70.
11. Cornwall J, Kennedy E. Fiber types of the anterior and lateral cervical muscles in elderly males. *Eur. Spine J*. 2015;24(9):1986-91.
12. Simons D, Travell J, Simons L. Myofascial pain and dysfunction: the trigger point Manual, Second Ed. Baltimore:Williams and Wilkins. 1998.
13. Hudson A, Grandevova S, Butler J. The effect of lung volume on the co-ordinated recruitment of scalene and sternomastoid muscles in humans. *J. Physiol*. 2007;584(1):261-70.
14. Masubuchi Y, Abe T, Yokoba M. Relation between neck accessory inspiratory muscle electromyographic activity and lung volume. *Journal Japanese Respiratory Society*. 2001;39(4):244-49.

15. De Troyer A, Estenne M. Coordination between rib cage muscles and diaphragm during quiet breathing in humans. *J. Appl. Physiol. Respir. Environ. Exerc. Physiol.* 1984;57(3):899–906.
16. De Troyer A, Estenne M. Functional anatomy of the respiratory muscles. *Clin. Chest Med.* 1988;175–93.
17. Saboisky JP, Gorman RB, De Troyer A. Differential activation among five human inspiratory motoneuron pools during tidal breathing. *J. Appl. Physiol.* 2007;102:772–80.
18. De Troyer A, Sampson M.G. Activation of the parasternal intercostals during breathing efforts in human subjects. *J. Appl. Physiol. Respir. Environ. Exerc. Physiol.* 1982;52:524–29.
19. De Toyer A. Do canine scalene and sternomastoid muscles play a role in breathing? *J. Appl. Physiol.* 1994;76:242–52.
20. Kisner C, Colby LA. *Therapeutic exercise: foundation and techniques*, 4th ed. Philadelphia:FA Davis. 2002.
21. Cramer G, Darby S. *Basic and clinical anatomy of the spine, spinal cord and ANS*. St Louis, MO: Mosby, Inc. 2005:204.
22. Drake R, Vogl W, Mitchell A. *Gray's anatomy for students*. St Louis, MO: Elsevier, Inc. 2005:921.
23. Musculino J. *The muscular system manual: the skeletal muscles of the human body*, 2nd ed. St Louis, MO: Elsevier, Inc. 2005:170.
24. Fella D. Unraveling the complexity of muscle impairment in chronic neck pain. *Man. Ther.* 2004;9:125–33.
25. Da Fonsêca JDM, Resqueti VR, Benício K, Fregonezi G, Aliverti A. Acute Effects of Inspiratory Loads and Interfaces on Breathing Pattern and Activity of Respiratory Muscles in Healthy Subjects. *Front Physiol.* 2019;2(10):993.
26. Liebenson C. Re-education of faulty respiration. *Journal of Bodywork and Movement Therapies.* 1999;3(4):225–28.
27. Courtney R. The functions of breathing and its dysfunctions and their relationship to breathing therapy. *International Journal of Osteopathic Medicine.* 2009;12:78.
28. Courtney R, Van Dixhoorn J, Cohen M. Evaluation of breathing pattern. Comparison of a manual assessment of respiratory motion (MARm) and respiratory induction plethysmography. *Applied Psychophysiology and Biofeedback.* 2008;33:91–100.
29. Lewit K. *Manipulative Therapy: Musculoskeletal Medicine*. Edinburgh:Churchill Livingstone. 2009.
30. Kuchera M, Goodridge J. Lower extremity. In: Ward, R.(Ed.), *American Osteopathic Association: Foundations for Osteopathic Medicine*. Baltimore:Williams and Wilkins. 1997.
31. Greenman P. *Principles of manual medicine*. Baltimore:Williams and Wilkins. 1996.
32. Baarends EM, Schols AM, Slebos DJ. Metabolic and ventilatory response pattern to arm elevation in patients with COPD and healthy age-matched subjects. *Eur. Respir. J.* 1995;8:1345–51.
33. Tanaka T, Basoudan N, Melo LT, Wickerson L, Brochard LJ, Goligher EC, Reid WD. Deoxygenation of inspiratory muscles during cycling, hyperpnoea and loaded breathing in health and disease: a systematic review. *Clinical Physiology and Functional Imaging.* 2018.
34. Janda V. *Muscle function testing*. London:Butterworths. 1983.
35. Cleland JA, Childs JD, Fritz JM. Interrater reliability of the history and physical examination in patients with mechanical neck pain. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2006;87(10):1388–95.
36. Heiderscheid B, Boissonnualt W. Reliability of joint mobility and pain assessment of the thoracic spine and rib cage in asymptomatic individuals. *J. Man. Manip. Ther.* 2008;16(4): 210–16.
37. Simons D. Understanding effective treatments of myofascial trigger points. *Journal of Bodywork and Movement Therapies.* 2002;6(2): 81–8.
38. Simons D. New Aspects of Myofascial Trigger points—etiological and clinical. *Journal of Musculoskeletal Pain.* 2004;12(3/4):15–21.
39. Tulaimat A, Trick WE. Diaphragm: A mnemonic to describe the work of breathing in patients with respiratory failure. *PLoS One.* 2017;12(7):e0179641. doi: 10.1371/journal.pone.0179641. eCollection 2017.
40. Tulaimat A, Patel A, Wisniewski M, Gueret R. The validity and reliability of the clinical assessment of increased work of breathing in acutely ill patients. *Journal of Critical care.* 2016;34:111–5. doi: 10.1016/j.jcrc.2016.04.013.
41. Johnson BD, Babcock MA, Suman OE. Exercise-induced diaphragmatic fatigue in healthy humans. *J. Physiol.* 1993;460:385–405.
42. Sheel AW. Respiratory muscle training in healthy individuals: physiological rationale and implications for exercise performance. *Sports Med.* 2002;32:567–81.
43. Gibert C. Emotional sources of dysfunctional breathing. *Journal of Bodywork & Movement therapies.* 1998;2:224–30.
44. Richardson C, Jull G, Hodges P. *therapeutic exercise for spinal segmental stabilisation in low back pain*. Edinburgh:Churchill Livingstone. 1999.
45. Reid DC, Bowden J, Lynne-Davies P. Role of selected muscles of respiration as influenced by posture and tidal volume. *Chest.* 1976;70:636–40.
46. Reid WD, Dechman G. Considerations when testing and training the respiratory muscles. *Phys. Ther.* 1995;75:971–82.
47. Cerqueira EP, Garbellini D. Electromyographic study of the pectoralis major, serratus anterior and external oblique muscles during respiratory activity in humans. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.* 1999;39:131–37.
48. Wilson TA, Legrand A, Gevenois PA. Respiratory effects of the external and internal intercostal muscles in humans. *J. Physiol.* 2001;530: 319–30.
49. Legrand A, Schneider E, Gevenois PA. Respiratory effects of the scalene and sternomastoid muscles in humans. *J. Appl. Physiol.* 2003;94: 1467–72.
50. Grimby G, Goldman M, Mead J. Respiratory muscle action inferred from rib cage and abdominal V-P partitioning. *J. Appl. Physiol.* 1976;41(5/1):739–51.
51. Campbell E. The role of the scalene and sternomastoid muscles in breathing in normal subjects – an electromyographic study. *J. Anat.* 1955;89(3):378–86.
52. Washino S, Kanehisa H, Yoshitake Y. Neck inspiratory muscle activation patterns during well-controlled inspiration. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2017;117(10):2085–97.
53. Travell J, Simons D. *Myofascial Pain & Dysfunction. Vol. 2 Lower Body*. Baltimore:Williams & wilkins. 1992.
54. Kolnes LJ. Embodying the body in anorexia nervosa—a physiotherapeutic approach. *Journal of Bodywork and Movement Therapies.* 2012;16(3):281–88.
55. Gardner W. The pathophysiology of hyperventilation disorders. *Chest.* 1996;109(2):516–54.
56. Swift A, Campbell I, McKown T. Oronasal obstruction, lung volumes,



- and arterial oxygenation. *Lancet*. 1998;73-5.
57. Barelli PA. Nasopulmonary Physiology. In: Timmons B.H., Ley R. Behavioral and Psychological Approaches to Breathing Disorders. Boston, MA:Springer. 1994:47-57.
  58. Cottle, MH. The work, ways, positions and patterns of nasal breathing (relevance in heart and lung illness). Proceedings of the American Rhinologic Society. 1972.
  59. Kendall FP, Provance PG, McCreary EK. Muscle: testing and function with posture and pain, 4th ed. Baltimore:Lippincott Williams & Wilkins. 1993:36-7.
  60. Kolnes LJ. Embodying the body in anorexia nervosa—a physiotherapeutic approach. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2012;16(3):281-8.
  61. Correa E, Berzin F. Mouth Breathing syndrome: cervical muscles recruitment during nasal inspiration before and after respiration before and after respiratory and postural exercises on Swiss Ball. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2008;72:1335-43.
  62. Kapreli E, Vourazanis E, Strimpakos N. Neck pain causes respiratory dysfunction. *Med Hypotheses*. 2008;70:1009-13.
  63. Yoo WG. Effect of the Neck Retraction Taping (NRT) on forward head posture and the upper trapezius muscle during computer work. *J. Phys. Ther. Sci*. 2013;25:581-2.
  64. Kim SY, Kim NS, Jung JH, et al. Effect of forward head posture on respiratory function in young adults. *J. Korean Soc. Phys. Ther*. 2013;25:311-5.
  65. Lee MH, Chu M. Correlations between Craniovertebral Angle (CVA) and cardiorespiratory function in young adults. *J Korean Soc Phys Med*. 2014;9:107-113.
  66. Kang JI, Jeong DK, Choi H. Correlation between pulmonary functions and respiratory muscle activity in patients with forward head posture. *J. Phys. Ther. Sci*. 2018;30(1):132-5.
  67. Bartely J. Nasal congestion and hyperventilation syndrome. *American Journal of Rhinology*. 2006;19:607-11.
  68. Lima LC, Barauna MA, Sologurem MJ, Canto RS, Gastaldi AC. Postural alterations in children with mouth breathing assessed by computerized biophotometry. *J. Appl. Oral Sci*. 2004;12(3):232-7.
  69. Janda V., Frank C., Liebson, Craig. Evaluation of muscle imbalance. *Rehabilitation of the Spine*. 2007:203-25.
  70. Enright PL, Kronmal RA, Manolio TA, Schenker MB, Hyatt RE. Respiratory muscle strength in the elderly. Correlates and reference values. *Am. J. Respir. Crit. Care Med*. 1994;149(2/1):430-8.
  71. Elliott JE, Greising SM, Mantilla CB, Sieck GC. Functional impact of sarcopenia in respiratory muscles. *Respir. Physiol. Neurobiol*. 2016;226:137-46.
  72. Molgat-Seon Y, Dominelli PB, Ramsook AH, Schaeffer MR, Romer LM, Road JD, Guenette JA, Sheel AW. Effects of Age and Sex on Inspiratory Muscle Activation Patterns during Exercise. *Med. Sci. Sports Exerc*. 2018;50(9):1882-91.
  73. Gouzi F1, Maury J, Molinari N, Pomiès P, Mercier J, Préfaut C, Hayot M. Reference values for vastus lateralis fiber size and type in healthy subjects over 40 years old: a systematic review and metaanalysis. *Journal of Applied Physiology*. 2013;115(3):346-54.
  74. Janda V. Muscles and motor control in low back pain—assessment and management. *Physical therapy of the low back*, First Ed. Churchill Livingstone. 1987:253-78.
  75. Sanders RJ, Jackson CG, Banchero N, Pearce WH. Scalene muscle abnormalities in traumatic thoracic outlet syndrome. *American Journal of Surgery*. 1990;159(2):231-6.
  76. Hoshide R, Brown J. Phrenic nerve decompression for the management of unilateral diaphragmatic paralysis – preoperative evaluation and operative technique. *Surgical Neurology International*. 2017;8:254.
  77. Ko MA, Darling GE. Acquired paralysis of the diaphragm. *Thorac. Surg. Clin*. 2009;19:501-10.
  78. Newton E. Hyperventilation from the emergency department. 2012. <http://bit.ly/In8sDf> (Accessed June 2013)
  79. Saltzman HA, Heyman A, Sieker HO. Correlation of clinical and physiologic manifestations of sustained hyperventilation. *New England Journal of Medicine*. 1963;268:1431-6.
  80. Enzer NB, Walker PA. Hyperventilation syndrome in childhood. A review of 44 cases. 1967;70(4):521-32.
  81. Thomas M, McKinley RK, Freeman E. The prevalence of dysfunctional breathing in adults in the community with and without asthma. *Prim. Care Respir. J*. 2005;14:78-82.
  82. Dunnett A. The diagnosis of fibromyalgia in women may be influenced by menstrual cycle phase. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2007;11:99-105.
  83. Jensen D, Wolfe LA, Slatkowska L. Effects of human pregnancy on the ventilatory chemoreflex response to carbon dioxide. *American Journal of Physiology – Regulatory Integrative and Comparative Physiology*. 2005;288(5):57-65.
  84. Gouzi F, Maury J, Molinari N, Pomiès P, Mercier J, Préfaut C, Hayot M. Reference values for vastus lateralis fiber size and type in healthy subjects over 40 years old: a systematic review and metaanalysis. *Journal of Applied Physiology*. 2013;115(3):346-54.
  85. Dominelli PB, Ripoll JG, Cross TJ, Baker SE, Wiggins CC, Welch BT, Joyner MJ. Sex differences in large conducting airway anatomy. *J. Appl. Physiol*. 2018;125(3):960-5.
  86. Molgat-Seon Y, Dominelli PB, Ramsook AH, Schaeffer MR, Molgat Sereacki S, Foster GE. The effects of age and sex on mechanical ventilatory constraint and dyspnea during exercise in healthy humans. *J. Appl. Physiol*. 2018;124(4):1092-106.
  87. Mitchell RA, Schaeffer MR, Ramsook AH, Wilkie SS, Guenette JA. Sex differences in respiratory muscle activation patterns during high-intensity exercise in healthy humans. *Respir. Physiol. Neurobiol*. 2017;247:57-60.
  88. Guenette JA, Romer LM, Querido JS, Chua R, Eves ND, Road JD, McKenzie DC, Sheel AW. Sex differences in exercise-induced diaphragmatic fatigue in endurance-trained athletes. *J. Appl. Physiol*. 2010;109:35-46.
  89. Molgat-Seon Y, Dominelli PB, Ramsook AH, Schaeffer MR, Romer LM, Road JD, Guenette JA, Sheel AW. Effects of Age and Sex on Inspiratory Muscle Activation Patterns during Exercise. *Med. Sci. Sports Exerc*. 2018;50(9):1882-91.
  90. De Troyer A, Pêche R, Yernault JC. Neck muscle activity in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Respir. Crit. Care Med*. 1994;150:41-7.
  91. Tanaka T, Basoudan N, Melo LT, Wickerson L, Brochard LJ, Goligher EC, Reid WD. Deoxygenation of inspiratory muscles during cycling, hyperpnoea and loaded breathing in health and disease: a systematic review. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2018;38(4):554-65.
  92. Segizbaeva MO, Aleksandrova NP. Inspiratory muscle resistance to

- fatigue during exercise and simulated airway obstruction. *Fiziol. Cheloveka*. 2014;40(6):114–22.
93. Maltais F, LeBlanc P, Jobin J. Peripheral muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Clinics in Chest Medicine*. 2000;21(4):665–77.
  94. Ottenheijm CA, Heunks LM, Sieck GC. Diaphragm dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2005;172(2):200–5.
  95. Bohadana Abraham, Izbicki Gabriel, Kraman Steve S. Fundamentals of lung auscultation. *N. Engl. J. Med*. 2014;370(8):744–51.
  96. Cottin V, Richeldi L. Neglected evidence in idiopathic pulmonary fibrosis and the importance of early diagnosis and treatment. *Eur. Respir Rev*. 2014;23(131):106–10.
  97. Ricketts RM. Respiratory obstructions and their relation to tongue posture. *Cleft Palate Bull*. 1958;8:3–6.
  98. Huang YS, Guilleminault C. Pediatric obstructive sleep apnea and the critical role of orofacial growth: evidences. *Front Neurol*. 2013;3:1–7.
  99. Linder-Aronson S. Dimensions of face and palate in nose breathers and habitual mouth breathers. *Odontol. Revy*. 1969;14:187–200.
  100. Linder-Aronson S. Adenoids. Their effect on mode of breathing and nasal airflow and their relationship to characteristics of the facial skeleton and the dentition. A biometric, rhino-manometric and cephalometric-radiographic study on children with and without adenoids. *Acta. Otolaryngol. Suppl*. 1970;265:1–132.
  101. Mcnamara JA. Influence of respiratory pattern on craniofacial growth. *Angle. Orthod*. 1981;51:269–300.
  102. Lime M. Orthognathic and orthodontic consequences of mouth breathing. *Acta. Otorhinolaryngol. Belg*. 1993;47:145–55.
  103. Lee SY, Guilleminault C., Chiu HY, Sullivan SS. Mouth breathing, "nasal disuse," and pediatric sleep-disordered breathing. *Sleep Breath*. 2015;19(4):1257–64.
  104. Fitzpatrick M, Driver H, Chata N, Vodue N, Girard A. Partitioning of inhaled ventilation during sleep in normal subjects. *J. Appl. Physiol*. 2003;91:883–90.
  105. Raskin S., Limme M., Poirrier R. Could mouth breathing lead to obstructive sleep apnea syndromes. A preliminary study. *Orthod. Fr*. 2000;71(1):27–35.
  106. Guilleminault C, Huang YS, Monteyrol PJ, Sato R, Quo S, Lin CH. Critical role of myofunctional reeducation in sleep-disordered-breathing. *Sleep Med*. 2013;14:518–25.
  107. Lee D, Lee LJ, McLaughlin L. Stability, continence and breathing: the role of fascia following pregnancy and delivery. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2008;12:333–48.
  108. David P, Laval D, Terrien J. Postural control and ventilatory drive during voluntary hyperventilation and carbon dioxide rebreathing. *Eur. J. Appl. Physiol*. 2012;112(1):145–54.
  109. Ward RC, Hrubby RJ, Jerome JZ. *Foundations for osteopathic medicine*, Third Ed, Baltimore:Lippincott Williams & Wilkins, 2002.
  110. Kapreli E, Vourazanis E, Strimpakos N. Neck pain causes respiratory dysfunction. *Med. Hypotheses*. 2008;70(5):1009–13.
  111. Byun SH, Han DW. The Effects of passive stretching exercise of the scalene muscles on forced vital capacity. *J. Korean Soc. Phys. Med*. 2016;11(1):35–43.
  112. Dommerholt J., Huijbregts P.A. Myofascial trigger points: pathophysiology and evidence-informed diagnosis and management, Boston:Jones & Bartlett. 2011.
  113. Flynn T, Whiteman J, Magel J. *Orthopaedic manual physical therapy management of the cervical-thoracic spine & ribcage*. Louisville, KY:Evidence in Motion. 2001.
  114. Lewit K. *Manipulative Therapy: Musculoskeletal Medicine*. Edinburgh:Churchill Livingstone. 2009.
  115. Reardon, J, Awad, E, Normandin,E., The Effect of comprehensive outpatient pulmonary rehabilitation in dyspnea. *Chest*. 1994;105(4):1046–52.
  116. Casciari R, Fairsher RD, Harrison A. Effects of breathing retraining in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest*. 1981;79(4):393–8.
  117. Ha MS. The effects Stretching Exercise of Breathing Accessory Muscle on Respiratory Function in healthy subjects. *Korea of Health care Asso. in community*. 2018;15(1):1–10.
  118. Cho HR. Change of Craniovertebral Angle(CVA) and Respiration on Application Correction Method of Posture and Breathing Accessory Muscle Exercise in Forward Head Posture(FHP). *Journal of The Korean Society of Integrative Medicine*. 2015;3(3):89–94.
  119. Segizbaeva MO, Aleksandrova NP, Donina ZA, Baranova EV, Katuntsev VP, Tarasenkov GG, Baranov VM. Effect of Simulated Microgravity and Lunar Gravity on Human Inspiratory Muscle Function: 'Selena-T' 2015 Study. *Adv. Exp. Med. Biol*. 2016;934:31–40.
  120. Hudson AL, Joulia F, Butler AA, Fitzpatrick RC, Gandevia SC, Butler JE. Activation of human inspiratory muscles in an upside-down posture. *Respir. Physiol. Neurobiol*. 2016;226:152–9.
  121. Jull G, Kristjansson E, Dall'Alba P. Impairment in the cervical flexor: A comparison of whiplash and insidious onset neck pain patients. *Man. Ther*. 2004;9(2):89–94.
  122. Lee MH, Hawng-bo G. Effects of the Neck Stabilizing Exercise Combined With the Respiratory Reeducation Exercise on Deep Neck Flexor Thickness, Forced Vital Capacity and Peak Cough Flow in Patients With Stroke. *Phys. Ther. Korea*. 2015;22(1):19–29.
  123. Cools AM, Dewitte V, Lanszweert F, Notebaert D, Roets A, Soetens B, Cagnie B, Witvrouw EE. Rehabilitation of scapular muscle balance: which exercises to prescribe?. *Am. J. Sports Med*. 2007;35(10):1744–51.
  124. Ellenbecker TS, and Davies GJ. *Closed kinetic chain exercise:a comprehensive guide to multiple joint exercise*. Champaign, Human Kinetics. 2001:53–8.
  125. Yoon HG. Effect of push up plus on sling and stable surface on muscle activity and lung function in adults with forward head posture. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*. 2017;18(4):624–31.
  126. Shin MK, Kwon HC, Kim HS, Lee YD, Choi HS. (The)physiology of the joints volume 3: the physiology of the joints. Seoul:Hyunmoon. 1998:142,144,158.
  127. Donald A Neumann. *Kinesiology of the Musculoskeletal system*. Seoul:Jeongdam, 2004:404,406–7.
  128. Kim EG, Cha YY. Effect of Myofascial Releasing of Abdominal Muscles on Chronic Cough by Oriental Medical Treatment ; 2 Cases Report. *J. Oriental Rehab. Med*. 2009;19(3):123–34.
  129. Yun JH, Kim TS, Lee BK. The Effects of Combined Complex Exercise with Abdominal Drawing-in Maneuver on Expiratory Abdominal Muscles Activation and Forced Pulmonary Function for Post Stroke

- Patients. *Journal of The Korean Society of Physical Medicine*. 2013;8(4):513-23.
130. Hostettler S, Illi SK, Mohler E, Aliverti A, Spengler CM. Chest wall volume changes during inspiratory loaded breathing. *Respir. Physiol. Neurobiol.* 2011;175:130-39.
  131. Sasaki M. The effect of expiratory muscle training on pulmonary function in normal subjects. *J. Phys. Ther. Sci.* 2007;19:197-203.
  132. McConnell A. Inspiratory muscle training improves lung function and reduced exertional dyspnoea in mild/moderate asthmatics. *Proceeding of the Medical Research Society. Clinical Science.* 1998;95:4.
  133. Ramsook AH, Molgat-Seon Y, Schaeffer MR, Wilkie SS, Camp PG, Reid WD, Romer LM, Guenette JA. Effects of inspiratory muscle training on respiratory muscle electromyography and dyspnea during exercise in healthy men. *J. Appl. Physiol.* 2017;122(5):1267-75.
  134. Held PA, Castro WM, Silva TLP, Silva KR, Lorenzo VAPD. Treinamento muscular e da respiração nasal em crianças respiradoras orais. *Fisioter. Mov.* 2008;21:119-27.
  135. Ramsook A.H., Koo R., Molgat-Seon Y., Dominelli P.B., Syed N., Ryerson C.J., Sheel A.W., Guenette J.A. Diaphragm Recruitment Increases during a Bout of Targeted Inspiratory Muscle Training. *Med Sci Sports Exerc.* 2016 Jun;48(6):1179-86.
  136. Wang JS, Cho KH, Park SJ. The immediate effect of diaphragm taping with breathing exercise on muscle tone and stiffness of respiratory muscles and SpO<sub>2</sub> in stroke patient. *Journal of Physical Therapy Science*, 2017;29(6):970-3.
  137. Murphy PR, Hammond GR. Reversal of fusimotor reflex responses during locomotion in the decerebrate cat. *Exper. Physiol.* 1997;82(5):837-58.
  138. Jung SR, Lee SE, Choi HY. The Effects of Inspiratory Kinesio Taping for Achievement of Respiratory Activity and Pulmonary Function. *Journal of Sport and Leisure Studies.* 2012;48:849-57.
  139. Koppers RJ, Vos PJ, Boot CR. Exe endurance training. *Chest.* 2006;129(4):886-92.
  140. Tabak M, Akker H, Hermens H. Motivational cues as real-time feedback for changing daily activity behavior of patients with COPD. *Patient education and counseling*, 2014;94(3):372-8.
  141. Kang JI, Jeong DK, Choi H. The effects of breathing exercise types on respiratory muscle activity and body function in patients with mild chronic obstructive pulmonary disease. *Journal of Physical Therapy Science.* 2016;28(2):500-5.
  142. Bott J, Blumenthal S, Buxton M, Ellum S, Falconer C, Garrod R, British Thoracic Society Physiotherapy Guideline Development, G. Guidelines for the physiotherapy management of the adult, medical, spontaneously breathing patient. *Thorax.* 2009;64(1):i1-51.
  143. Gosselink R. Controlled breathing and dyspnea in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Journal of Rehabilitation Research & Development.* 2003;40:25-33.
  144. O'Neill, S., & McCarthy, D. S. Postural relief of dyspnoea in severe chronic airflow limitation: Relationship to respiratory muscle strength. *Thorax.* 1983;38:595-600.
  145. Mesquita Montes A, Tam C, Crasto C, Argel de Melo C, Carvalho P, Santos R, Vilarinho R, Vilas-Boas JP. Forward trunk lean with arm support affects the activity of accessory respiratory muscles and thoracoabdominal movement in healthy individuals. *Human Movement science.* 2018;61:167-76.