

호흡방법에 따른 전방머리자세의 목근육 활성화도 변화

배원식 · 이현옥¹ · 박두진^{2†}

경남정보대학교 물리치료학과, ¹부산가톨릭대학교 물리치료학과, ²가야대학교 물리치료과

Effects of Breathing Methods on Neck Muscle Activation in Subjects with a Forward Head Posture

Won-Sik Bae · Hyun-Ok Lee¹ · Du-Jin Park^{2†}

Department of Physical Therapy, Kyungnam College of Information & Technology

¹Department of Physical Therapy, Catholic University of Pusan

²Department of Physical Therapy, Kaya University

Received: March 2, 2017 / Revised: April 24, 2017 / Accepted: May 7, 2017

© 2017 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

| Abstract |

Purpose: This study attempts to determine the effects of applying three kinds of breathing exercises for four weeks on the neck muscle activation of subjects with a forward head posture.

Methods: A total of 30 adults aged in their twenties (15 men and 15 women) with a forward head posture who voluntarily agreed to participate after listening to the purpose and procedure of this research were chosen as the subjects of this study. The subjects were randomly divided into either the diaphragmatic breathing exercise (DBE) group, the abdominal drawing-in maneuver (ADIM) group, or the abdominal expansion method (AEM) group according to the breathing intervention scheme. Each group included ten subjects. The muscle activity of the sternocleidomastoid, scalenus anterior, and splenius capitis was measured in all the groups prior to the intervention, two weeks after the intervention, and four weeks after the intervention. All the interventions were implemented for 30 minutes a day, three times a week, for a total of four weeks.

Results: No significant between-group difference was observed in terms of the change in neck muscle activity according to the four-week intervention scheme. Further, there was no interaction between the intervention period and the intervention scheme in relation to the change in neck muscle activity.

Conclusion: The results of this study suggest that abdominal expansion exercise is as effective as other breathing exercise methods for subjects with a forward head posture. We therefore expect that abdominal expansion exercise can be used as a scheme for the prevention of symptoms as well as therapy for patients with a forward head posture.

Key Words: Abdominal expansion maneuver, Forward head posture, Diaphragm, Drawing-in

†Corresponding Author : Du-Jin Park (djpark35@kaya.ac.kr)

I. 서론

전방머리자세(forward head posture, FHP)는 시상면에서 몸통 위로 머리가 지나치게 앞으로 놓여있는 자세를 의미하며, 이러한 자세는 고리뼈와 증쇠뼈의 펴와 아래 목뼈(C3-C7)의 굽힘을 유발한다. 전방머리 자세를 지닌 대상자들은 시상면에서 정상 해부학적 정렬을 보이는 사람들과 비교하여 목에서 움직임 감소(Chae, 2009)와 목과 어깨의 근피로가 발생한다(Hwangbo, 2008). 부적절한 자세에서 영상표시장치의 사용으로 전방머리자세와 관련된 근골격계 질환이 증가하고 있으며, 그로 인해 통증과 기능 장애를 유발할 수 있다.

전방머리자세는 목과 등 근육의 과도한 긴장과 수축을 유발하여 근활성도를 감소시키면서 피로도는 증가시킨다고 하였으며(Cho et al., 2008), Thigpen(2006)은 전방머리자세 환자의 어깨뼈가 위쪽돌림이 발생하여 앞뒀니근의 활성도가 감소하며, 어깨뼈와 주변 근육의 관계를 감소시켜 통증이 나타난다고 하였다. 또한, 이러한 자세는 목과 등뼈의 비정상적인 변화, 목의 통증, 그리고 폐의 기능변화까지 초래할 수 있다(Kapreli et al., 2008). 이외에도 Koh와 Jung(2013)은 머리자세와 호흡패턴에 따라 목빗근과 목갈비근의 활성도가 차이를 보이며, Demayo 등(2005)은 호흡운동과 신체 자세가 목빗근과 위목뿔근의 근긴장에 영향을 준다고 보고하였다.

가로막 호흡운동(diaphragmatic breathing exercise, DBE)은 산소와 탄산가스를 교환하는 효과적인 방법이며, 이완을 증진시키고 허파기능 증진과 몸통 안정화에 기여할 수 있는 호흡법이다(Hodges & Gandevia, 2000; Kim et al., 2005). 가로막은 호흡 및 선행적 자세 조절에 중요한 핵심 요소이며(Hodges et al., 2007), 가로막 호흡법은 신경계 환자의 호흡기능 증가뿐만 아니라 근골격계 질환에서도 중요한 치료법으로 사용된다(Kolar et al., 2010; Lee, 2013). Lee (2015)는 가로막 호흡운동을 통해 전방머리자세를 지닌 성인의 호흡기능과 호흡 근력이 개선되었다고 보고하였다.

복부 드로우인 운동(abdominal drawing-in maneuver, ADIM)은 몸통 깊은 근육의 신경근 조절을 회복시키기 위해 일반적으로 사용되는 몸통 깊은 근육 안정화 기법으로서(Hodges & Richardson, 1996), 골반의 뒤쪽 기울임과 함께 배벽을 안쪽으로 끌어당겨 배가로근과 배빗근의 활동을 통해 배의 내압을 증가시킨다. 최근에는 호흡 기능 강화를 위한 중재방법으로 적용되고 있으며, Lee(2012)는 일반인 여성에게 복부 드로우인 훈련을 통해 노력성 호기의 폐 기능이 향상되었다고 보고하였다.

이외에도 복부확장 운동(abdominal expansion method, AEM)이 있으며, 들숨 시 가슴우리 대신 아래 배부위를 확장시키면서 배꼽을 아래앞쪽으로 내밀어 실시하는 안정화기법이다(Lee & Kim, 2015). AEM는 통합적 척추 안정화 시스템(integration spinal stabilization system)을 활성화하기 위해 호흡 조절을 강조하는 동적 신경근 안정화(dynamic neuromuscular stabilization, DNS) 운동에서 유래되었다. 이는 가로막, 골반바닥, 배가로근을 통해 복강내압(intra abdominal pressure, IAP)을 조절하여 척추의 강성도(stiffness)를 높이고 앞쪽 허리골반 자세의 안정성을 제공한다(Frank et al., 2013).

가로막 호흡운동과 복부 드로우인 운동처럼 몸통 안정화와 호흡패턴의 개선을 통해 목근육의 활성도에 미치는 효과를 규명한 연구들은 존재하지만 복부확장 운동에 관련된 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 전방머리자세를 보이는 대상자에게 4주간 3가지 호흡운동이 목 근육의 활성도 변화에 미치는 영향을 알아보려고 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 부산광역시 소재 K대학교에 재학중인 20대 남자, 여자 각각 15명을 대상으로 운동을 실시하였다. 연구 대상자는 첫째, 선천적 혹은 후천적 근골격계 질환이 없으며 둘째, 연구의 목적을 충분히 이해하

고 실험 참여에 동의한 자를 대상으로 하였다. 전신자세측정시스템(global postural system, GPS)을 이용하여 전방머리자세가 의심되는 학생을 무작위 선별하여 DRE군, ADIM군, AEM군으로 나누어 각 10명씩 배치하였다.

2. 측정 방법 및 도구

1) 전신자세측정시스템

본 연구는 대상자의 전방머리자세의 유·무를 판단하기 위해 뉴욕 주 자세판정기준을 사용하였으며, 전신자세측정시스템(GPS400, Chinesport, Italy)을 사용하였다. 뉴욕 주 자세 판정기준에서 전방머리자세 시 바깥귀길과 어깨 위팔뚝, 발목의 뼈가 일직선상에 있으면 정상, 정상선에서 바깥귀길의 수직유도선이 0.5~1.0cm 앞쪽으로 벗어나면 ‘경도’, 1cm 이상이면 ‘고도’로 분별하였다(Park et al., 2013). 본 연구에서는 전신자세측정시스템 상에서 어깨뼈봉우리와 바깥귀길의 수직 유도선 사이가 1cm 이상인 사람을 대상으로 선정하였다.

2) 표면 근전도

본 연구에서는 호흡법에 따른 전방머리자세와 연관된 근활성도를 측정하기 위한 도구로 표면 근전도(Telemyo-DTS, NORAXON, USA)를 사용하였으며, 피부에서 발생하는 저항을 최소화시키기 위해 알코올 솜을 이용하여 이물질을 닦아낸 후 전극을 부착하였다. 기록전극은 목빗근, 앞목갈비근, 머리널판근에 부착하였다. 목빗근은 꼭지돌기와 복장뼈 위쪽 패임의 중간지점에 전극을 부착하였다(O’Leary et al., 2011). 앞목갈비근은 목빗근 뒤, 빗장뼈 위, 위등세모근 윗부분이 이루는 삼각형 지점에 부착하였고(Cram et al., 1998), 머리널판근의 경우는 두 번째와 세 번째 목뼈 높이에서 목빗근과 위등세모근의 사이 지점에 표면 전극을 부착하였다(Falla et al., 2008). 근전도 신호의 표본 추출률은 1024Hz, 주파수 대역폭은 10~350Hz, 60Hz의 노치 필터(notch filter)를 사용하였다. 근전도

신호를 표준화하기 위하여 Kendall 등(2005)의 도수 근력 측정 방법으로 5초간 최대 수의적 등척성 수축을 측정하였다. 시작과 끝의 1초를 제외한 3초간의 근활성도를 사용하였으며, 총 3회에 걸쳐 측정한 평균값을 사용하였다. 모든 대상자는 앉은 자세에서 목의 굽힘과 폼에 대한 최대 저항에 주어 5초 동안 유지하였으며, 시작과 끝의 1초를 제외한 중간 3초 동안의 근활성도 중 가장 높은 값을 결과 분석에 사용하였다.

3. 연구 방법

본 연구는 DBE, ADIM, AEM을 각각 시행하였다. 시행 전 운동에 대한 사전 교육을 실시하였고, 운동 자세는 바로 누운 자세에서 실시하였다.

1) 가로막 호흡운동(DBE)

DBE는 가로막이 수축될 때 복강 내의 여러 장기가 앞아래 방향으로 눌려져 배가 팽윤되어 앞으로 나오게 되고 숨을 내쉬면 다시 가로막이 원상태로 복원되면서 배의 팽윤도 감소되는 호흡법이며, 미국흉부학회(American thoracic society, ATS)의 권장 내용을 토대로 하여 본 연구에 맞게 수정 적용하였다. Yeo (2007)의 연구 결과를 참고하여 가장 활성화되는 6초를 호흡 주기로 하였고, 6초 동안 복식호흡을 1회로 하며 총 3회를 한 세트로 한다. 3세트를 실시하며 한 세트가



Fig. 1. Diaphragmatic breathing exercise.



Fig. 2. Abdominal drawing-in maneuver.

끝나면 1분 동안 휴식을 하여 30분간 실시하였으며, 4주간 주 3회 운동을 실시하였다(Fig. 1).

2) 복부 드로우-인 운동(ADIM)

ADIM은 압력생체피드백기구(Stabilizer, Chattanooga group Inc., Hixson, USA)를 사용하여 실시하였다. 시작 자세는 가로막 호흡방법과 동일하게 갈고리 누운 자세를 하여 압력생체피드백기구를 대상자의 허리에 위치시켜 압력계를 60mmHg인 상태에서 10mmHg 증가시킨 후 자세를 유지하고 날숨 시 배 부위를 끌어당기면서 배꼽을 위쪽과 뒤쪽으로 당기도록 하여 30분간 실시하였으며 4주간 주 3회 운동을 실시하였다(Lee, 2011)(Fig. 2).

3) 복부확장 운동

AEM은 바로 누운 자세에서 대상자의 엉덩관절이 90° 굽힘을 이루도록 잡아주고 압력생체피드백기구를 대상자의 허리에 위치시켜 압력계를 보고 60mmHg인 상태에서 들숨 시 배의 앞쪽, 가쪽 및 뒤쪽 부위를

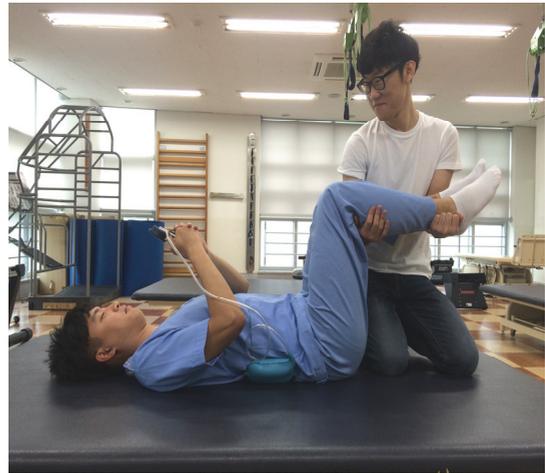


Fig. 3. Abdominal expansion method.

모두 확장시켜 10mmHg 증가시킨 후 유지한 상태에서 들숨과 날숨을 실시하였다. 들숨 시 아래 갈비뼈는 가쪽으로, 복장뼈는 아래 배 부위로 이동하며 배꼽은 머리 쪽으로 이동하지 않도록 유지하였다. 들숨과 날숨을 시행하는 동안 배 부위를 안쪽, 가쪽, 뒤쪽으로 확장시켜 유지하도록 하였고(Frank et al., 2013), 골반을 고정시키고 위쪽 배 부위가 아래쪽 배 부위보다 더 확장되지 않도록 시행하였다(Kolar et al., 2014)(Fig. 3).

4. 자료 처리

각 군의 중재 기간에 따른 근활성도를 비교하기 위해 반복측정 분산분석을 사용하였다. 각 군의 중재 전과 4주 후 효과를 분석하기 위해 일요인분산분석을 사용하였으며, 사후검증은 Bonferroni 다중비교분석 방법을 사용하였다. 측정된 데이터는 SPSS Version 23(SPSS, Chicago, IL, USA) 프로그램을 사용하였으며, 유의수준 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

Table 1. Difference of forward head posture among groups

(N=30)

| | DBE (N=10) | ADIM (N=10) | AEM (N=10) | p |
|---------------------------|------------|-------------|------------|------|
| Forward head posture (cm) | 3.00±0.96 | 3.00±2.99 | 2.99±1.12 | 0.99 |

Table 2. Changes of muscle activity among three groups

| | | Before | 2 weeks | 4 weeks | F | p |
|--------------------------|------|-------------|-------------|--------------|-------|-------|
| Sternocleidomas- toid | DBE | 58.55±27.82 | 75.18±42.57 | 105.94±58.31 | 8.94 | 0.00* |
| | ADIM | 82.31±51.22 | 80.93±36.64 | 98.42±70.45 | | |
| | AEM | 56.61±28.58 | 81.68±38.17 | 89.52±45.31 | | |
| Scalenus anterior | DBE | 28.57±13.81 | 36.53±23.50 | 47.11±36.50 | 20.39 | 0.00* |
| | ADIM | 42.50±22.76 | 47.54±26.08 | 65.48±24.49 | | |
| | AEM | 28.31±20.38 | 41.72±20.95 | 55.96±19.61 | | |
| Splenius capitis | DBE | 29.30±15.68 | 35.12±26.10 | 47.40±42.50 | 14.27 | 0.00* |
| | ADIM | 32.41±13.36 | 34.10±17.89 | 53.29±22.65 | | |
| | AEM | 32.29±20.75 | 38.34±22.51 | 48.81±25.17 | | |

Unit: %MVIC, DBE: Diaphragmatic breathing exercise, ADIM: Abdominal drawing-in maneuver, AEM: Abdominal expansion method

Ⅲ. 연구 결과

1. 전방머리자세에 대한 동질성 검증

연구대상자는 30명(남자 15명, 여자 15명)이며, 바깥귀길과 어깨뼈 봉우리 사이의 거리(cm)를 측정하여 동질성 검정을 실시하였다. DBE군, ADIM군 및 AEM군의 거리 평균은 각각 3cm, 3cm 및 2.99cm으로 사전 검사결과 유의한 차이가 없었다(Table 1).

2. 기간에 따른 근육의 활성화 변화

4주간의 호흡운동에 따른 각 군별 목 근육의 변화는 표 2와 같다. 중재 전과 2주 사이의 목빗근의 활성화도는 AEM군에서만 유의한 차이가 나타났다. 중재 전과 4주 사이의 목빗근의 활성화도는 DBE군과 AEM군에서 유의한 차이를 보였다. 중재 전과 2주 사이의 앞목갈비근의 활성화도는 AEM군에서만 유의한 차이가 나타났다. 중재 전과 4주, 2주와 4주 사이의 머리널판근의

활성도는 ADIM군과 AEM군에서 유의한 차이를 보였다. 모든 목 근육의 활성화도 변화에는 중재 기간과 중재 방법 사이에 상호작용은 없었다.

3. 4주간 중재 방법에 따른 근활성도 비교

4주간 중재 방법에 따른 목 근육의 활성화도 변화는 각 군 간 유의한 차이가 없었다(table 3).

Ⅳ. 고 찰

본 연구는 전방머리자세를 보이는 대상자에게 4주간 3가지 호흡운동이 목 근육의 활성화도 변화에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 대상자는 세 군으로 나누어 4주간 각각 가로막 호흡운동(DBE), 복부 드로우인 운동(ADIM), 복부확장 운동(AEM)을 실시하였으며, 기간별로 호흡운동이 목 근육의 활성화도에 미치는 영

Table 3. Changes of muscle activity according to interventions between pre-intervention and after 4 weeks.

| | DBE | ADIM | AEM | F | p |
|---------------------|--------------|-------------|-------------|------|------|
| Sternocleidomastoid | 105.94±58.31 | 98.42±70.46 | 89.53±45.32 | 0.19 | 0.82 |
| Scalenus anterior | 41.11±36.50 | 65.48±24.49 | 55.96±19.61 | 1.09 | 0.35 |
| Splenius capitis | 47.40±42.50 | 53.29±22.65 | 48.80±25.17 | 0.10 | 0.91 |

Unit: %MVIC, DBE: Diaphragmatic breathing exercise, ADIM: Abdominal drawing-in maneuver, AEM: Abdominal expansion method

향을 비교하기 위해 중재 전, 2주차, 4주차에 측정을 실시하였다. 그 결과, 세 군의 목빗근, 앞목갈비근, 머리널판근의 활성도는 모두 기간에 따라 향상되는 것으로 나타났으며, 4주 후 군 간에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

Koh와 Jung (2013)의 연구에서 호흡 시 머리자세와 호흡운동이 목빗근과 목갈비근의 활성도 변화에 미치는 영향을 확인한 결과, AEM군에서 목빗근은 전방머리자세에서 6.49 ± 4.74 , 중립머리자세에서 8.70 ± 7.30 으로 나타났으며, 앞목갈비근은 전방머리자세에서 10.10 ± 7.32 , 중립머리자세에서 13.45 ± 12.83 으로 전방머리자세보다 중립자세에서 근활성도가 증가하는 것으로 나타나 본 연구의 결과에서 호흡운동 시 모든 군의 목빗근과 앞목갈비근의 근활성도가 증가한 결과와 일치하였다.

Thuresson 등(2005)은 C7-T1 축으로 목에서의 위쪽 목 근육과 아래쪽 목 근육의 활성도를 측정하였을 때 중립자세보다 20° 앞쪽 굽힘 자세에서 근활성도의 유의한 증가를 보였으며, DMB 폰 시침 시 중립자세와 목뼈 굽힘 자세에 따라 목과 어깨근육의 활성도에 미치는 영향에 대한 연구에서 목뼈 굽힘 자세에서 머리널판근의 활성도가 유의하게 증가하였다(Yoo, 2008). 컴퓨터 타이핑 작업 시 전방머리자세가 목과 어깨의 근활성도에 미치는 영향에 대한 연구에서도 타이핑 작업 시 전방머리자세일 때 머리널판근의 활성도가 유의하게 증가하는 것으로 나타났다(Park, 2005). Bae 등(2016)의 연구에서는 전방머리자세 대상자에게 목 부위에 맥켄지 신장운동과 안정화운동을 4주 동안 실시하였을 때, 널판근의 활성도가 감소한다고 하여 목의 긴장도 감소를 위한 중립머리자세의 필요성을 언급하고 있다. 하지만 본 연구에서는 각 호흡운동군에서 운동을 실시할수록 머리널판근의 활성도가 증가하는 것으로 나타났다. 이는 측정 방법이 서로 다른 결과로 보여진다. 즉, 선행연구는 1kg 아령을 들고 팔 움직임 시 목 근육의 활성도를 측정하였기 때문에 전방머리자세가 개선될수록 목 근육의 활성도가 감소한 반면, 본 연구에서는 목 근육에 직접적으로 최대 수의적

등척성 수축을 시행하였기 때문에 목뼈가 중립자세가 될수록 길이장력곡선에 의해 최대 근활성도를 보인 것이라고 사료된다.

선행 연구들(Frank et al., 2013; Nouwen et al., 1987; Son, 2015)에서 가로막 호흡을 실시하였을 때 복강의 압력 발생으로 인하여 주변 몸통 근육의 활성에 영향을 미치어 균형 능력 향상에 영향을 주는 것으로 나타났으며, Lee와 Kim (2015)의 연구에서는 근활성도의 변화를 비교한 결과, ADIM보다는 AEM이 못갈래근과 배속빗근을 더욱 활성화시키는 것으로 나타났다. Kim (2006)의 연구에서는 요통 운동 자세에서 복식호흡 전·후 오른쪽 기립근과 왼쪽 기립근의 몸통 근육의 최대 수의적 수축력을 비교한 결과 동적·정적인 자세 모두에서 복식호흡의 들숨 후 상승하는 것으로 나타났다. 본 연구를 통해서 DBE는 배근육 뿐만 아니라 목 주변의 근육의 활성도에도 변화를 주는 것으로 사료된다.

본 연구에서는 4주간의 호흡운동 후 각 근육의 활성도는 모두 증가하였으며, 호흡운동 간 차이는 유의하지 않았다. 따라서 기존의 호흡운동으로 많이 시행되어 왔던 ADIM과 DBE이나 AEM이 근활성도의 변화에 효과적이라고 사료된다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 20대를 대상으로 시행하였으며 둘째, 각 군 간의 대상자가 적었고 연구 기간이 짧았기 때문에 연구결과를 일반화하기에는 어려움이 있다. 따라서 향후 중재 기간과 대상자의 수를 확대하여 호흡방법이 전방머리자세에 미치는 효과에 대한 연구를 실시하는 것이 필요하다고 사료된다.

V. 결론

본 연구의 결과로 미루어 볼 때 전방머리자세 대상자에게 가로막 호흡운동, 복부 드로우인 운동, 복부확장 운동의 중재는 목 근육의 활성도를 개선하는데 효과적이며 특히, 복부확장 운동이 다른 호흡운동만큼이나 전방머리자세에 효과가 있다는 것이 판명되었

다. 그리하여 복부확장 운동이 전방머리자세 환자의 증상 예방 및 치료의 방법으로 활용되기를 기대한다.

Reference

- Bae WS, Lee CK, Kim YH. Comparison between McKenzie stretch exercise and scapula stability exercise on neck muscle activation in the forward head posture. *Journal of the Korean Society of Integrative Medicine*. 2016;4(1):13-20.
- Chae YW. The effect of forward head posture and cervical ROM on chronic and episodic tension-type headache in university students. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*. 2009;21(2):71-77.
- Cho WH, Lee WY, Choi HK. An investigation on the biomechanical effects of turtle neck syndrome through EMG analysis. *Journal of the Korean Society for Precision Engineering*. 2008;11(1):195-196.
- Cram JR, Kasman GS, Holtz J. Introduction to surface electromyography. Maryland. Aspen Pub. 1998.
- 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 D, Farina D, Kanstrup Dahl M, et al. Pain-induced changes in cervical muscle activation do not affect muscle fatigability during sustained isometric contraction. *Journal of electromyography and kinesiology*. 2008; 18(6):938-946.
- Frank C, Kobesova A, Kolar P. Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. *International journal of sports physical therapy*. 2013;8(1):62-73.
- Hodges PW, Gandevia SC. Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm. *Journal of Applied Physiology*. 2000;89 (3):967-976.
- Hodges PW, Richardson CA. In efficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine*. 1996;21(22):2640-2650.
- Hodges PW, Sapsford R, Pengel LH. Postural and respiratory functions of the pelvic floor muscles. *Neurourology and Urodynamics*. 2007;26(3):362-371.
- HwangBo G. Analysis of the change of the neck pressure pain threshold in long term computer users. *The Korea Entertainment Industry Association*. 2008,8(6):151-158.
- Kapreli E, Vourazanis E, Strimpakos N. Neck pain causes respiratory dysfunction. *Medical Hypotheses*. 2008;70 (5):1009-1013.
- Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, et al. Muscles: Testing and function with posture and pain. 5th ed. Baltimore. Lippincott Williams & Wilkins. 2005.
- Kim K, Park RJ, Bae SS. Effect of diaphragmatic breathing exercise on activation of trunk muscle of patients with low back pain. *The Journal of Korean Society of Physical Therapy*. 2005;17(3):311-327.
- Kim K. Effect of diaphragmatic breathing exercise on activation of lumbar paraspinal muscles of healthy people. *The Journal of Korean Society of Physical Therapy*. 2006;1(1):59-66.
- Koh EK, Jung DY. Effect of head posture and breathing pattern on muscle activities of sternocleidomastoid and scalene during inspiratory respiration. *Korean Journal of Sport Biomechanics*. 2013;23(3):279-284.
- Kolar P, Bitna P, Horacek O, et al. Clinical rehabilitation. Prague. Czech Republic. Alena Kobesova. 2014.
- Kolar P, Sulc J, Kyncl M, et al. Stabilizing function of the diaphragm: dynamic MRI and synchronized spirometric assessment. *Journal of Applied Physiology*. 2010;109 (4):1064-1071.
- Lee BK. The effect of the forced pulmonary function of young female by changes in lung function related to postures and by transverse abdominis activation in standing

- position. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*. 2012;7(3):267-274.
- Lee HJ, Kim SY. Comparison of the effects of abdominal draw-in and expansion maneuvers on trunk stabilization in patients with low back pain and lumbar spine instability. *Korean Research Society of Physical Therapy*. 2015;22(1):37-48.
- Lee HY. Effects of breathing exercise on pulmonary function and respiratory muscle strength in children with spastic cerebral palsy. Daegu University. Dissertation of Doctorate Degree. 2013.
- Lee JC. The effects of abdominal respiratory exercise by forward head posture adult 's respiratory function and respiratory muscle strength. Daegu University. Dissertation of Master's Degree. 2015.
- Lee JM, Yi CH, Kwon OY, et al. The effect of lumbar stabilization exercise for caregivers with chronic low back pain. *Korean Research Society of Physical Therapy*. 2011; 18(2):9-17.
- Nouwen A, Van Akkerveeken PF, Versloot JM. Patterns of muscular activity during movement in patients with chronic low-back pain. *Spine*. 1987;12(8):777-782.
- O'Leary S, Falla D, Jull G. The relationship between superficial muscle activity during the craniocervical flexion test and clinical feature in patients with chronic neck pain. *Manual Therapy*. 2011;16(5):452-455.
- Park JH, Moon OK, Wang JS, et al. The effects of continuous antagonist strengthening and Evjenth-Hamberg stretching on improvement of forward head posture. *The Korea Entertainment Industry Association*. 2013;7(2):109-115.
- Park SD. Electromyographic activities of neck and shoulder muscle during the computer typing in forward head posture. Yonsei University. Dissertation of Doctorate Degree. 2005.
- Son HH. The effects of stabilization exercise with abdominal breath on balance and Oswestry disability index for low back pain patients. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*. 2015;10(1):107-113.
- Thigpen CA. Effects of forward head and rounded shoulder posture on scapular kinematics, muscle activity, and shoulder coordination. University of North Carolina. Dissertation of Doctorate Degree. 2006.
- Thuresson M, Ang B, Linder J, et al. Mechanical load and EMG activity in the neck induced by different head-worn equipment and neck postures. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2005;35(1):13-18.
- Yeo SH. Effects of various respiratory methods and respiratory intervals on a change of heart rate variability. Pochon CHA University. Dissertation of Master's Degree. 2007.
- Yoo CU. Electromyographic activity of the neck and shoulder muscles while watching a DMB phone with the neck flexed. Yonsei University. Dissertation of Master's Degree. 2008.