

어깨관절의 벌림 위치에 따른 아래등세모근 운동이 둥근어깨와 아래등세모근의 근활성도에 미치는 영향

김충유¹ · 배원식^{2*} · 김현수² · 김인섭³

¹부산성모병원 재활의학과 물리치료사, ^{2*}경남정보대학교 물리치료과 교수, ³대전보건대학교 물리치료과 교수

The Effect of Lower Trapezius Muscle Exercise According to the Abduction Position of the Shoulder Joint on Round Shoulder Posture and Muscle Activity of the Lower Trapezius Muscle

Chung-Yoo Kim, PT, MS¹ · Won-Sik Bae, PT, Ph.D^{2*} · Hyeon-Su Kim, PT, Ph.D² · In-Seop Kim, PT, Ph.D³

¹*Dept. of Rehabilitation Medicine, Busan St. Mary's Hospital, Physical Therapist*

^{2*}*Dept. of Physical Therapy, Kyungnam College of Information & Technology, Professor*

³*Dept. of Physical Therapy, Daejeon Health Science University, Professor*

Abstract

Purpose : The purpose of this study is to investigate the effect of each lower trapezius muscle exercise performed according to the abduction position (Y type - shoulder joint abduction 145 °, T type - shoulder joint abduction 90 °, and MPC type - shoulder joint 45 ° abduction) of the shoulder joint on the muscle activity of the round shoulder and lower trapezius muscle.

Methods : This study was conducted on 31 adult men and women. Through random assignment, they were assigned to the Y group, T group, and MPC group. A 4-week intervention was performed for each group of 31 subjects who participated in the experiment, and shoulder height and lower trapezius muscle activity were measured before and after the intervention. Shoulder height measurement is a test to measure rounded shoulder posture. When the value is low, it means that rounded shoulder posture is improved. The muscle activity of the lower trapezius muscle was measured using the %MVIC method, and when the value is high, it means that the lower trapezius muscle is active. All measured data were verified using dependent t-tests for before and after comparisons and one-way analysis of variance for comparisons between groups.

Results : The results of this study showed a significant decrease after intervention only in shoulder height. Muscle activity of the lower trapezius muscle decreased after intervention, but did not show a significant difference. Both variables showed no significant differences between groups.

Conclusion : The results of this study show that three lower trapezius muscle exercises were performed on subjects in rounded shoulder posture. All three groups showed a significant decrease in the shoulder height value, a method of measuring rounded shoulder posture, and no significant differences between groups could be confirmed. Therefore, all three exercises can be considered effective in reducing shoulder posture.

Key Words : lower trapezius exercise, muscle activity, rounded shoulder posture, shoulder height

*교신저자 : 배원식, f452000@naver.com

제출일 : 2023년 10월 15일 | 수정일 : 2023년 11월 11일 | 게재승인일 : 2023년 11월 17일

I. 서론

1. 연구의 배경 및 필요성

현대인들은 많은 업무들이 전산화됨에 따라 장시간 컴퓨터에 앉아 있거나 스마트폰과 같은 휴대용 장비를 이용하게 되었다(Derakhshanrad 등, 2021). 장시간 앉아서 화면을 응시하는 자세는 목이나 어깨를 굽은 자세를 유지하게 하고, 이로 인해 목이나 어깨 주변의 통증을 호소하게 된다. 이를 VDT 증후군(visual display terminal syndrome)이라고 하는데, 이는 현대인의 필수품이라 할 수 있는 컴퓨터, 계기판 등 각종 영상표시 단말기를 취급하는 작업이나 활동으로 인하여 어깨, 목, 허리부위에서 발생하는 목어깨팔증후군 및 기타 근육뼈대계증상, 눈의 피로, 피부증상, 정신신경계증상을 말한다(Korea occupational safety and health agency, 2010). 특히 VDT 증후군은 관련된 다양한 질환 및 증후군을 유발하는데, 목어깨팔증후군, 작업관련 근육뼈대계질환(work-related musculoskeletal disorders; WMSD), 반복성 긴장장애(repetitive strain injuries; RSI), 누적외상성질환(cumulative trauma disorders; CTD), 반복동작장애(repetitive motion disorders; RMDs), 과사용증후군(overuse syndromes)과 같은 질환 및 증후군이 있다(Korea occupational safety and health agency, 2010). 특히, 이들 환자들의 대부분은 어깨가 앞으로 말려져 있는 둥근어깨자세(round shoulder posture; RSP) 및 거북이처럼 목이 앞으로 위치하게 되는 거북목 자세를 취하게 된다. 이러한 자세변화에 의해 통증이 유발되게 되고, 삶의 질이 저하되게 된다(Sun 등, 2020).

둥근어깨자세는 등과 목 부근에 통증을 유발시키는 대표적인 자세 중 하나이며 앞으로 굽은 목과 뒤위쪽으로 굽어진 등 그리고 어깨뼈가 앞기울임, 내뺌, 아래쪽 돌림되는 것이 특징이다. 둥근어깨자세는 우리 몸의 중력선에서 어깨뼈봉우리가 배쪽(ventral)으로 이동되며 이로 인해 발생하는 목과 어깨 근육들의 긴장 변화로 통증 또는 ROM 감소를 야기할 수 있으며(Van Dillen 등, 2007), 목과 어깨에 유발되는 구조적 변화 또한 주위 물렁조직의 스트레스와 통증 증가, 기능부전 등을 초래할 수 있다(Silva & Johnson, 2013). Lynch 등(2010)은 수영선

수들에게 나타난 둥근어깨자세를 근력강화 프로그램으로 효과적인 개선을 만들어낼 수 있다고 하였으며, Smith 등(2002)의 연구에 따르면 둥근어깨자세로 약화되고 변화한 근육과 움직임들을 복구하기 위하여 아래등세모근과 앞뿔니근의 강화의 필요성을 주장하고 있다. 또한 Choi 등(2015)의 연구에 따르면 변형된 코브라 자세를 포함한 아래등세모근 강화운동이 아래등세모근 두께를 증가시키고 동시에 둥근어깨자세를 가진 어깨 통증 환자의 통증과 기능장애 개선에 긍정적인 영향을 미친다고 하였다. 이에 앞드린 자세에서 수행되는 아래등세모근 운동을 통해 둥근어깨자세를 개선할 수 있다.

앞드린 자세에서 수행되는 아래등세모근 운동은 여러 가지가 있는데, Ekstrom 등(2003)은 앞드린 자세에서 팔을 145 ° 벌려서 올렸을 때(prone arm lift; PAL), 아래등세모근의 근활성도가 최대로 활성화된다고 하였고, Kinney 등(2008)은 아래등세모근이 어깨관절 125 ° 벌림 보다는 90 ° 벌림 각도에서 더 높은 근 활성도가 나타나므로 아래등세모근과 중간등세모근의 근력을 90 ° 벌림 자세에서 같이 측정하면 된다고 제안하였다. 또 Arlotta 등(2011)은 팔의 벌림 각도를 작게 하여 위등세모근의 근활성도를 억제한 상태에서 팔을 드는 MPC운동(modified prone cobra; MPC)이 아래등세모근의 선택적 강화를 위해서 좋다고 주장하였다. 하지만 어깨관절 벌림 각도에 따라 어떤 각도에서 보다 둥근어깨자세를 개선하는데 보다 효과적인지에 대한 연구는 다소 부족하였다.

2. 연구의 목적

본 연구는 앞드린 자세에서 수행되는 각 운동 Y형(어깨관절 145 ° 벌림), T형(어깨관절 90 ° 벌림), 그리고 MPC(어깨관절 45 ° 벌림)에 따른 어깨높이의 값과 아래등세모근의 근활성도 값의 변화를 통해 어떤 자세에서의 운동이 둥근어깨자세의 개선에 효과적인지 확인하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 부산 K대학에 재학 중인 20대 성인 31명을 대상으로 수행되었다. Sahrman(2001)의 연구에 의하면 바로 누운 자세에서 어깨높이의 측정 결과 값이 2.5 cm 이상일 경우 등근어깨로 정의하였다. 본 연구의 대상자는 바로 누운 자세에서 지면으로부터 어깨뼈봉우리 뒷면까지의 거리측정 결과값이 2.5 cm 이상인 자로 정하였고, 근육뼈대계·신경계의 병력, 또는 목, 어깨, 팔의 기능장애 및 임상적 증상이 있거나 평소 운동을 수행하는 학생은 본 연구에서 제외하였다. 모든 대상자는 연구 참여 전 연구 목적과 방법에 대한 자세한 설명을 듣고, 동의하여 연구에 참여하였다. 또한, 본 연구의 모든 과정은 헬싱키 선언에 따라 연구윤리를 철저히 준수하여 수행되었다.

2. 연구절차

본 연구에 참여한 모든 대상자는 바로 누운 자세에서 어깨높이의 값을 측정한 뒤, 참여기준에 포함되는 학생들은 연구에 참여하였다. 이후, 무작위 배정을 통해 Y집단, T집단, 그리고 MPC 집단으로 배정되었다. 실험에 참여한 31명의 대상자 각 집단에 맞는 4주간의 중재를 수행하였고, 중재 실시 전과 후에 어깨높이 측정 및 아래등세모근 근활성도 측정을 하였다. 측정된 모든 자료는 연구자에 의해 코딩되고 통계 분석되었다.

3. 측정방법

1) 어깨높이

본 연구의 어깨높이 측정은 등근어깨를 식별(screening)하고, 그 정도를 측정하기 위해 사용되었다(Sahrman, 2001). 측정은 측정용 쇠로 만들어진 자를 사용하였으며, 1/150 mm까지의 미세한 길이를 측정할 수 있다. 측정시기는 운동 수행 첫 날 중재 수행 전 그리고 4주 운동 수행 후 다음날 방문하여 측정하였으며, 측정방법은 대상자가 바로 누운 자세에서 양팔을 해부학적 자세로 놓고 우세팔의 지면으로부터 어깨뼈봉우리 뒷면까지의 거리를 자를 사용하여 측정하였다(Lewis & Valentine, 2007)(Fig 1). 측정은 신뢰도를 높이기 위하여

동일한 측정자가 측정위치에 마커로 점을 표시하여 3회 반복 측정한 후 평균값을 사용하였다.



Fig 1. Measurement of shoulder height

2) 아래등세모근 근활성도

본 연구의 아래등세모근 근활성도는 각 운동 수행이 아래등세모근의 활성을 촉진하는 정도를 측정하기 위해 사용되었다. 측정은 표면근전도(Telemyo DTS, Noraxon Inc, USA)를 사용하였다. 측정은 표면전극을 부착하여 근전도 신호를 얻는데, 전극 부착 전 피부에서 발생하는 저항을 최소화하기 위해 제모를 한 뒤, 알코올로 부착부위를 닦아내었다. 전극의 부착은 두 표면전극을 근육의 주행 방향으로 1 cm 간격으로 붙이는데, 부착 위치는 선행연구의 방법을 참고하여 6번째 등뼈 가시돌기에서 대각선 바깥쪽 1.5 cm 아래 부위에 부착하였다(Jang 등, 2021). 측정시기는 운동 수행 첫 날 중재 수행 전 그리고 4주 운동 수행 후 다음날 방문하여 측정하였으며, 측정방법은 각 집단에 맞는 운동자세에서 30초간 측정된 근전도 값을 아래등세모근의 최대 수의적 등척성 수축(maximal voluntary isometric contraction; MVIC) 근전도 값에 나누어 %MVIC를 측정한 뒤 사용하였다.

4. 중재방법

3가지 아래등세모근 운동은 주차별로 저항 무게와 세트, 횟수의 변화를 주어 적용하였으며, 성별에 따라 저항을 다르게 적용하였다(ACSM, 2013)(Table 1).

Table 1. Lower trapezius muscle exercise program

Division	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4
Male	1 kg (15*2)	1.5 kg (12*2)	1.5 kg (12*3)	1.5 kg (15*3)
Female	.5 kg (15*2)	.8 kg (12*2)	.8 kg (12*3)	.8 kg (15*3)

1) Y형 아래등세모근 운동

대상자는 엎드린 자세에서 양손에 아령을 낀 채로 양팔을 145° 벌림시켜 팔을 귀 높이까지 들어 올리게 하였다(Ekstrom 등 2003). 이때 엄지는 하늘을 향하고 팔을 들어 올리는 것이 아닌 아래등세모근의 수축을 인지시켜 올바른 근육의 활성을 유도하였다. 보상작용으로 무릎이 굽힘되어 아래 다리가 올라오지 않는지 주의하였다.

2) T형 아래등세모근 운동

대상자는 엎드린 자세에서 양손에 아령을 낀 채로 양

팔을 90° 벌림시켜 팔을 귀 높이까지 들어 올리게 하였다(Kinney 등, 2008). 이때 엄지는 하늘을 향하고 팔을 들어 올리는 것이 아닌 아래등세모근의 수축을 인지시켜 올바른 근육의 활성을 유도하였다. 보상작용으로 무릎이 굽힘되어 아래 다리가 올라오지 않는지 주의하였다.

3) MPC 운동

대상자는 엎드린 자세에서 양팔을 옆에 두고 가쪽돌림시켜 엄지손가락이 천장을 향하게 하고, 어깨를 펴 시키는 동시에 가슴을 10 cm 정도 들어 올리며 어깨뼈를 조이는 동작을 반복했다(Arlotta 등, 2011).



Fig 2. Y type exercise

Fig 3. T type exercise

Fig 4. MPC exercise

5. 자료분석

본 연구의 자료는 SPSS ver.27.0 프로그램을 사용하여 분석하였다. 본 연구의 일반적 특성은 일원배치분산분석을 이용하여 동질성을 검정하였다. 그리고 본 연구에서 각 중재 전과 후에 측정된 어깨높이의 값과 아래등세모근 근활성도 값은 대응 t검정을 이용하여 전·후의 차이를 비교하였고, 중재 후 값들은 일원배치 분산분석을 이용하여 집단 간 비교를 검증하였다. 통계적 검정을 위한 유의수준은 .05로 정하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구의 연구대상자의 일반적 특성은 Table 2의 내용과 같다. 나이, 신장, 그리고 체중 모두 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았다.

Table 2. General characteristics of study subjects

Division	Y group (n= 11)	T group (n= 13)	MPC group (n= 7)	F	p
Age (years)	23.27±1.68	21.85±1.68	23.71±2.56	2.78	.079
Height (cm)	169.18±6.75	169.23±9.30	167.57±7.32	.11	.894
Weight (kg)	63.27±11.36	65.62±13.76	69.71±7.18	.64	.533

2. 아래등세모근 운동의 전·후 비교

1) 어깨높이

본 연구의 결과에서, 모든 아래등세모근 운동 후에 어깨높이 값은 운동 전에 비해 유의하게 감소함을 보였다 ($p<.05$)(Table 3).

Table 3. Comparison of shoulder height before and after lower trapezius exercise (unit: cm)

Division	Pre	Post	t	p
Y group (n= 11)	6.60±1.41	5.12±1.12	4.51	.001
T group (n= 13)	6.93±1.97	5.22±.96	4.63	.001
MPC group (n= 7)	6.41±1.86	4.87±1.42	3.05	.023

2) 아래등세모근 근활성도

본 연구의 결과에서, 모든 아래등세모근 운동 후에 아래등세모근의 근활성도 값은 운동 전에 비해 증가함

을 보였으나 유의미한 차이를 보이지 않았다 ($p>.05$)(Table 4).

Table 4. Comparison of muscle activity before and after lower trapezius exercise (unit: %MVIC)

Division	Pre	Post	t	p
Y group (n= 11)	31.05±16.90	32.27±18.17	-.47	.650
T group (n= 13)	26.82±10.67	29.97±14.75	-.97	.350
MPC group (n= 7)	23.57±17.33	33.07±12.65	-2.08	.083

3. 아래등세모근 운동의 중재 후 집단 간 비교

본 연구의 결과에서, 모든 아래등세모근 운동 전과 후

에 어깨높이 값과 아래등세모근의 근활성도 값은 모두 유의미한 차이를 보이지 않았다($p>.05$)(Table 5).

Table 5. Comparison between groups after lower trapezius exercise

Division	Y group (n= 11)	T group (n= 13)	MPC group (n= 7)	F	p
Shoulder height (cm)	5.12±1.12	5.22±.96	4.87±1.42	.21	.810
Muscle activity (%MVIC)	32.27±18.17	29.97±14.75	33.07±12.65	.11	.896

IV. 고 찰

등근어깨자세는 어깨뼈의 위쪽돌림이 정상적으로 수행되지 않게 되어 어깨뼈 위쪽돌림근의 근활성도 저하 또는 약화가 나타나게 되고, 결과적으로 이를 보상하기 위해 위등세모근이 과도하게 작용하게 된다. 결국 어깨뼈 위쪽돌림근의 불균형이 일어나 어깨뼈 기능장애 및 통증을 발생시키게 된다(Cools 등, 2007; Huang 등, 2013; Ludewig 등, 2004; Tucker 등, 2010). 어깨뼈 위쪽돌림근으로는 위등세모근, 아래등세모근, 앞톱니근이 있으며, Decker 등(1999)은 어깨뼈 위쪽돌림근을 효과적으로 훈련시키기 위해 앞톱니근과 아래등세모근의 근활성도를 증가시키는 것이 필요함을 보고했다. 이 중 아래등세모근은 팔을 들어올리는 동안 어깨뼈를 내림, 모음, 뒤쪽 기울임을 만드는 기능을 하며, 가슴을 펴 시켜 자세를 올바른 정렬 상태로 유지하는데 중요한 역할을 한다. Choi 등(2015)의 연구에 의하면 아래등세모근 강화운동으로 아래등세모근 두께를 증가시킴과 동시에 등근어깨자세를 가진 어깨 통증 환자의 통증과 기능장애 개선에 긍정적인 미침을 보고하였다. 따라서 본 연구에서도 아래등세모근의 감소된 근력과 움직임능을 능동적으로 회복시켜 등근어깨자세를 감소시키고자 하였다. 이에 본 연구는 엷드린 자세에서 수행된 각 각도별 아래등세모근 운동이 등근어깨자세 개선에 효과가 있는지 비교하고 알아보려고 수행되었다.

본 연구에서 등근어깨자세를 가진 성인에게 운동 Y형(어깨관절 145° 별립), T형(어깨관절 90° 별립), 그리고 MPC(어깨관절 45° 별립)를 시행하였을 때, 어떤 운동이 등근어깨자세에 가장 효과적인지 알아보기 위해 20대 성인 남녀 31명을 대상으로 총 4주간 연구를 진행하였고, 운동 전과 후에 Y집단, T집단, MPC집단의 어깨높이의 값과 아래등세모근의 근활성도 값을 측정하여 이를 비교하였다. 그 결과, 본 연구에서 어깨높이의 값은 세 집단 모두에서 아래등세모근 운동 수행 후 유의하게 어깨각도가 감소함을 보였다. 어깨높이의 값의 변화는 아래등세모근의 작용인 어깨뼈 내림, 모음, 그리고 뒤쪽 기울임을 통해 가슴을 펴시킨 결과로 보인다. 본 연구의 결과는 선행연구들을 근거하여 가설을 세웠을 때, 아래

등세모근의 활성이 촉진에 초점을 맞춘 방법인 Y형(Ekstrom 등, 2003)과 T형(Kinney 등, 2008) 아래등세모근 운동이 보다 높은 어깨높이 값의 감소를 보일 수 있었고, 반대로 위등세모근의 개입을 줄인 자세인 MPC 운동(Arlotta 등, 2011)이 아래등세모근의 운동으로써 보다 효과적인 어깨높이 값의 감소를 보일 수 있었다. 하지만 세 운동 간 차이를 확인할 수 없었고, 세 운동 모두 아래등세모근에 효과적인 운동방법임을 확인할 수 있었다. 물론 독립적인 아래등세모근 만의 효과는 아니지만, 본 연구에서는 아래등세모근에 초점을 맞추어 수행한 운동이기에 아래등세모근의 활성을 촉진한 Y형 운동, T형 운동, 그리고 MPC 운동 모두 효과적인 어깨높이 값의 감소를 보인 것으로 보인다.

반면, 아래등세모근의 근활성도는 세 집단 모두 아래등세모근 운동 수행 후 모두 감소함을 보였으나, 유의미한 차이는 확인할 수 없었다. 또한, 중재 후 집단 간 비교에서도 유의미한 차이를 확인할 수 없었다. Ekstrom 등(2003)의 연구에서는 엷드린 자세에서 팔을 145° 별려서 올렸을 때(prone arm lift; PAL), 아래등세모근의 근활성도가 최대로 활성화된다고 하였고, Kinney 등(2008)의 연구에서는 아래등세모근이 어깨관절 125° 별립보다는 90° 별립 각도에서 더 높은 근활성도가 나타난다고 하였다. 그리고 Arlotta 등(2011)의 연구에서 남겨 모두 MPC 운동이 근활성도가 가장 좋았다고 보고하였는데, MPC 운동을 하는 동안 위등세모근의 개입이 다른 운동에 비해 상대적으로 낮기 때문에 MPC 운동이 아래등세모근을 선택적으로 강화시키는 것에 효과적이라고 보고하였다. 이에 본 연구에서도 유의하진 않았지만 Y집단에서 T집단에 비해 높은 근활성도 값을 보임을 확인할 수 있었고, 또한 모든 집단에서 어깨높이 값이 감소함에 따라 세 아래등세모근 운동방법 모두 등근어깨자세에서 효과적임을 확인할 수 있었다. 하지만 본 연구의 대상자의 수가 통계학적 유의성을 만족시키기엔 다소 부족하였기 때문에 선행연구와 달리 유의미한 차이를 확인할 수 없었다고 생각된다. 또한, 본 연구에서는 보다 통제된 운동의 결과를 확인하기 위해 통증 및 근육뼈대계 증상을 가진 대상자를 제외하는 과정에서 그 효과의 크기가 작게 반영이 되었기 때문이라 생각한다. 추후 연구에서는 실제 환자 집단을 대상으로 적용한다면 근활

성도에서도 유의미한 결과를 도출할 수 있을 것이라 사료되며, 추후 연구에서는 등근어깨자세 뿐아니라 VDT 증후군에 포함되어 있는 다양한 질병 및 증후군에 포함되는 대상자를 대상으로 연구를 수행할 것이다.

V. 결론

본 연구의 결과에 따르면 등근어깨자세 대상자에게 각도에 따른 세 가지 아래등세모근 운동(운동 Y형 - 어깨관절 145 ° 벌림, T형 - 어깨관절 90 ° 벌림, 그리고 MPC - 어깨관절 45 ° 벌림)을 적용했을 때, 세 집단 모두 등근어깨자세를 측정하는 방법인 어깨높이 값의 유의한 감소를 보였고, 집단 간 유의미한 차이는 확인할 수 없었다. 따라서 세 운동 모두 어깨운동 자세의 감소에 효과적이라 볼 수 있다.

참고문헌

- ACSM(2013). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 9th ed, Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, pp.157-188.
- Arlotta M, Lovasco G, McLean L(2011). Selective recruitment of the lower fibers of the trapezius muscle. *J Electromyogr Kinesiol*, 21(3), 403-410. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2010.11.006>.
- Choi JY, Jung HB, Park JH(2015). Trapezius strengthening exercises on pain, disability in shoulder pain patient with rounded shoulder posture. *J Korean Acad Ther*, 7(1), 74-82.
- Cools AM, Declercq GA, Cambier DC, et al(2007). Trapezius activity and intramuscular balance during isokinetic exercise in overhead athletes with impingement symptoms. *Scand J Med Sci Sports*, 17(1), 25-33. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00570.x>.
- Decker MJ, Hintermeister RA, Faber KJ, et al(1999). Serratus anterior muscle activity during selected rehabilitation exercises. *Am J Sports Med*, 27(6), 784-791. <https://doi.org/10.1177/03635465990270061601>.
- Derakhshanrad N, Yekaninejad MS, Mehrdad R, et al(2021). Neck pain associated with smartphone overuse: cross-sectional report of a cohort study among office workers. *Eur Spine J*, 30(2), 461-467. <https://doi.org/10.1007/s00586-020-06640-z>.
- Ekstrom RA, Donatelli RA, Soderberg GL(2003). Surface electromyographic analysis of exercises for the trapezius and serratus anterior muscles. *J Orthop Sports Phys Ther*, 33(5), 247-258. <https://doi.org/10.2519/jospt.2003.33.5.247>.
- Huang HY, Lin JJ, Guo YL, et al(2013). EMG biofeedback effectiveness to alter muscle activity pattern and scapular kinematics in subjects with and without shoulder impingement. *J Electromyogr Kinesiol*, 23(1), 267-274. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2012.09.007>.
- Jang TJ, Hwang BH, Jeon IC(2021). The effects of muscle activation of upper and lower serratus anterior during scapular protraction exercises with unstable surface in sitting position. *Phys Ther Korea*, 28(3), 194-199. <https://doi.org/10.12674/ptk.2021.28.3.194>.
- Kinney E, Wusthoff J, Zyck A, et al(2008). Activation of the trapezius muscle during varied forms of Kendall exercises. *Phys Ther Sport*, 9(1), 3-8. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2007.11.001>.
- Lewis JS, Valentine RE(2007). The pectoralis minor length test: a study of the intra-rater reliability and diagnostic accuracy in subjects with and without shoulder symptoms. *BMC Musculoskelet Disord*, 8, Printed Online. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-8-64>.
- Ludewig PM, Hoff MS, Osowski EE, et al(2004). Relative balance of serratus anterior and upper trapezius muscle activity during push-up exercises. *Am J Sports Med*, 32(2), 484-493. <https://doi.org/10.1177/0363546503258911>.
- 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>

- bjsm.2009.066837.
- Sahrmann SA(2001). *Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes*. 1st ed, St. Louis, Mosby, pp.193-261.
- Silva AG, Johnson MI(2013). Does forward head posture affect postural control in human healthy volunteers?. *Gait Posture*, 38(2), 352-353. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.11.014>.
- Smith J, Kotajarvi BR, Padgett DJ, et al(2002). Effect of scapular protraction and retraction on isometric shoulder elevation strength. *Arch Phys Med Rehabil*, 83(3), 367-370. <https://doi.org/10.1053/apmr.2002.29666>.
- Sun CC, Lee CY, Hwang YS, et al(2020). Effect of warming eyelids on tear film stability and quality of life in visual display terminal users: a randomized controlled trial. *Sci Rep*, 10, Printed Online. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-73779-6>.
- Tucker WS, Armstrong CW, Gribble PA, et al(2010). Scapular muscle activity in overhead athletes with symptoms of secondary shoulder impingement during closed chain exercises. *Arch Phys Med Rehabil*, 91(4), 550-556. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.12.021>.
- Van Dillen LR, McDonnell MK, Susco TM, et al(2007). The immediate effect of passive scapular elevation on symptoms with active neck rotation in patients with neck pain. *Clin J Pain*, 23(8), 641-647. <https://doi.org/10.1097/AJP.0b013e318125c5b6>.
- Korea occupational safety and health agency. Prevention of symptomatic disease, 2010. Available at https://www.kosha.or.kr/kosha/business/ergonomics_e_i.d o Accessed October 2, 2023.