Push-up plus 운동이 둥근 어깨를 가진 대상자의 견갑골 위치와 근활성도에 미치는 영향

The Journal Korean Society of Physical Therapy

박승규, 박재만, 이준희
대불대학교 보건대학원 물리치료학과

Effects of a Push-up Plus Exercise Program on Scapular Position and Muscle Activity in Individuals with Rounded Shoulder Posture

Seung-Kyu Park, PhD, PT; Jae-Man Park, PT; Jun-Hee Lee, PhD, PT

Department of Physical Therapy, School of Public Health, Daebul University

Purpose: This study aimed to provide a scientific basis for effects of the push-up plus exercise program on scapular position and on muscle activity in individuals with rounded shoulder posture (RSP).

Methods: The supine method was applied to 46 potential subjects, of which 30 with RSP were selected. Subjects with RSP were divided into two groups: a gender push-up plus group as the experimental group a pectoralis minor self-stretch group as the control group. RSP data after 4 weeks of each intervention were obtained and analyzed to measure the activities of the 3 muscles.

Results: The two groups differed significantly with regard to EMG changes in the serratus anterior ($p<0.05$). The EMG results indicated a significant reduction in the activity of the upper trapezius in the experimental group ($p<0.05$). EMG results indicated a significant increase in the activity of the serratus anterior after the intervention ($p<0.05$). EMG results of the subjects in the control group indicated that the activity of the upper trapezius significantly decreased ($p<0.05$). The RSP values of the subjects in both groups were significantly decreased ($p<0.00$).

Conclusion: An improvement in the strength of the serratus anterior, and in the stretch effectiveness of the pectoralis minor, as well as changes in the scapular position were observed after 4 weeks of push-up plus exercise by the subjects.

Keywords: Rounded shoulder posture, Push-up plus, Pectoralis minor self-stretch

논문접수일: 2010년 7월 13일
수정접수일: 2010년 8월 27일
게재승인일: 2010년 9월 19일
교신저자: 박재만, pjmsc00@naver.com

I. 서론

견관절은 인체의 모든 관절 중 활동범위가 가장 크고,[1] 복잡한 부위이며 넓은 가동성으로 인하여 유동적이기는 하나, 안정성에 영향을 미쳐 관절의 과도한 움직임에 의한 뼈, 근육, 건, 인대, 활액낭 등에 상해를 일으키기 쉽다.[2] 이에 여러 관절들의 상호작용과 조화에 의해 발생하는 견관절의 기능과 안정성은 일상생활의 중요한 요소이다.[3] 또한 이상적인 견갑골의 위치는 척추연이 척추에 평행하며, 흉곽 정중선으로부터 3인치에 위치하고,[4] 두 번째 흉추 극돌기에서 일곱 번째 흉추 극돌기 사이에 위치하며, 관상면에서 전방으로 30도 회전되어 위치한다.[5] 이런 견갑골의 적합한 위치는 견관절 복합체와 관련된 근육의 길이-장력 관계를 가장 효과적이게 하며,[6] 체간벽과 관련하여 상지 움직임에 안정된 기반을 제공하기 위해서 중요하다.[7] 또한 이런 견갑골의 대칭적인 정렬상태는 체중부하지지율을 변화시킬 수 있다.[8]

안정화란 사람이 의식적, 무의식적으로 관절에서 큰 또는 미세한 움직임을 조절할 수 있는 능력을 말하며, 견관절에서의 동적 안정성은 근육들의 역할이 크고, 견관절의 정상 운동패턴은 견갑골의 안정화 리듬과 함께 조화롭게 움직이며,[2] 평면적인

운동이 아닌 입체적인 운동을 나타낸다.[9] 상부 승모근과 하부 승모근, 전거근이 견갑골의 상방회전을 제공하기 위해 짝힘(couple of forces)으로서 활성화된다.[10]

둥근 어깨 자세(rounded shoulder posture, RSP)는 증가된 경추 전만과 상부 흉추 후만에 대해 견갑골이 전인, 하방회전, 전방으로 기울어진 것이 특징이며, 경추 및 상부 흉추와 견갑대의 통증을 유발하는 선행요인이다.[11-14] RSP에 대한 원인은 다양하며, 그 원인 중 소흉근 단축은 팔을 올리는 동안 견갑골 후방 기울임, 후인, 그리고 상방회전의 감소를 야기할 수 있다.[13,15] 이에 단축된 소흉근에 대한 치료는 견갑골 병리학과 RSP에 대한 재활에서 중요한 요소이며, 소흉근의 길이 회복을 위한 치료로서 신장과 연부조직 가동술이 제안된다.[11,13,14,16,17] 또한 RSP에 의해 감소된 근력과 움직임을 능동적으로 회복시키기 위해서는 하부 승모근과 전거근을 강화하여야 한다.[18] 또한 RSP와 같은 견갑골의 운동손상 증후군(movement impairment syndrome)은 특정 부위에 통증을 유발하며, 관절가동범위가 증가 혹은 감소되고, 운동이 쉽게 일어나는 방향(directional susceptibility to movement)으로 진행되어, 특정 방향으로 스트레스가 가해지거나 보상운동이 나타나고 근력감소가 발생하게 된다.[11] 그러나 구조적 변화를 동반한 만성 견관절 충돌 증후군보다 증상은 심하지 않지만, 견관절의 불안정성으로 인한 이차적 충돌 증후군과 기능적 불안정성이 발생할 수 있다.[19,20] 이런 이차적 충돌 증후군은 견갑골 상방회전에 작용하는 전거근과 하부 승모근의 약화를 유발시키며, 상부 승모근의 과사용 및 전거근의 저사용으로 인해 상대적 근력 약화 또는 근육간의 불균형적인 활성화 패턴이 발생할 수 있다.[21] 그러므로 전거근의 약화로 인한 경증도의 증상은 초기에는 일시적인 통증 완화적인 처치로 정상적인 생활을 할 수 있지만, 지속적인 전거근의 약화와 불균형이 유지되면 이차적인 견관절 충돌 증후군 증상은 더욱 악화되어 중증도의 통증과 기능저하로 인해 기능 불능의 상태로 발전할 수 있는 가능성이 높다.[22] 이와 관련하여 견관절 안정성에 기여하는 견갑골 안정근에 대한 많은 근전도 연구가 이루어지고 있으며, 견봉하 충돌증후군, 견봉하 점액낭염, 회선근개 열상, 회선근개나 상완이두근의 건염 등에서 전거근과 상승모근의 근활성도 불균형이 확인되었다.[23] 그러나 둥근 어깨에 관한 근전도를 이용한 전기 생리적인 분석은 부족한 실정이다.

또한 견관절 기능장애의 예방과 재활에 대한 치료적 운동 프로그램은 견갑골 안정근의 균형을 중요하게 고려하며, 최근 상지 운동치료 프로그램에서 닫힌 사슬 운동을 이용하려는 경향이 많다.[23] 전거근 및 견갑골 안정화 협력근(scapular stabilizing synergist)을 위한 효과적인 닫힌 사슬 운동프로그램 중 push-up plus (PUP) 운동을 많이 이용하고 있는데, PUP 운동이란 일반적인 팔굽혀펴기 동작에서 주관절의 최대 신전에 이어 견갑골 전인을 추가한 운동이다.[24]

앞에서 언급한 선행 연구를 통해 RSP로 인한 견관절의 근력과 능동적인 움직임의 감소 및 견갑골 안정근의 근활성도 불균형으로 견갑대의 질병과 통증의 발생 가능성을 높이게 된다는 것을 알 수 있으며, 이에 RSP에 대한 적절한 임상적인 중재가 필요할 것이다. 이에 본 연구는 RSP에 대한 중재로서, RSP로 인해 약화된 전거근과 하부 승모근의 강화를 위해 전거근 및 견관절 안정화 협력근 운동인 PUP 운동과 단축된 소흉근을 신장시키기 위해 소흉근 자가-신장(pectoralis minor self-stretch, PMSS)운동을 실시하였다. 이 연구를 통해 근력 운동과 신장 운동에 대한 중재 전후의 효과 비교와 중재 간의 효과 비교를 통하여 RSP에 대한 임상적인 중재를 제시하여 실생활에서 용이하게 접근할 수 있는 치료적인 운동 및 잘못된 자세로 인해 발생할 수 있는 질병과 통증을 예방하는 데 이바지하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 전남 소재 D대학교에 재학 중인 20대 학생 30명(남자 15, 여자 15)을 대상으로 2010년도 3월 2일부터 4월 10일까지 연구하였다. 대상자는 바로 누운 자세에서 견봉 후면으로부터 테이블까지의 높이가 2.5 cm 이상인 자를 선발하였고, 견갑대의 통증이나 손상이 있거나, 경추와 상지에 정형학적, 신경학적 또는 피부과적인 병력이 있는 자는 실험에서 제외하였다. 연구 대상자의 일반적인 특성은 다음과 같다(Table 1).

2. 실험방법

1) 측정도구

(1) RSP 측정도구

RSP 대상자 선정 및 중재 전후의 RSP 변화량을 측정하기 위한 도구로서, 본 연구에서는 보다 정밀한 RSP 측정을 위해 버니어캘리퍼스(vernier calipers)를 이용하여 1/20mm까지의 길이를 측정하였다.

(2) 근전도 신호 수집 및 분석 시스템

우세 측의 상부 승모근, 하부 승모근, 전거근의 근전도 신호 수집과 신호처리를 위해 MP100WSW(With TEL 100C RF, Biopac System Inc., 미국)을 사용하였다. 전극은 이극 표면전극(Biopac System Inc, 미국)을 사용하였다. 신호의 표본 수집률은 1000Hz로 설정하였으며, 30 Hz~500 Hz 주파수 영역

Table 1. General characteristics in the PUP group and PMSS group

	PUP group(n=15)	PMSS group(n=15)	t	p
	M±SD	M±SD		
Age (yr)	23.00±1.51	22.66±1.50	0.61	0.55
Height (cm)	170.20±6.85	169.53±8.63	0.23	0.82
Weight (kg)	64.93±11.97	63.67±12.29	0.29	0.78
RSP (cm)	7.44±1.86	7.41±1.89	0.04	0.97

PUP: Push-up plus, PMSS: Pectoralis minor self-stretch
RSP: Rounded shoulder posture

필터(bandwidth)와 60 Hz 노치필터(notch filter)를 이용하였다. 근전도의 신호 저장과 신호처리를 위해서 Acqknowledge 3.9.1 소프트웨어를 사용하였다.

2) 측정방법

(1) RSP 측정 및 분석

바로 누운 방법(Supine method)은 RSP를 측정하는 단순한 방법으로, 테이블 바닥과 견봉과의 거리로서 기술된다.[2,5,11] 이 방법은 단지 소흉근 길이에 대한 측정으로서 사용되어졌지만, RSP와 연관된 견갑골의 위치에 대한 평가로서, 징후가 있거나 혹은 징후가 없는 어깨에서 좋은 신뢰도를 가진다.[25] 또한 견갑골 위치 평가를 비교할 때에는 측정의 일관성을 위해 상완 회전 위치가 동일한 각도에서 수행되어야 한다.[15]

이에 본 연구에서는 대상자가 테이블 위에 이완된 자세로 편안하게 바로 누운 상태에서 양팔을 중립 위치(neutral position)로 몸통 옆에 가지런히 놓고, 3명의 측정자가 버니어캘리퍼스를 이용하여 RSP를 측정하였다. 중재 전·후의 RSP 측정치에 대한 측정자 간에 신뢰도는 중재 전의 측정에 대한 급간내 상관계수(ICCs)값이 0.99이었고, 중재 후의 측정에 대한 급간내 상관계수(ICCs)가 0.99로 매우 높게 나타났다. 3회 RSP 측정치의 평균을 산출하여 분석에 이용하였다.

(2) 근전도 신호 수집 및 분석

① 근전도 전극 부착 부위

상부 승모근은 차렷 자세에서 제7경추 극돌기와 견봉 외측의 중간 지점에, 하부 승모근은 견갑골 하각 높이의 척추 극돌기를 기준으로 외측으로 5 cm 지점에, 전거근은 견관절 90도 굴곡 시 견갑골 하각의 외측, 광배근의 앞쪽에 부착하였으며, 대상자의 근육에 대략적 위치를 표시한 후, 도수 근력검사의 최대 근수축 유도 시 뚜렷이 보이는 근복(muscle belly)을 확인하여 근전도 전극 부착 부위를 최종적으로 표시하였다.[26,27]

표면 근전도 신호에 대한 피부 표면의 저항을 제거하기 위해서 면도칼로 제모 후, 소독용 알코올로 피부 지방을 제거하고, 전극을 피부에 부착하고 전극을 가볍게 눌러 전극 내 근전도용 전해질 겔(electrolytic gel)이 피부와 전극 사이에서 유지되게 하였다.[28] 접지전극(ground electrode)은 측정하는 부위에 반대측의 견봉 외측에 부착하였다. 전극이 신호 잡음(signal noise) 없이 해당 근육의 신호를 적절히 수집하고 있는지를 알아보기 위해 근전도 신호 확인 과정을 수행하였다. 이완된 상태와 수축된 상태의 진폭 차이를 근전도 프로그램에서 확인하고, 잡음이 보이고 진폭차이가 크지 않을 경우 전극의 위치를 재조정하였다.

② 근전도 신호 수집, 처리 및 정량화

본 연구에서는 근육의 활동전위를 정량화하기 위하여 각 근육에 대한 맨손 근력 검사를 통해 최대 등척성 수축(maximal voluntary isometric contraction, MVIC) 동안 근 활성화를 측정하고, 이어서 등장성 수축(isotonic contraction)의 근 활성화를 측정하였다.

MVIC에 대한 5초 동안의 각 근육별 근전도 신호는 RMS (root mean square) 방법으로 처리한 후 처음과 마지막 1초를 제외한 중간 3초 동안의 평균 근전도 신호량을 사용하였고, 등장성 수축에 대한 각 근육별 근전도 신호량은 RMS 방법으로 처리한 후 그 중앙값을 분석에 활용하여 %MVIC를 산출하였다.

MVIC와 등장성 수축에 대한 근전도 신호량 수집은 각각 3회 실시한 근전도 신호의 평균값을 사용하였다.

3) 운동방법

(1) PUP 운동

본 연구에서는 3가지 다른 형태의 PUP 운동인 wall PUP (서서 벽을 미는 PUP), Knee PUP (무릎 꿇은 자세를 유지하고 실시하는 PUP), 일반적인 PUP 중에 Knee PUP 운동을 이용하였다(Figure 1-A).

대상자는 바닥에서 다음과 같은 시작자세를 취했다. 시작자세는 1) 손을 어깨넓이로 벌려 바닥을 짚음. 2) 팔을 바닥에 수직으로 하고 팔꿈치를 완전히 폄. 3) 양발을 모으고 무릎을 바닥에 붙인 상태에서 몸을 일직선으로 유지했다.[29] 실험에 들어가기 전 대상자가 어깨를 전인시킬 때 보상작용으로 흉추부가

과도하게 올라가지 않도록 주의시켰고, PUP 운동을 수행하는 동안 몸을 일직선으로 유지시키도록 하여 예비연습을 3회 시켰다. 시작 자세를 유지한 상태에서 먼저 대상자가 할 수 있는 PUP 운동의 최대 횟수를 정했다.

운동은 준비운동, 본운동, 마무리 운동으로 구성되었다. 준비운동으로 제자리 뛰기 5분 후에, 본운동으로 PUP 운동을 8회 실시했고, 1분 휴식시간을 준 후에, 대상자가 할 수 있는 PUP의 최대 횟수로 실시했다. 그리고 2분 휴식시간을 준 후에, 다시 PUP 운동을 8회 실시했다. 마무리 운동으로 제자리 뛰기를 5분 실시했다.

PUP 운동의 최대 횟수는 2주 후에 재평가해서 적용하였다. 이와 같은 순서로 4주간 주당 4일을 실시했다.

(2) PMSS 운동

대상자는 무릎관절을 구부린 바로 누운 자세에서, 다리는 늑골에 대해 안정된 원위적인 장력이 적용되어 신장이 되도록 팔에 대해 반대측 방향 바닥으로 회전시켰다(Figure 1-B).[11] 이 자세를 유지한 상태에서, 원형적인 동작으로 팔을 머리 위로 천천히 움직인 후, 긴장된 지점(points of tightness)에서 멈추도록 했다. 소흉근을 신장하기 위한 머리 위의 팔 동작은 견갑골 후방기울임(posterior tipping), 거상(elevation), 그리고 후인(retraction)에 의해 촉진된다.[11,32]

신장은 30초를 유지하고, 총 3분을 반복하여 실시하였다. 이와 같은 순서로 4주 동안 주당 4일을 실시하였다.

각 중재 그룹의 대상자들은 각각의 조로 나누어서 각 조장에 의해 주당 3일을 조원들과 함께 운동했고, 나머지 1일은 개인의 집에서 수행하였다. 연구자는 각 조장들을 통한 전화 확인으로 운동의 수행 여부를 점검하였다.

3. 자료 분석

4주 동안의 PUP 그룹과 PMSS 그룹 간의 근활성도를 비교하기 위해 공분산 분석(Analysis of Covariance, ANCOVA)을 사용하였다. 각 중재 그룹 내의 근활성도와 RSP 변화량을 비교하기 위해 짝 비교 t검정(paired t-test)을 사용하였다. 각 중재에 따른 근활성도와 RSP 변화량 사이의 상관관계 분석을 위해서 상관관계 분석 중 Pearson의 적률상관계수를 사용하였다. 유의수준은 $p<0.05$ 수준으로 하였다. 통계처리를 위해 윈도우즈용 SPSS 14.0 프로그램을 사용하였다.

III. 결과

1. PUP 그룹과 PMSS 그룹 간의 전·후 근활성도 비교

그룹간의 전거근 근활성도 비교에서는 53.08±12.17%에서 71.94±18.89%의 PUP 그룹과 54.98±22.26%에서 55.70±15.66%의

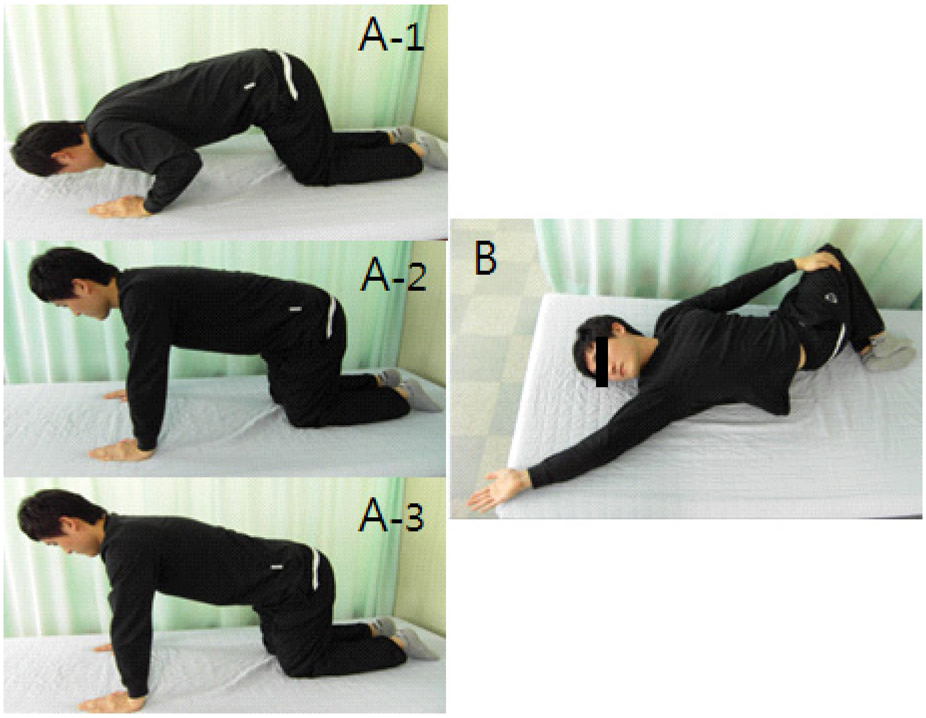

Figure 1. Push-up plus (A-1:start, A-2:push-up, A-3:push-up plus) and pectoralis minor self-stretch exercise (B).

PMSS 그룹 사이에 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 하지만 그룹 간의 상부 승모근 근활성도 비교에서는 61.86±29.82%에서 40.31±22.85%의 PUP 그룹과 67.45±27.71%에서 44.06±18.77%의 PUP 그룹 사이의 유의한 차이가 없었다. 또한 그룹 간의 하부 승모근 근활성도 비교에서는 81.38±14.06%에서 83.13±24.08%의 PUP 그룹과 73.61±14.89%에서 72.27±14.59%의 PMSS 그룹 사이의 유의한 차이가 없었다(Table 2).

2. PUP 그룹과 PMSS 그룹 내의 전·후 근활성도 비교

그룹 내의 중재 전·후 전거근 근활성도 비교에서는 PUP 그룹이 53.08±12.17%에서 71.94±18.89%로 유의하게 증가하였으며(p<0.05), PMSS 그룹은 54.98±22.26%에서 55.70±15.66%로 유의한 차이가 없었다. 그룹 내의 중재 전·후 상부 승모근 근활성도 비교에서는 PUP 그룹이 61.86±29.82%에서 40.31±22.85%로 유의하게 감소하였으며(p<0.05), PMSS 그룹도 67.45±27.71%에서 44.06±18.77%로 유의하게 감소하였다(p<0.01). 그룹 내의 중재 전·후 하부 승모근 근활성도 비교에서는 PUP 그룹이 81.38±14.06%에서 83.13±24.08%로 유의한 차이가 없었고, PMSS 그룹도 73.61±14.89%에서 72.27±14.59%로 유의한 차이가 없었다(Table 3).

3. PUP 그룹과 PMSS 그룹의 전·후 RSP 변화량

그룹 간의 중재 전·후 RSP 변화량은 7.44±1.86 cm에서 5.01±1.01 cm로 감소된 PUP 그룹과 7.41±1.68 cm에서 5.42±0.99 cm로 감소된 PMSS 그룹 간의 유의한 차이가 없었다.

그룹 내의 중재 전·후 RSP 변화량 비교에서는 PUP 그룹은 7.44±1.86 cm에서 5.10±1.14 cm로 유의한 감소를 보였으며(p<0.00), PMSS 그룹은 7.41±1.89 cm에서 5.49±1.06 cm로 유의한 감소를 보였다(p<0.00)(Table 4).

4. 중재 전·후 근활성도와 RSP 변화량 사이의 상관관계 분석

각 중재 전·후의 근활성도와 RSP 변화량 사이의 상관관계를 분석하였다. 중재 전에 각 근육의 근활성도와 RSP 변화량 사이의 상관관계 분석에서는 전거근에서 유의한 음의 상관관계가 있었으나(r=-0.41, p<0.05), 상부 승모근(r=0.13)과 하부 승모근(r=-0.16)의 상관관계는 매우 낮았다. 또한 중재 후에도 전거근에서 유의한 음의 상관관계가 있었으며(r=-0.37, p<0.05), 상부 승모근은 상관이 매우 낮았고(r=-0.10), 하부 승모근(r=-0.26)은 상관이 낮은 편이었다.

Table 2. Comparisons of muscle activity(%MVIC) before & after experiment between groups (unit: %)

	PUP group(n=15)		PMSS group(n=15)		F	p
	pre-test M±SD	post-test M±SD	pre-test M±SD	post-test M±SD		
UT	61.86±29.82	40.31±22.85	67.45±27.71	44.06±18.77	0.08	0.78
LT	81.38±14.06	83.13±24.08	73.61±14.89	72.27±14.59	0.97	0.34
SA	53.08±12.17	71.94±18.89	54.98±22.26	55.70±15.66	6.32	0.02*

*p<0.05
PUP: Push-up plus, PMSS: Pectoralis minor self-stretch
UT: Upper trapezius, LT: Lower trapezius, SA: Serratus anterior

Table 3. Comparisons of muscle activity(%MVIC) before & after experiment in group (unit: %)

		pre-test M±SD	post-test M±SD	t	p
PUP group (n=15)	UT	61.86±29.82	40.31±22.85	2.61	0.02*
	LT	81.38±14.06	83.13±24.08	-0.31	0.76
	SA	53.08±12.17	71.94±18.89	-2.98	0.01*
PMSS group (n=15)	UT	67.45±27.71	44.06±18.77	4.38	0.00**
	LT	73.61±14.89	72.27±14.59	0.29	0.77
	SA	54.98±22.26	55.70±15.66	-0.11	0.92

*p<0.05, **p<0.01
PUP: Push-up plus, PMSS: Pectoralis minor self-stretch
UT: Upper trapezius, LT: Lower trapezius, SA: Serratus anterior

Table 4. Comparisons of RSP before & after experiment for groups (unit: cm)

	pre-test M±SD	pre-test M±SD	F	p
PUP group (n=15)	7.44±1.86	5.01±1.01	1.62	0.21
PMSS group (n=15)	7.41±1.68	5.42±0.99		
	pre-test	post-test	t	P
PUP group (n=15)	7.44±1.86	5.01±1.01	6.00	0.00***
PMSS group (n=15)	7.41±1.68	5.42±0.99	5.23	0.00***

***p<0.00
RSP: Rounded shoulder posture
PUP: push-up plus, PMSS: pectoralis minor self-stretch

IV. 고찰

본 연구는 견관절부에 통증이 없는 건강한 학생을 대상으로 RSP를 가진 자를 선발하였고, 성별을 고려하여 실험군인 PUP 그룹과 대조군인 PMSS 그룹으로 나누어 4주 동안 운동을 실시하였으며, 각 중재 전·후의 상부 승모근, 하부 승모근, 전거근 근활성도와 견갑골 위치 변화를 측정·분석하여 PUP 운동의 효과를 알아보았다.

Park 등[30]은 21~51세 사이 성인 30명을 대상으로 견관절 비손상군과 손상군이 안정한 지지면과 슬링을 이용한 불안정한 지지면 그리고 슬링을 이용한 진동 자극을 더한 불안정한 지지면의 세 가지 조건에서 Knee PUP 운동을 할 때 상부 승모근, 하부 승모근, 전거근의 근활성도를 비교한 연구에서, 비손상군의 전거근 근활성도가 세 가지 측정방법에 따라 유의하게 높아졌으며, 상부 승모근과 하부 승모근은 유의한 차이가 없었다. 본 연구에서도 안정한 지지면에서 Knee PUP 운동을 실시하여 운동 전·후에 전거근 근활성도의 유의한 증가를 확인 할 수 있었으며, PUP 운동이 전거근을 강화하는 운동으로서 유용하다는 것을 알 수 있었다.

본 연구의 근활성도와 RSP 변화량의 상관 분석에서 RSP가 감소함에 따라 전거근의 근활성도가 증가한다는 것을 알 수 있었으나, 통계학적으로 낮은 상관성을 가지는 것으로 분석되었다. 이는 위의 선행 논문에서 불안정한 지지면이 안정한 지지면보다 전거근의 근활성도가 더 높게 나타난 결과와 같이 불안정한 지지면에서 수행했다면, 더 높은 상관성을 보였을 것으로 추측되며, PUP 운동 중재 시에 불안정한 지지면의 조건도 포함되어야 전거근 강화에 더 좋은 효과가 있을 것으로 사료된다. Park 등[30]의 연구와 본 연구의 안정된 지지면에서의 상부 승모근과 전거근의 근활성도의 분석에서, Park 등[30]의 연구는 상부 승모근과 전거근의 근활성도가 유의하게 높았으나, 본 연구에서는 전거근의 활성도가 유의하게 증가하였고, 상부 승모근이 오히려 유의하게 감소하였다. 이는 운동 초기에는 상부 승모근과 전거근의 근활성도가 함께 증가하지만, 운동을 통해서 전거근이 강화됨에 따라 상부 승모근의 근활성도가 차츰 낮아지는 것으로 사료된다. 또한 이 결과는 Ludewig 등[23]이 30명의 건강한 성인을 대상으로 PUP 운동을 하는 동안 전거근의 높은 근활성도와, plus 동작 시에 낮은 상부 승모근/전거근의 비율을 나타낸 결과를 통해 PUP 운동이 상부 승모근의 과활성화를 감소시키고, 전거근을 강화시키는 최적의 운동이라는 결론을 도출한 연구와 부분적으로 일치한다. 그리고 Choi[22]는 3개월 이상 만성적인 견관절 통증을 가지며, 전거근 약화와 견관절 기능저하 증상을 가진 평균 23세의 남자 15명을 대상으로 7주간의 PUP 운동을 통한 전거근 강화 운동의 효과에 대한 연구에서 전삼각근과 하승모근에서는 유의한 차이가 없었지만, 상승모근은 유의하게 감소하였고, 전거근은 유의하게 증가하였다고 하는 결과와 부분적으로 일치한다.

Choi[22]의 만성적인 견갑대 통증을 가진 대상자의 근활성도 분석에서, 상부 승모근의 근활성도에 비해 전거근의 근활성도가 낮았다는 결과와 본 연구에서 RSP를 가진 건강한 대상자의 근활성도의 분석 결과와 일치하는 것으로 볼 때, RSP를 가진 대상자는 미래에 만성적인 통증을 유발할 수 있는 조건을 가진다고 추측할 수 있으며, 이는 RSP를 가진 사람에게 PUP 운동이 필요하다는 것을 뒷받침해 줄 수 있다.

본 연구에서는 4주 동안의 운동 전·후 PUP 그룹의 근활성도와 RSP변화에 대한 상관관계 분석을 통해 전거근이 강화됨에 따라 RSP가 감소한다는 결과를 얻었다. 이는 PUP 운동을 통한 전거근의 강화가 견갑골의 위치에도 영향을 줄 수 있다는 것을 알 수 있으며, PUP 운동을 통해서 부적절한 견갑골의 위치로 인해 유발될 수 있는 미래의 손상을 예방할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 이 결과는 Kim 등[31]이 15명의 내전된 견갑골을 가진 건강한 성인을 대상으로 4주 동안 전거근 강화 운동인 Knee PUP 운동을 실시하였고, 운동 전·후의 견갑골 위치

변화에 대한 분석에서 C7과 견봉각 사이의 거리가 유의하게 증가하였으며, 흉추 극돌기와 견갑골 척추연 사이의 거리가 유의하게 감소하였고, 통증척도에서 통증이 유의하게 감소한 결과와 부분적으로 일치한다.

또한 4주 동안의 PMSS 운동 전·후에 상부 승모근의 근활성도가 유의하게 감소하는 결과를 얻었다. 이는 RSP로 인해 단축된 소흉근의 신장 효과로 인한 견갑골 위치변화에 의해 상부 승모근의 근활성도가 감소한 것으로 사료되며, PUP 운동과 같이 전거근의 근활성도를 증가시키지는 못하지만 상부 승모근의 과도한 근활성도를 감소시키는 효과를 나타내는 것으로 사료된다.

Wong 등[32]은 RSP를 가진 28명의 건강한 대상자에게 RSP로 인해 단축된 소흉근에 대한 중재로서, 소흉근 연부조직 가동술(pectoralis minor soft tissue mobilization)과 PMSS에 대한 효과를 알아보기 위한 연구를 하였으며, 두 중재에서 RSP가 유의하게 감소되었다. 본 연구에서는 대조군으로서 PMSS 운동을 중재하였고, 위의 선행 연구와 같이 중재 전·후에 RSP가 유의하게 감소하였다. 또한 실험군인 PUP 그룹과의 RSP 변화량에 대한 비교에서는 유의한 차이가 없었다. 이는 PUP 운동을 통해서도 RSP로 인해 단축된 소흉근을 신장시킬 수 있다는 것을 알 수 있었다.

본 연구에서는 근전도를 이용한 전기생리학적 검증과 견갑골 위치의 변화를 분석한 결과 PUP 운동이 어깨주위 근육들의 활성화에 관여하여 RSP와 관련한 관절의 상태를 개선시키는 것으로 결론을 얻었다. 그러나 본 연구는 정적인 상태의 연구로 둥근 어깨와 관련된 동적인 동작과 지면의 차이를 이용한 고유신경성 자극 실험 등의 다양한 접근이 부족한 상태이므로 추후에 더 폭넓은 연구가 필요하다고 사료된다.

V. 결론

본 연구에서는 RSP를 가진 대상자에게 4주 동안 PUP 운동을 통해 전거근 및 견갑골 안정협력근 근활성도와 견갑골 위치 변화를 측정·분석하여 PUP 운동의 효과를 알아보았다. PUP 운동 그룹의 전거근 근활성도 분석을 통해 PUP 운동이 전거근을 강화시키는 유용한 운동이라는 것을 증명하였으며, 중재를 통한 전거근 및 견갑골 안정협력근의 근활성도 분석으로 RSP로 인한 상부 승모근 과사용 및 전거근 저사용에 의한 근육간의 불균형적인 활성화 패턴을 변화시킬 수 있다는 것을 알 수 있었다. 또한 대조군인 PMSS 운동 그룹에서 신장 운동이 부적절한 견갑골의 위치를 적절한 위치로 변화시키는 작용을 한다는 부과적인 결과를 도출하였고, 두 그룹 사이의 RSP 변화량 분석을 통해 PUP 운동에서도 소흉근을 신장시키는 효과가 있다는 것을 증명하였다. 그러므로 본 연구의 근전도를 이용한 전기·생리학적 검증과 견갑골 위치의 변화를 분석을 통해 PUP 운동이 어깨주위 근육들의 활성화에 관여하여 RSP와 관련된 견갑대의 부적절한 자세를 개선시키는 것으로 결론을 얻었다.

Author Contributions

Research design: Park SK
Acquisition of data: Park JM
Analysis and interpretation of data: Park SK, Lee JH, Park JM
Drafting of the manuscript: Park JM
Administrative, technical, and material support: Lee JH, Park JM
Research supervision: Park JM

Acknowledgements

2010년도 대불대학교 교내 연구지원에 의하여 쓰여진 것임.

참고문헌

1. Curl LA, Warren RF. Glenohumeral joint stability. Selective cutting studies on the static capsular restraints. Clin Orthop Relat Res. 1996;(330):54-65.
2. Magee DJ. Orthopedic physical assessment. 3rd ed. Philadelphia, WB Saunders, 1998:235-40.
3. Hess SA. Functional stability of the glenohumeral joint. Man Ther. 2000;5(2):63-71.
4. Sobush DC, Simoneau GG, Dietz KE et al. The lennie test for measuring scapular position in healthy young adult females: a reliability and validity study. J Orthop Sports Phys Ther. 1996;23(1):39-50.
5. Kendall FP, McCreary EK, Provance PG et al. Muscles: testing and function with posture and pain. 5th ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2005:235-98.
6. van der Helm FC. Analysis of the kinematic and dynamic behavior of the shoulder mechanism. J Biomech. 1994;27(5):527-50.
7. Mottram SL. Dynamic stability of the scapula. Man Ther. 1997;2(3):123-31 .
8. You YY, Ann CS. The effects of symmetrical scapular alignment on weight bearing of hemiplegic patients during standing position. J Kor Soc Phys Ther. 2009;21(2):23-9.
9. Bae SS, Choi JW, Chung HA et al. Biomechanical analysis

of scapular pattern in proprioceptive neuromuscular facilitation. J Kor Soc Phys Ther. 1999;11(3):65-9.
10. Henry G, Bannister LH, Berry MM et al. Gray's anatomy: the anatomical basis of medicine & surgery. 38th ed. Edinburgh, Churchill Livingstone, 1995:505-10.
11. Sahrmann SA. Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes. Missouri, Mosby, 2002:193-245.
12. Greenfield B. Upper quarter evaluation: structural relationships and independence. In: Donatelli RA, Wooden MJ, eds, Orthopedic physical therapy, New York, Churchill Livingstone, 2001:46-61.
13. Lukasiewicz AC, McClure P, Michener L et al. Comparison of 3-dimensional scapular position and orientation between subjects with and without shoulder impingement. J Orthop Sports Phys Ther. 1999;29(10):574-86.
14. Wang CH, McClure P, Pratt NE et al. Stretching and strengthening exercises: their effect on three-dimensional scapular kinematics. Arch Phys Med Rehabil. 1999;80(8):923-9.
15. Borstad JD, Ludewig PM. Comparison of three stretches for the pectoralis minor muscle. J Shoulder Elbow Surg. 2006;15(3):324-30.
16. Kisner C, Colby LA. Therapeutic exercise: foundations and techniques. 5th ed. Philadelphia, FA Davis, 2007:481-556.
17. Cantu RI, Grodin AJ. Myofascial manipulation: theory and clinical application. 2nd ed. Gaithersburg, Aspen Publishers, 2001:228-30.
18. Smith J, Kotajarvi BR, Padgett DJ et al. Effect of scapular protraction and retraction on isometric shoulder elevation strength. Arch Phys Med Rehabil. 2002;83(3):367-70.
19. Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA et al. Scapular muscle recruitment patterns: trapezius muscle latency with and without impingement symptoms. Am J Sports Med. 2003;31(4):542-9.
20. Belling Sorensen AK, Jorgensen U. Secondary impingement in the shoulder. An improved terminology in impingement. Scand J Med Sci Sports. 2000;10(5):266-78.
21. Cools AM, Dewitte V, Lanszweert F et al. Rehabilitation of scapular muscle balance: which exercises to prescribe? Am JSports Med. 2007;35(10):1744-51.
22. Choi JD. The effect of 7-week serratus anterior strengthening exercise on shoulder pain with serratus anterior weakness. Yonsei University. Dissertation of Doctorate Degree. 2008.
23. Ludewig PM, Hoff MS, Osowski EE et al. Relative balance of serratus anterior and upper trapezius muscle activity during push-up exercises. Am J Sports Med. 2004;32(2):484-93.
24. Ellenbecker TS, Davies GJ. Closed kinetic chain exercise: a comprehensive guide to multiple joint exercises. Champaign, Human Kinetics, 2001.
25. Lewis JS, Valentine RE. 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. 2007;8:64-73.
26. Ekstrom RA, Soderberg GL, Donatelli RA. Normalization procedures using maximum voluntary isometric contractions for the serratus anterior and trapezius muscles during surface EMG analysis. J Electromyogr Kinesiol. 2005;15(4):418-28.
27. Cram JR, Kasman GS, Holtz J. Introduction to surface electromyography. Massachusetts, Jones & Bartlett Publishers, 1998.
28. Han KJ, Choi BK. Comparison of the surface electromyographic signal of progressive resistance increase and progressive resistance decrease exercise. J Kor Soc Phys Ther. 2008;20(1):11-6.
29. Lear LJ, Gross MT. An electromyographical analysis of the scapular stabilizing synergists during a push-up progression. J Orthop Sports Phys Ther. 1998;28(3):146-57.
30. Park SK, Lee HO, Kim JS et al. A comparison of muscle activity in periscapular muscles during push-up plus exercise on stable support and unstable support. The Journal Korean Academy of Orthopedic Manual Therapy. 2005;11(2):71-82.
31. Kim DH, Kwon OY, Yi CH et al. The effects of 4-week serratus anterior strengthening exercise program on the scapular position and pain of the neck and interscapualar region. KAUTPT. 2007;14(4):58-65.
32. Wong CK, Coleman D, di Persia V et al. The effects of manual treatment on rounded-shoulder posture, and associated muscle strength. J Bodyw Mov Ther. 2009;xx:1-8.