흉추가동성 운동이 견봉하 충돌증후군 환자의 증상 개선 및 견갑골 위치에 미치는 영향

서울백병원 정형외과 스포츠메디컬센터¹, 인제대학교 스포츠의학연구소²

최문영^{1,2} · 공두환^{1,2} · 김진성^{1,2} · 장석환^{1,2}

Effects of Thoracic Spine Mobility Exercise on Symptom Improvement and Scapular Position in Patient with Subacromial Impingement Syndrome

Moon-Young Choi^{1,2}, Doo-Hwan Kong^{1,2}, Jin-Seong Kim^{1,2}, Suk-Hwan Jang^{1,2}

¹Department of Orthopedic Surgery and Sports Medical Center, Seoul Paik Hospital, Seoul,

²Sports Medical Research Institute, Inje University, Seoul, Korea

Purpose: The purpose of this study was to identify effects of the thoracic spine mobility exercise in patients with subacromial impingement syndrome (SIS).

Methods: Twenty patients diagnosed with SIS were selected and randomized into the combination exercise (CE) group (n=10) and shoulder exercise (SE) group (n=10). Both groups performed the same SE program for 12 weeks, and CE group performed the thoracic spine mobility exercises additionally. Before and after the exercises, visual analogue scale (VAS), shoulder range of motion (ROM), thoracic spine mobility, American Shoulder and Elbow Surgeons Shoulder Score (ASES) and Constant score, isokinetic strength, and scapula position were assessed.

Results: After 12 weeks of exercise intervention, there were significant improvements in VAS, thoracic spine mobility, ASES, isokinetic shoulder external rotation, and abduction strength in the CE group ($p < 0.05$). However, there were no significant interaction effects between the groups in shoulder ROM, Constant score, isokinetic shoulder internal rotation, and adduction strength. With scapular position, the internal rotation, anterior tilting, and protraction angles were significantly decreased after thoracic spine mobility exercise in the CE group ($p < 0.05$).

Conclusion: The symptoms and scapular positions of patients with SIS showed more improvement when the thoracic spine mobility exercises were performed in combination with shoulder exercises compared to shoulder exercises only.

Keywords: Muscle strength, Scapula, Shoulder, Subacromial impingement syndrome, Thoracic vertebrae

Received: September 3, 2021 Revised: December 2, 2021 Accepted: December 2, 2021

Correspondence: Suk-Hwan Jang

Department of Orthopedic Surgery, Inje University Seoul Paik Hospital, 9 Mareunnae-ro, Jung-gu, Seoul 04551, Korea

Tel: + 82-2-2270-0028, Fax: + 82-2-2270-0023, E-mail: jsh@paik.ac.kr

Copyright ©2022 The Korean Society of Sports Medicine

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

견봉하 충돌증후군(subacromial impingement syndrome)은 견봉과 상완골두 사이의 공간이 좁아지며 견봉 아래의 연부 조직들에 만성적인 압박과 충돌이 가해져 통증을 유발하는 상태로 상지 거상 시 견봉하 활액낭(subacromial bursa), 이두근 장두건(biceps long head tendon), 회전근개 건(rotator cuff tendon)이 견봉의 전하면에서 발생하는 압박에 의해 염증 반응을 일으키며 발생한다¹. 견관절의 움직임은 해부학적, 생체역학적으로 견갑골과 밀접하게 관련되며 견갑골 움직임에 변화가 생기면 견관절의 기능과 안정성에도 큰 영향을 미친다². 견갑골의 움직임은 흉추의 가동성에 크게 영향을 받는데, 과도한 흉추 후만(thoracic kyphosis)은 견갑골과 상완골의 관계를 변화시켜 견관절 복합체의 근력을 약화시키고, 관절와상완관절의 관절 가동 범위(range of motion, ROM)를 제한하여 견봉하 충돌증후군의 병리학적인 원인이 된다³. 또한 부적절한 흉추 자세는 흉곽에 대한 견갑골의 전인, 내회전, 하방회전을 유발하는데, 이러한 위치 변화는 견봉을 전하방으로 향하게 하여 견봉하 공간(subacromial space)을 감소시켜 견관절의 충돌 위험이 증가한다^{4,5}. 이에 따라 최근 견봉하 충돌증후군 환자들을 대상으로 흉추의 제한된 움직임을 증진하는 가동성 치료의 필요성과 효과가 논의되며 중요성이 강조되고 있다⁶⁻⁸. 여러 선행연구에서 흉추의 가동성 증가가 견봉하 충돌증후군 환자들의 견관절 통증 감소와 증상 개선에 중요한 영향을 미치는 것으로 보고하였지만, 이를 치료하기 위한 중재에서 흉추가동성 운동의 효과에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 흉추가동성 운동을 견관절 운동과 복합 실시하였을 때 견봉하 충돌증후군 환자의 견관절 통증, ROM, 기능, 근력 회복 및 견갑골

위치에 미치는 영향을 확인하고자 하였다.

연구방법

1. 연구대상 및 설계

본 연구는 서울시 중구에 위치한 서울백병원의 임상연구심의 위원회의 승인을 받은 후 대상자를 모집하였다(No. PAIK 2016-08-005). 모든 대상자들에게 연구의 목적과 절차에 대해 충분히 설명하였으며, 자발적으로 서명한 서면동의서를 받았다. 대상자는 서울백병원에서 정형외과 전문의가 이학적 검사(physical examination)와 방사선학적 검사(radiologic examination)를 통해 견봉하 충돌증후군을 진단하고, 치료를 위해 운동 중재가 필요하다고 판단하여 의뢰한 환자로 회전근개 파열 소견이 없고, 기타 견관절 병변에 대한 수술 병력이 없으며, 연구 종료 시까지 주사 및 도수치료(manipulation) 등의 다른 치료를 받지 않고 정해진 운동 프로그램을 수행할 의지를 가진 만 40-59세 사이의 성인에서 선정하였다. 그 중 외상성 급성 손상에 의해 견관절 통증을 호소하거나 척추 질환으로 흉추가동성 운동 실시에 제한이 있는 사람, 척추를 수술한 병력을 가지고 있는 사람, 심각한 골다공증이 있거나 연구 이전부터 이미 다른 치료를 받고 있는 사람은 선별을 통해 제외하고 최종 20명을 모집하였다. 외래 진료 이후 운동 교육을 받기 위해 방문한 순서대로 대상자 번호를 부여하였고, 난수표를 사용해 무작위로 흉추가동성 운동과 견관절 운동을 복합 실시하는 군(combination exercise [CE] group, n=10)과 단일 견관절 운동만 실시하는 군(shoulder exercise [SE] group, n=10)으로 분류하였다. 최초 방문일을 연구 시작일로 설정

Fig. 1. Thoracic spine mobility exercise program. (A) Bench thoracic extension. (B) Kneeling sphinx pose. (C) Foam roller thoracic extension. (D, E) Thoracic cat-cow stretch. (F) Seated thoracic rotation. (G) Supine thoracic rotation. (H) Sidelying thoracic rotation. (I) Quadrupedal thoracic rotation. (J) Half-kneeling thoracic rotation.

하여 사전 검사를 실시하였으며, 12주간 주 2일은 센터에 방문하여 지도감독 하에 운동을 실시하였고, 주 5일은 운동 프로그램 유인물을 제공하여 집에서 자가 운동을 병행하게 하였다. 최종적으로 12주 이후 연구 종료일에 사전과 동일한 사후 검사를 실시하여 해당 검사의 추시 결과를 분석하였다.

2. 운동 프로그램

흉추가동성 운동 프로그램은 인체의 기능해부학적 움직임에 대한 근거와 이전 선행연구들에서 검증된 프로그램들을 참고하여 구성하였다(Fig. 1)³⁹⁻⁴³. 슬관절과 고관절을 깊게 굴곡한 자세에서는 골반이 후방으로 기울어지며 대둔근과 햄스트링이 수동 신장(passive stretch)되어 요추를 편평하게 만들기 때문에 흉추 신전 시 요추의 보상적 과신전을 제한할 수 있다고 보고한 Keegan⁴³의 연구를 바탕으로, 흉추 신전 운동은 슬관절과 고관절을 최대한 굴곡한 자세에서 실시할 수 있도록 구성하였다. 견관절 운동 프로그램은 충돌증후군 환자를 위한 근거 기반 재활 방법에 대해 보고한 Ellenbecker와 Cools⁴⁴의 연구와, 어깨 기능 회복을 위한 재활에서 견갑골 안정화를 강조한 Kibler 등⁴⁵의 연구에서 검증된 운동 프로그램을 참고하여 구성하였다(Table 1). 운동 시작 전 사전 교육과 시범을 통해 동작에 대한 이해를 도왔으며, 운동 순서는 준비운동, 본 운동, 정리운동으로 구성하였다. 준비운동과 정리운동은 전신 체온 상승 및 혈액순환을 촉진하기 위해 카보넨 공식⁴⁶으로 산출한 40%~60% 운동 강도에 해당하는 목표 심박수 범위에서 본 운동 전후에 10분씩 트레드밀 위에서 걷기 운동을 수행하였으며, 본 운동은 제한된 움직임의 회복을 위한 가동성 운동과 약화된 근육의 강화를 위한 근력 운동으로 구성하였다. 가동성 운동은 신장된 자세를 10초간 유지하여 10회씩 1세트 수행하였고, 근력 운동은 15회를 한 세트로 총 3세트씩 수행하였다.

3. 측정 항목 및 방법

1) 견관절 통증(shoulder pain)

견관절의 통증은 시각 아날로그 척도(visual analogue scale, VAS)를 사용하여 10 cm의 수평선 위에 좌측에서부터 우측으로

0점(통증이 전혀 없음)에서 10점(가장 극심한 최악의 통증) 사이의 지점에 환자가 느끼는 주관적인 통증의 정도를 직접 표시하게 하는 방법으로 측정하였다⁴⁷.

2) 견관절 관절 가동 범위(shoulder range of motion)

견관절의 ROM은 관절 각도계(goniometer)를 사용해 측정하였다. 환자가 등을 대고 바르게 누운 자세(supine position)에서 체간을 고정하고, 관절 각도계의 축을 관절의 해부학적 축에 일치시켜 측정하였다. 전방 굴곡과 외전은 해부학적 자세에서 측정하였으며, 내회전과 외회전은 견관절이 90° 외전된 자세에서 측정하였다.

3) 흉추가동성(thoracic spine mobility)

흉추의 신전 가동성은 X-ray 이미지를 통해 평가하였다. 요추와 골반의 보상적인 움직임을 최소화하기 위해 고관절과 무릎을 90° 굴곡하고 의자에 앉은 상태에서 최대 신전 자세를 lateral view로 촬영한 다음⁴⁸, 의료 영상 저장 전송 시스템인 picture archiving and communication system (PACS) m-view 5.4를 사용해 3~4번 흉추의 척추 중심(vertebral centroids)을 가로지르는 선과 10~11번 흉추의 척추 중심을 가로지르는 선을 서로 교차시켜 척추 중심각(vertebral centroid angle)을 측정하였다(Fig. 2)⁴⁹. 흉추의 회전 가동성은 신전 검사와 동일한 자세에서 무릎 사이에

Fig. 2. Measurement of thoracic spine extension mobility. (A) Posture for measurement of thoracic spine extension mobility. (B) Vertebral centroid angle (arrow).

Table 1. Exercise program

Period (wk)	Combination exercise group	Shoulder exercise group
1-3	Shoulder AAROM exercise	
4-6	Shoulder AROM exercise+thoracic spine mobility exercise	Shoulder AROM exercise
7-9	Periscapular muscles strengthening+thoracic spine mobility exercise	Periscapular muscles strengthening
10-12	Shoulder muscles strengthening+thoracic spine mobility exercise	Shoulder muscles strengthening

AAROM: active assisted range of motion, AROM: active range of motion.

공을 대고 내측으로 조이는 동작을 추가하여 체간 회전 시 고관절의 보상적인 움직임을 최소화하고, 팔은 가슴 앞에 X자로 교차시켜 반대쪽 어깨 위에 손을 놓은 다음 몸통을 좌우로 각각 회전하게 해서 측정하였다²⁰. 관절 각도계를 1-2번 흉추의 극돌기 사이에 0°로 고정하고 각각 좌우로 증상이 있는 어깨 쪽 방향과 증상이 없는 쪽 방향의 흉추 회전 각도를 측정하였다(Fig. 3).

4) 견관절 기능 점수(shoulder function score)

견관절의 기능 평가는 일상생활의 불편감 정도 및 근력 상태, 견관절 가동범위, 통증 정도를 알아볼 수 있는 American Shoulder and Elbow Surgeons Shoulder Score (ASES)와 Constant score를 사용하였다. 두 설문지는 많은 선행 연구에서 신뢰도와 타당도가 검증되었으며, 재현성이 높고 임상에서 쉽게 적용할 수 있어 거의 모든 어깨 질환에 사용할 수 있다는 장점이 있다. 선행 연구에서 확인된 두 설문지의 신뢰도(intraclass correlation

coefficient [ICC])와 임상적으로 중요한 최소 차이(minimum clinically important difference [MCDI])는 각각 ASES에서 ICC가 0.84-0.96, MCDI가 10.4점, Constant score에서 ICC가 0.8-0.87, MCDI는 12-17점으로 나타났다^{21,22}.

5) 견관절 등속성 근력(isokinetic muscle strength of shoulder)

견관절의 등속성 근력 검사는 HUMAC NORM (CSMi, Stoughton, MA, USA)을 사용하여 어깨의 외회전, 내회전, 외전, 내전 검사를 실시하였으며 충분한 검사 설명과 준비운동을 실시한 후에 측정하였다. 각 검사는 60°/초의 각속도로 4회씩 측정하였으며, 환측의 최대 우력(peak torque)을 측정한 후 킬로그램당 뉴턴 미터(newton meters per kilogram) 단위의 체중당 최대 우력(peak torque per body weight)으로 정규화하여 군 내와 군 간의 전후 차이를 평가하였다²³.

Fig. 3. Measurement of thoracic spine rotation mobility. (A) Posture for measurement of thoracic spine rotation mobility. (B) Measuring angle in reference to the line connecting both acromions (dotted line) using a goniometer (solid line).

Fig. 4. Scapular position analyzed by 3-dimensional wing computer tomography. (A) Upward rotation (UR). (B) Internal rotation (IR). (C) Anterior tilting (AT). (D) Superior translation (ST). (E) Protraction (PRO).

6) 견갑골 위치(scapular position)

견갑골의 위치는 Park 등²⁴의 선행연구에서 높은 평가자 간 신뢰도가 검증된 3차원 견갑골 전산화단층촬영(3-dimensional wing computer tomography, 3D wing CT)을 통한 견갑골 위치 평가 방법을 사용하여 측정하였다. 촬영은 저방사선량으로 설정된 64-slice 다중검출기 전산화단층촬영(multidetector computer tomography) 스캐너(Aquilion Model TSX-101A; Toshiba Medical Systems Corp., Otawara, Japan)를 사용하여 실시하였다. 환자를 양와위(supine position)로 눕게 하여 양측 팔을 가지런히 몸통 옆에 놓은 상태에서 촬영한 3D wing CT 이미지를 PACS m-view 5.4를 사용해 견갑골의 상방회전(upward rotation), 내회전(internal rotation), 전방경사(anterior tilting), 상방전위(superior translation), 전인(protraction) 각도를 측정하였다(Fig. 4).

4. 자료 처리

본 연구에서 얻어진 모든 자료들은 IBM SPSS version 22.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) 프로그램을 이용하여 기술 통계치(mean, 표준편차)를 산출하였다. 견관절 통증, ROM, 기능,

Table 2. Characteristics of subjects

Characteristic	CE group	SE group	p-value
No. of patients	10	10	
Age (yr)	49.50±4.86	48.60±6.55	0.731
Sex (male:female)	5:5	6:4	0.653
Height (cm)	168.80±7.77	165.50±9.17	0.397
Weight (kg)	61.31±8.55	65.09±7.45	0.306
BMI (kg/m ²)	21.49±2.52	23.82±2.67	0.060
SMM (kg)	25.27±5.24	27.90±6.68	0.340
%BF (%)	24.90±7.20	23.25±10.70	0.691

Values are presented as number or mean±standard deviation.

CE: combination exercise, SE: shoulder exercise, %BF: percent body fat, BMI: body mass index, SMM: skeletal muscle mass.

Table 3. Shoulder pain

Group	VAS score			Source	F-value	p-value
	Preexercise	Postexercise	Δ%			
CE	7.79±0.62	2.56±0.54 [†]	-67.14	Group×time	5.111	0.036*
SE	7.62±0.69	3.50±0.88	-54.07	Time	362.632	0.001*
				Group	4.104	0.058

Values are presented as mean±standard deviation unless otherwise specified.

VAS: visual analogue scale, CE: combination exercise, SE: shoulder exercise.

Δ%=[(postexercise-preexercise)/preexercise]×100.

*p<0.05, statistically significant; [†]p<0.05, significantly different from SE group.

등속성 근력의 시기에 따른 변화와 군 간 차이의 상호작용을 평가하기 위해 이원 반복측정 분산분석(two-way repeated measure analysis of variance)을 실시하였으며, 유의한 상호작용 효과가 나타난 변인에 대해서는 군별 운동 전후의 차이와 시기별 군 간의 차이에 대한 비교를 통해 사후 검정을 실시하였다. 운동 전후 견갑골 위치 변화의 차이에 대한 유의성은 CE군 내에서 대응표본 t-검정(paired t-test)을 실시하여 평가하였다. 모든 결과의 통계적 유의 수준은 α=0.05로 설정하였다.

결 과

1. 연구 대상자의 특성

본 연구에 포함된 대상자 20명을 CE군(n=10)과 SE군(n=10)으로 각각 무작위 분류하였다. 대상자들의 연령, 성별, 신장, 체중, 체질량지수, 골격근량, 체지방량, 체지방률과 같은 인구통계학적 특성에서는 군 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 2).

2. 견관절 통증에 대한 홍추가동성 운동의 효과

견관절 통증의 운동 전·후 변화와 군 간의 차이에는 유의한 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다(p<0.05). 두 군 모두 12주 운동 후에 운동 전보다 통증 점수가 유의하게 감소하였으나(p<0.05), 군 간 비교에서 CE군(-67.14%)이 SE군(-54.07%)보다 더 많은 감소를 보였다(p<0.05) (Table 3).

3. 견관절 관절 가동 범위에 대한 홍추가동성 운동의 효과

견관절 ROM에서 운동 전후 내회전, 외회전, 굴곡, 외전 각도의 변화와 군 간의 차이에는 유의한 상호작용 효과가 나타나지 않았다. 두 군 모두 12주 운동 후에 운동 전보다 내회전, 외회전, 굴곡, 외전 각도가 유의하게 증가하였으나(p<0.05), 군 간 비교에서는 외회전과 굴곡에서만 CE군에서 유의한 증가가 있었고

Table 4. Shoulder range of motion

Variable	Group	Preexercise	Postexercise	Δ%	Source	F-value	p-value
Internal rotation (°)	CE	42.50±5.40	61.50±4.12	44.71	Group×time	0.435	0.518
	SE	47.00±8.56	63.50±5.80	35.11	Time	87.754	0.001*
					Group	2.600	0.124
External rotation (°)	CE	50.00±8.82	82.50±8.90 [†]	65.00	Group×time	3.926	0.063
	SE	49.40±7.49	73.50±4.74	48.79	Time	178.262	0.001*
					Group	3.164	0.092
Flexion (°)	CE	145.50±9.26	176.50±4.12 [†]	21.31	Group×time	0.686	0.418
	SE	142.00±11.60	169.00±5.16	19.01	Time	144.171	0.001*
					Group	4.109	0.058
Abduction (°)	CE	141.00±25.91	173.00±4.22	22.70	Group×time	0.049	0.827
	SE	144.50±10.92	174.50±7.98	20.76	Time	47.327	0.001*
					Group	0.268	0.611

Values are presented as mean±standard deviation unless otherwise specified.

CE: combination exercise, SE: shoulder exercise.

Δ%=[(postexercise-preexercise)/preexercise]×100.

*p<0.05, statistically significant; [†]p<0.05, significantly different from SE group.

Table 5. Thoracic spine mobility

Variable	Group	Preexercise	Postexercise	Δ%	Source	F-value	p-value
Extension (°)	CE	17.94±0.93	13.16±1.03 [†]	-26.64	Group×time	159.764	0.001*
	SE	17.11±0.83	17.04±0.82	-0.41	Time	169.403	0.001*
					Group	17.834	0.001*
SD rotation (°)	CE	34.82±4.83	41.48±5.57 [†]	19.13	Group×time	42.022	0.001*
	SE	36.52±1.46	36.45±1.31	-0.19	Time	40.292	0.001*
					Group	1.048	0.319*
NSD rotation (°)	CE	43.09±2.60	44.16±2.59 [†]	2.48	Group×time	13.725	0.002*
	SE	42.24±3.48	42.45±3.63	0.50	Time	30.403	0.001*
					Group	0.851	0.368

Values are presented as mean±standard deviation unless otherwise specified.

CE: combination exercise, SE: shoulder exercise, SD: symptomatic direction, NSD: non-symptomatic direction.

Δ%=[(postexercise-preexercise)/preexercise]×100.

*p<0.05, statistically significant; [†]p<0.05, significantly different from SE group.

(p<0.05), 내회전과 외전에서는 유의한 차이가 없었다(Table 4).

4. 흉추가동성에 대한 흉추가동성 운동의 효과

흉추가동성에서 운동 전후 흉추 신전 및 증상 측, 비증상 측 회전 각도의 변화와 군 간의 차이에는 유의한 상호작용 효과가 나타났다(p<0.05). CE군에서만 12주 운동 후에 운동 전보다 흉추 신전 및 증상 측, 비증상 측 회전 각도가 유의하게 증가하였으며(p<0.05), 군 간 비교에서도 유의한 차이가 있었다(p<0.05)(Table 5).

5. 견관절 기능 점수에 대한 흉추가동성 운동의 효과

견관절 기능 점수에서 운동 전후 ASES의 변화와 군 간의 차이에는 유의한 상호작용 효과가 나타났으나(p<0.05), Constant

score에서는 유의한 상호작용 효과가 나타나지 않았다. 두 군 모두 12주 운동 후에 운동 전보다 ASES와 Constant score가 유의하게 증가하였으나(p<0.05), 군 간 비교에서 ASES는 CE군(52.03%)이 SE군(35.02%)보다 더 많은 증가를 보인 반면(p<0.05), Constant score에서는 유의한 차이가 없었다(Table 6).

6. 견관절 등속성 근력에 대한 흉추가동성 운동의 효과

견관절 등속성 근력에서 운동 전후 외회전, 외전 근력의 변화와 군 간의 차이에는 유의한 상호작용 효과가 나타났으나(p<0.05), 내회전, 내전 근력에서는 유의한 상호작용 효과가 나타나지 않았다. 두 군 모두 12주 운동 후에 운동 전보다 외회전, 내회전, 외전, 내전 근력이 유의하게 증가하였으나(p<0.05), 군 간 비교에

서 외회전, 외전 근력은 CE군(103.43%, 64.85%)이 SE군(50.13%, 20.86%)보다 더 큰 증가를 보인 반면($p<0.05$), 내회전, 내전 근력에서는 유의한 차이가 없었다(Table 7).

7. 견갑골 위치 변화에 대한 흉추가동성 운동의 효과

CE군 내에서 운동 전후 견갑골 위치 변화를 비교한 결과 견갑골

Table 6. Shoulder function score

Variable	Group	Preexercise	Postexercise	$\Delta\%$	Source	F-value	p-value
ASES	CE	61.70±8.03	93.80±1.55 [†]	52.03	Group×time	10.299	0.005*
	SE	63.40±4.67	85.60±3.20	35.02	Time	309.824	0.001*
					Group	4.113	0.058
Constant score	CE	52.80±4.13	87.90±4.56	66.48	Group×time	1.898	0.185
	SE	53.10±10.71	82.80±3.94	55.93	Time	273.256	0.001*
					Group	1.262	0.276

Values are presented as mean±standard deviation unless otherwise specified.

ASES: American Shoulder and Elbow Surgeons Score, CE: combination exercise, SE: shoulder exercise.

$\Delta\%=[(\text{postexercise}-\text{preexercise})/\text{preexercise}]\times 100$.

* $p<0.05$, statistically significant; [†] $p<0.05$, significantly different from SE group.

Table 7. Isokinetic muscle strength of shoulder

Variable	Group	Preexercise	Postexercise	$\Delta\%$	Source	F-value	p-value
External rotation (Nm)	CE	12.26±2.44	24.94±3.52 [†]	103.43	Group×time	18.410	0.001*
	SE	11.45±1.12	17.19±1.12	50.13	Time	129.689	0.001*
					Group	47.245	0.001*
Internal rotation (Nm)	CE	21.70±2.59	31.59±2.04	45.58	Group×time	0.002	0.964
	SE	22.60±3.06	32.54±3.51	43.98	Time	326.081	0.001*
					Group	0.644	0.433
Abduction (Nm)	CE	21.82±1.50	35.97±2.74 [†]	64.85	Group×time	91.300	0.001*
	SE	23.15±2.74	27.98±2.93	20.86	Time	378.642	0.001*
					Group	10.490	0.005*
Adduction (Nm)	CE	52.91±5.62	67.90±4.72	28.33	Group×time	0.001	0.974
	SE	53.73±4.61	68.83±6.00	28.10	Time	80.790	0.001*
					Group	0.278	0.604

Values are presented as mean±standard deviation unless otherwise specified.

CE: combination exercise, SE: shoulder exercise.

$\Delta\%=[(\text{postexercise}-\text{preexercise})/\text{preexercise}]\times 100$.

* $p<0.05$, statistically significant; [†] $p<0.05$, significantly different from SE group.

Table 8. Scapular position in the combination exercise group

Variable	Time	Mean±SD	t	p-value
Upward rotation (°)	Preexercise	111.22±5.69	-0.724	0.488
	Postexercise	111.96±4.16		
Internal rotation (°)	Preexercise	53.24±3.14	9.293	0.001*
	Postexercise	44.39±2.16		
Anterior tilting (°)	Preexercise	8.99±2.13	11.823	0.001*
	Postexercise	2.38±0.53		
Superior translation (°)	Preexercise	91.45±1.63	1.023	0.333
	Postexercise	91.38±1.59		
Protraction (°)	Preexercise	105.98±2.29	13.777	0.001*
	Postexercise	94.85±2.42		

SD: standard deviation.

* $p<0.05$, statistically significant.

의 상방회전과 상방전위 각도는 사전·사후 검사 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었으나, 견갑골의 내회전, 전방경사, 전인 각도는 12주 후의 검사에서 통계적으로 유의하게 감소하였다($p < 0.05$) (Table 8).

고 찰

견관절의 통증과 경직, 약화는 견봉하 충돌증후군 환자들에서 빈번하게 발생하는 대표적인 증상들이며 수면 장애 및 활동 감소를 초래하고, 삶의 질을 저하시킨다²⁵. 여러 요인들 중 흉추의 제한된 가동성은 견갑골의 위치와 움직임을 부적절하게 만들어 충돌증후군을 유발하거나 악화시킬 수 있으며^{26,27}, 흉추의 가동성 증가가 충돌증후군 환자의 통증 감소 및 기능 개선에 유의한 영향을 미치는 것으로 보고되었다^{6,8}. 하지만 이전의 연구들은 대부분 견관절에 대한 치료적 운동과 병행하여 흉추의 가동성 증가를 위한 중재로서 도수치료의 효과에 초점을 맞추고 있으며, 흉추가동성 운동의 효과를 다룬 연구는 부족한 실정이다. 본 연구에서는 12주간 견관절 운동 프로그램과 병행하여 실시한 흉추가동성 운동이 견봉하 충돌증후군 환자의 견관절 통증, ROM, 기능, 등속성 근력 회복 및 견갑골 위치 변화에 미치는 영향을 분석하였으며, 연구 결과에 따른 논의는 다음과 같다.

VAS는 일상생활 활동 및 운동을 실시하는 동안 느끼는 주관적인 통증의 정도를 시각적으로 표시함으로써 통증 변화를 간단하게 반영할 수 있는 평가 도구이다¹⁷. 견관절 통증에서는 두 군 모두 12주 후에 VAS 점수가 유의하게 감소하였지만, CE군에서 더 많은 통증 감소를 보이며 유의한 상호작용 효과가 나타났다. 이러한 상호작용은 흉추 도수치료 후 충돌증후군 환자의 견관절 통증 및 증상이 유의하게 개선됐다고 보고한 선행연구의 결과와 유사하며²⁸, 흉추가동성 운동 또한 도수치료와 마찬가지로 견관절 통증 감소에 유의한 영향을 미치는 것으로 생각된다.

견관절의 ROM은 두 군 모두 내회전, 외회전, 굴곡, 외전이 12주 후에 유의하게 증가하였지만, 운동 전후 변화와 군 간의 차이에는 유의한 상호작용 효과가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 견갑골 움직임과 복합적으로 발생하는 견관절의 생체역학적 능동 움직임(biomechanical active movement)에는 흉추의 신전 가동성이 유의한 영향을 미치지 않지만^{18,27}, 안정 시 자세(resting posture)에서 일어나는 견관절의 고립된 움직임(isolated movement)에는 직접적인 견관절 ROM 운동의 영향이 더 크게 작용하기 때문인 것으로 생각된다.

흉추가동성은 CE군에서만 12주 후에 흉추 신전 및 증상 측, 비증상 측 회전이 유의하게 증가하였으며, 운동 전·후 변화와

군 간의 차이에도 유의한 상호작용 효과가 나타났다. 이는 Strunce 등²⁸이 선행연구에서 어깨 통증을 호소하는 환자들에서 흉추에 대한 도수치료 중재가 흉추가동성 증가와 함께 견관절 통증을 개선시켰다고 보고한 결과와 유사하다. 환자가 스스로 수행하는 능동적인 흉추가동성 운동 또한 치료사에 의한 수동적인 도수치료와 마찬가지로 흉추의 가동성 증가에 효과가 있는 것으로 생각된다.

일상생활과 관련된 견관절 기능 점수는 두 군 모두 12주 후에 ASES와 Constant score가 유의하게 증가하였으나 운동 전후 변화와 군 간의 차이에서 유의한 상호작용 효과는 ASES에서만 나타났다. 이는 통증에 대한 배점 비율이 50%를 차지하는 ASES와 비교했을 때 Constant score는 통증에 대한 배점 비율은 15%인 반면 견관절 ROM과 관련된 배점 비율이 40%로 높기 때문에^{21,22} 견관절 ROM에 대한 결과에서 유의한 상호작용 효과가 나타나지 않았던 것과 같은 맥락으로 생각된다. ASES에서 CE군에 더 큰 효과가 나타난 이유는 추가적인 흉추가동성 운동으로 흉추의 가동성이 증가하면서 견갑골과 상완골 간의 동적인 움직임이 개선되어 통증, 근력, 삶의 만족도 등의 주관적인 일상생활활동 수준이 향상됐기 때문으로 생각된다.

견관절 등속성 근력은 두 군 모두 12주 후에 운동 전보다 외회전, 내회전, 외전, 내전 근력이 유의하게 증가하였지만, 운동 전후 변화와 군 간의 차이에서 유의한 상호작용 효과는 외회전, 외전의 최대 우력에서만 나타났다. CE군에서 12주 후에 외회전, 외전 등속성 근력이 더 크게 증가한 이유는 McCreesh 등²⁹이 흉추의 후만으로 유발된 견갑골의 부적절한 위치로 견봉하 공간이 좁아져 견관절의 외전과 외회전에 관여하는 극상근의 건에 압력과 충격을 유발하고 견관절 통증을 동반한 근력 약화로 이어진다고 보고한 바로 보았을 때, 흉추가동성 운동을 실시한 군에서는 견갑골의 위치와 움직임이 개선되어 회전근개 건에 가해지던 압력과 충돌이 감소하면서 외회전, 외전 등속성 근력에서 더 큰 효과가 나타난 것으로 생각된다.

견갑골 위치는 CE군 내에서 흉추가동성 운동 전후 시기 간의 변화를 비교하였다. 12주 후에 견갑골의 상방회전, 상방전위 각도에서는 유의한 차이가 나타나지 않았지만, 내회전, 전방경사, 전인 각도에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

견갑골의 내회전, 전방경사, 전인에서만 유의한 위치 변화가 나타난 이유는 견갑골의 상방회전과 상방전위가 흉추의 정렬과 가동성보다는 견갑골 자체 움직임에 관여하는 견갑골 상방회전근(upward rotator muscles)의 영향을 더 많이 받기 때문으로 생각된다³⁰. 따라서 견봉하 충돌증후군 환자의 재활 운동 프로그램 계획 시 견갑골의 하방회전, 상방전위가 관찰되는 경우에는 견갑골의

주요 상방회전근인 상부·하부 승모근(upper and lower trapezius muscle)과 전거근(serratus anterior)에 대한 운동을 더욱 강조해야 할 것으로 생각된다. Sahrman¹²의 선행 연구에서 견갑골의 전인, 하방회전, 내회전, 전방경사의 증가가 견관절의 통증을 유발하는 요인이라고 보고한 바로 보았을 때 12주간의 흉추가동성 운동이 견갑골의 위치에 긍정적인 변화를 가져온 것으로 판단된다. 그러나 본 연구에서는 흉추가동성 운동을 실시한 군 내에서만 시간 간 견갑골 위치 변화를 확인했다는 제한점이 있으므로 추후 흉추가동성 운동을 실시하지 않은 대조군과의 군 간 차이를 비교하는 후속 연구가 필요할 것으로 생각된다. 또한 정적인 자세에서 견갑골 위치를 평가하는 3D wing CT 평가 방법의 내재적 한계로 인해 동적인 견갑골 운동은 적절하게 반영되지 못했을 수 있다. 본 연구에서는 이러한 한계를 극복하기 위해 견갑골 주변 근육(periscapular muscle)을 이완시킨 자세에서 안정 시 견갑골 위치의 변화를 최대한 정확하게 측정하기 위해 노력하였다.

결론적으로 견봉하 충돌증후군 환자들에서 단일 견관절 운동만 실시했을 때보다 흉추가동성 운동을 복합 실시하였을 때 견관절 통증, 등속성 근력, 일상생활기능 및 견갑골 위치 변화에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 본 연구의 결과를 토대로 견봉하 충돌증후군 환자를 위한 운동 프로그램을 계획할 때 견관절 운동과 흉추가동성 운동을 함께 조합하여 적용시킨다면 견관절의 통증 완화 및 기능 향상에 더욱 효과적인 중재 방법이 될 것으로 생각한다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

ORCID

Moon-Young Choi <https://orcid.org/0000-0002-1381-1166>

Doo-Hwan Kong <https://orcid.org/0000-0002-8140-9937>

Jin-Seong Kim <https://orcid.org/0000-0002-6960-3593>

Suk-Hwan Jang <https://orcid.org/0000-0002-7880-2797>

Author Contributions

Conceptualization: MYC, SHJ. Data curation: JSK. Methodology: DHK. Project administration: SHJ. Writing-original draft: MYC. Writing-review & editing: All authors.

References

1. Neer CS 2nd. Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder. 1972. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87:1399.
2. Kibler WB, McMullen J. Scapular dyskinesis and its relation to shoulder pain. *J Am Acad Orthop Surg* 2003;11:142-51.
3. McCreary EK, Provance PG, Rodgers MM, Romani WA. Muscles, testing and function: with posture and pain. Baltimore (MD): Williams & Wilkins Baltimore; 1993.
4. Mottram SL. Dynamic stability of the scapula. *Man Ther* 1997;2:123-31.
5. Thigpen CA, Padua DA, Michener LA, et al. Head and shoulder posture affect scapular mechanics and muscle activity in overhead tasks. *J Electromyogr Kinesiol* 2010;20:701-9.
6. Boyles RE, Ritland BM, Miracle BM, et al. The short-term effects of thoracic spine thrust manipulation on patients with shoulder impingement syndrome. *Man Ther* 2009;14:375-80.
7. Kardouni JR, Shaffer SW, Pidcoe PE, Finucane SD, Cheatham SA, Michener LA. Immediate changes in pressure pain sensitivity after thoracic spinal manipulative therapy in patients with subacromial impingement syndrome: a randomized controlled study. *Man Ther* 2015;20:540-6.
8. Riley SP, Cote MP, Leger RR, et al. Short-term effects of thoracic spinal manipulations and message conveyed by clinicians to patients with musculoskeletal shoulder symptoms: a randomized clinical trial. *J Man Manip Ther* 2015;23:3-11.
9. Yang YA, Kim YH, Kim YK, Hur JG, Song JC, Kim YS. Effects of thoracic spinal exercise program in VDT workers: pain relief and increased flexibility. *Korean J Occup Environ Med* 2004;16:250-61.
10. Evjenth O, Hamberg J. Autostretching: the complete manual of specific stretching. Alfta, Sweden: Rehab Förlag; 2001.
11. Neumann D. Hip. In: Neumann D. Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for physical rehabilitation. St. Louis (MO): Mosby; 2002. p. 387-433.
12. Sahrman S. Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes. Elsevier Health Sciences; 2001.
13. Keegan JJ. Alterations of the lumbar curve related to posture and seating. *J Bone Joint Surg Am* 1953;35-A:589-603.
14. Ellenbecker TS, Cools A. Rehabilitation of shoulder impingement syndrome and rotator cuff injuries: an evidence-based review. *Br J Sports Med* 2010;44:319-27.
15. Kibler WB, Sciascia AD, Uhl TL, Tambay N, Cunningham T. Electromyographic analysis of specific exercises for scapular control in early phases of shoulder rehabilitation.

- Am J Sports Med 2008;36:1789-98.
16. Karvonen J, Vuorimaa T. Heart rate and exercise intensity during sports activities. Practical application. Sports Med 1988;5:303-11.
17. Scott J, Huskisson EC. Vertical or horizontal visual analogue scales. Ann Rheum Dis 1979;38:560.
18. Theisen C, van Wagenveld A, Timmesfeld N, et al. Co-occurrence of outlet impingement syndrome of the shoulder and restricted range of motion in the thoracic spine: a prospective study with ultrasound-based motion analysis. BMC Musculoskelet Disord 2010;11:135.
19. Edmondston SJ, Ferguson A, Ippersiel P, Ronningen L, Sodeland S, Barclay L. Clinical and radiological investigation of thoracic spine extension motion during bilateral arm elevation. J Orthop Sports Phys Ther 2012;42:861-9.
20. Johnson KD, Kim KM, Yu BK, Saliba SA, Grindstaff TL. Reliability of thoracic spine rotation range-of-motion measurements in healthy adults. J Athl Train 2012;47:52-60.
21. Wylie JD, Beckmann JT, Granger E, Tashjian RZ. Functional outcomes assessment in shoulder surgery. World J Orthop 2014;5:623-33.
22. Roy JS, MacDermid JC, Woodhouse LJ. A systematic review of the psychometric properties of the Constant-Murley score. J Shoulder Elbow Surg 2010;19:157-64.
23. Tyler TF, Roy T, Nicholas SJ, Gleim GW. Reliability and validity of a new method of measuring posterior shoulder tightness. J Orthop Sports Phys Ther 1999;29:262-9.
24. Park JY, Hwang JT, Kim KM, Makkar D, Moon SG, Han KJ. How to assess scapular dyskinesis precisely: 3-dimensional wing computer tomography. A new diagnostic modality. J Shoulder Elbow Surg 2013;22:1084-91.
25. van der Windt DA, Koes BW, Boeke AJ, Devillé W, De Jong BA, Bouter LM. Shoulder disorders in general practice: prognostic indicators of outcome. Br J Gen Pract 1996;46: 519-23.
26. Endo K, Ikata T, Katoh S, Takeda Y. Radiographic assessment of scapular rotational tilt in chronic shoulder impingement syndrome. J Orthop Sci 2001;6:3-10.
27. McClure PW, Michener LA, Karduna AR. Shoulder function and 3-dimensional scapular kinematics in people with and without shoulder impingement syndrome. Phys Ther 2006;86: 1075-90.
28. Strunce JB, Walker MJ, Boyles RE, Young BA. The immediate effects of thoracic spine and rib manipulation on subjects with primary complaints of shoulder pain. J Man Manip Ther 2009;17:230-6.
29. McCreesh KM, Purtill H, Donnelly AE, Lewis JS. Increased supraspinatus tendon thickness following fatigue loading in rotator cuff tendinopathy: potential implications for exercise therapy. BMJ Open Sport Exerc Med 2017;3:e000279.
30. Su KP, Johnson MP, Gracely EJ, Karduna AR. Scapular rotation in swimmers with and without impingement syndrome: practice effects. Med Sci Sports Exerc 2004;36:1117-23.