

Effects of Progressive Scapular Stabilization Exercise on Neck, Muscle Strength, Upper Extremity Function in Patients with Acute Whiplash Injury

In-Cheol Noh^a and Won-Seob Shin^{a,b*}

^aDepartment of Physical Therapy, Graduate School of Health and Medicine, Daejeon University

^bDepartment of Physical Therapy, College of Health and Medical Science, Daejeon University

Objective: The purpose of this study was to investigate the effects of a combination of progressive scapular stabilization exercises, neck and thoracic spine mobilization, and thermoelectric physical therapy on pain, range of motion, muscle strength, and function in patients with acute whiplash injury.

Design: A randomized controlled trial design.

Methods: A total of 24 subjects were included in this study. They were randomly assigned to an experimental group (n = 12) that performed scapular stabilization exercises, neck and thoracic spine mobilization, and physiotherapy, and a control group (n = 12) that only performed neck and thoracic spine mobilization and physiotherapy. The pre-test was conducted before the intervention and consisted of a total of 12 treatment sessions of 60 minutes each, three times a week. A posttest was conducted 4 weeks later. Pain, range of motion, muscle strength, and function were assessed before and after intervention.

Results: The results of the study showed that there was a significant difference in pain reduction and range of motion and muscle strength improvement in the experimental group, and a significant difference was also found between the experimental group and the control group in terms of functional evaluation.

Conclusions: The combination of exercise therapy and joint mobilization technique and physical therapy resulted in greater improvements in pain, range of motion, strength, and function assessment, contributing to improved overall function.

Key Words: Acute, Whiplash-associated disorder, Neck pain, Scapular, Stabilization exercise

서론

교통사고 부상자들에게서 목주변의 손상은 가장 높은 비율로 흔하게 발생한다[1]. 그 중 편타성 장애(Whiplash-associated disorder; WAD)는 교통 사고 후 가장 흔한 유형의 증상이다[2]. 편타성 손상(Whiplash injury)은 자동차 사고 시 목이 순간적으로 과다 펄 - 과다 굽힘이 일어나 목 뼈 또는 연부조직이 손상되는 것을 말한다. WAD은 이러한 손상으로 인해 목, 어깨 통증, 목뼈의 회전 제한, 이상감각, 두통 등 다양한 증상이 나타나는 것을 말한다[3]. WAD관련 장애에 대한 퀘벡 분류(Quebec classification)의 1~3 등급은 임상에서

빈번하게 발생하는 등급이다. 1 등급은 목 통증, 강직의 경우, 2 등급은 목 통증 외에 목 가동범위 감소, 압통점 등 근골격계 징후의 경우, 3등급은 목 통증 외에 근력 및 감각의 저하, 깊은 힘줄 반사 소실 등 신경학적 징후의 경우이다. 선행연구에서는 편타성 손상을 입은 환자들 중 61%가 WAD을 경험했다고 보고하였고, WAD을 경험한 환자들 중 44%가 2 년 이상 목 통증을 호소하는 것으로 나타났다[4]. 다른 선행연구에서는 WAD가 6 개월 이상 지속되어 만성 WAD으로 나타나면 건강을 회복하는데 어려워지므로, WAD 초기에 환자의 적극적인 운동과 치료가 긍정적인 도움이 될 것이라 보고하였다[5].

Received: Sep 12, 2023 Revised: Sep 22, 2023 Accepted: Sep 25, 2023

Corresponding author: Won-Seob Shin (ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6515-7020>)

Department of Physical Therapy, Applied Science Building, 62, Daehak-ro, Dong-gu, Daejeon, 34520, Republic of Korea

Tel: +82-42-280-2294 Fax: +82-42-280-2295 E-mail: shinws@dju.kr

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.

Copyright © 2023 Korean Academy of Physical Therapy Rehabilitation Science

WAD의 여러 증상 중 가장 흔한 증상은 목의 후방관절, 추간관, 인대의 손상으로 인한 목 통증이다[3]. 이는 목 뼈의 불안정성을 만들어 목, 어깨의 잘못된 자세와 목, 어깨 근육의 잘못된 활성도를 유발시킨다[6]. 특히 WAD 환자들은 어깨관절 굽힘 동작을 수행하는 동안 어깨뼈의 잘못된 위치와 근활성으로 인해 어깨뼈 안정화 역할을 하는 앞톱니근 활성도가 상당히 지연되고 근육의 활동 지속 시간이 짧아지는 것으로 나타났다. 이 결과는 환자의 어깨뼈 안정성에 영향을 줄 수 있고 목 통증의 일반적인 반응으로 발생할 수 있다[7].

WAD의 다른 증상은 목, 어깨 관절의 병변으로 인한 상지의 통증이다[3]. 어깨관절에서는 목 통증 환자에게 나타나는 상지 통증과 기능장애를 통해 병변의 진행 정도를 예측할 수 있는 척도로 활용될 수 있다고 보고되었다[8]. 실제 목 통증 환자에서 상지 근력을 측정하였을 때 근력약화가 나타난다면 이는 목 통증 관리에 영향을 줄 수 있다[9].

WAD환자에 대한 다양한 연구를 살펴보면, 소염약침 복합치료[10]와 침 시술[11]을 통해서 통증의 감소와 관절가동범위 및 장애지수가 향상되었다. 관절가동술을 적용한 물리치료와 테이핑을 병행함으로써 목 통증, 장애지수가 향상되었으며[12], 맥켄지 운동을 통해 목 통증 감소에 변화를 보였다[13]. 목 관절가동술을 포함한 운동프로그램이 목의 장애지수, 근력과 지구력 향상의 결과를 나타낸 연구도 있었다[14]. 이와 같이 WAD와 관련된 중재기법과 방법들이 다양하게 제시되고 있으며, 손상 후 초기에 적절한 관리와 치료가 시행되면 목의 통증을 감소시키고 기능적 활동에 도움을 줄 수 있다고 보고되었다[15].

이처럼 현재까지 WAD에 관한 중재법들은 대부분 목에 초점이 맞춰져 목의 가동성 증진과 안정성 향상을 위해 연구되어왔다. 목 안정화 운동의 경우 급성 통증과 불안정성으로 인해 안정화 운동을 시행하지 못하는 경우가 많았으며[16], 맥켄지 목 운동은 목뼈 가동범위 향상에 효과적이지 않다는 결과가 나타나기도 하였다[13]. 많은 저자들이 목과 어깨뼈는 등뼈의 위치에 따라서 중요한 영향을 받는 것을 발견하였고, 등뼈의 영향으로 목의 통증과 관절가동범위가 변화될 수 있다고 보고하였다[17]. 또한 등뼈 관절가동술은 목 통증의 유의한 감소와 장애지수 개선 효과를 나타냈다[18].

목 통증을 개선하기 위한 대표적인 또 다른 방법으로 안정화 운동을 시행하고 있다. 특히 목 장애와 통증으로 인하여 약화된 아래 등세모근, 앞톱니근 등을 강화시켜 목과 어깨의 안정성 및 정렬을 개선할 수 있는 어깨 안정화 운동의 필요성이 강조되고 있다[19]. 선행연구에서는 어깨뼈 안정화 운동을 통해 목의 통증 감소와 기능

개선 효과를 보고하였다[20].

이와 같이 목뼈, 등뼈 관절가동술과 어깨뼈 안정화 운동은 목의 통증 조절, 관절 가동범위증진 효과와 상지 기능 향상에 긍정적인 방법으로 보고되고 있다. 약 50%의 WAD환자는 만성 통증과 장애로 발전하여 높은 수준의 사회 및 의료 비용을 초래하지만 지금까지 WAD 환자에게 적용한 선행연구는 목 부위에 제한되어 부족한 상황이다. 따라서, 본 연구는 급성 WAD로 불편함을 겪고 있는 환자들을 위하여 목뼈, 등뼈 관절 가동술과 어깨뼈 안정화 운동은 치료의 방법으로 사용될 수 있고, 급성 WAD환자의 중재를 위한 근거자료로 제시하고자 한다.

연구 방법

연구 대상

본 연구의 참가자는 대전광역시에 위치한 J 신경외과 의원에서 WAD 진단을 받고, 퀘벡 분류에 따라 2 등급 이하의 환자에게 관절가동술과 운동치료 같은 적극적인 치료를 시행해야 한다는 선행연구를 참고하여[21], 2 등급 이하의 환자를 모집하였다. 선정기준은 본 연구의 목적을 이해하고 자발적으로 서면 동의를 한 자, 자동차 사고 발생 후 15 일 이내 WAD진단을 받은 자, 퀘벡 분류법 2 등급 이하에 해당하는 자로 하였다. 제외기준으로는 목 수술/시술 또는 상지 수술을 받은 적이 있는 자, 팔에 신경학적 이상징후가 지속해서 나타나는 자, 선천적으로 척추 질환이 있는 자, 자동차 사고 합의로 인하여 치료가 종료된 자, 현재 통증 관련된 약물 또는 건강기능식품을 섭취하는 자는 제외하였다.

실험 전, 모든 연구 참가자들에게 본 연구의 목적을 충분히 설명하였으며 자발적으로 실험에 동의하고 동의서를 받아 연구를 진행하였다. 본 연구는 대전대학교 생명윤리위원회의 승인을 받은 후에 연구가 진행되었다 (1040647-202304-HR008-01).

연구 절차

본 연구는 선정 및 제외 기준을 통해 선정된 24 명의 참가자들로 진행하였고 참가자들만 어느 군인지 모르게 단일 맹검으로 진행하였다. 선정된 참가자들은 제비뽑기를 통해 어깨뼈 안정화 운동, 목, 등뼈 관절가동술, 열, 전기 물리치료(실험군, n=12), 목, 등뼈 관절가동술, 열, 전기 물리치료(대조군, n=12)로 무작위 배정하였다.

사전평가로 중재 전, 두 군 모두의 통증, 관절가동범위, 근력, 기능을 평가하기 위해 시각적 통증 척도

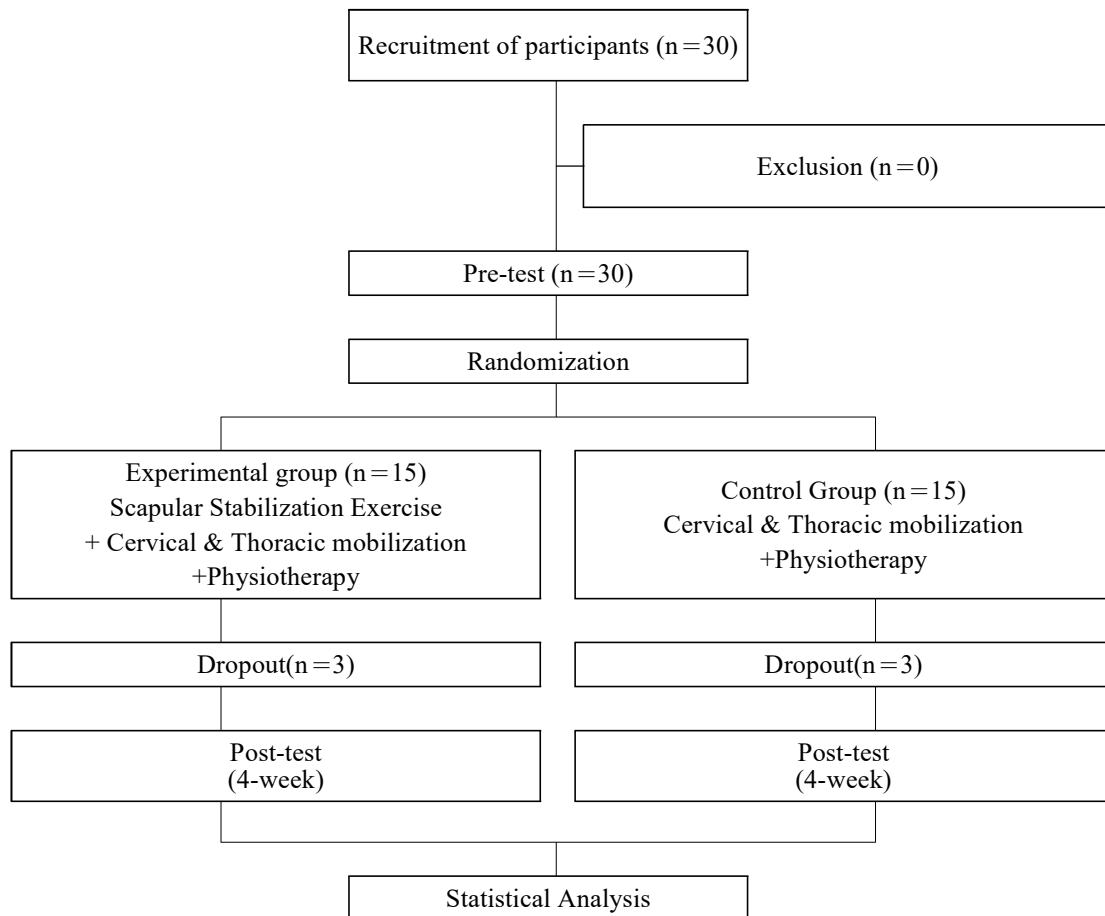


Figure 1. Study design

(Visual Analog Scale, VAS)를 사용하여 목 통증을 측정하였고, 관절 각도계인 고니어미터(IM 360, Jinsan Medical, Korea)를 통해 목뼈의 관절가동범위를 측정하였으며, 상지의 근력 측정을 위해 악력기(Baseline Digital Smedley Spring Dynamometer, Sammons Preston, USA)를 이용하여 악력을 측정하였으며, 마지막으로 목 장애지수 평가(Korea Neck Disability Index, K-NDI) 및 상지 기능평가(Korea Disability of the Arm, Shoulder and Hand, K-DASH)를 통해 환자의 기능평가를 하였다.

사전평가 후, 4 주 동안 주 3 회, 1 회 60 분, 총 12 회 중재를 실시하였고 사후평가를 실시하였다. 목, 등뼈 관절 가동술은 각 부위 당 20 초 시행 후 10 초 휴식, 총 10 분 동안 진행하였고 참가자의 통증과 상태에 따라 메이틀랜드 1~4 등급으로 관절가동술을 시행하였다. 열, 전기 물리치료는 열 찜질 20 분, 저주파치료 15 분, 초음파치료 5 분을 시행하여 총 40 분 진행하였다. 실험군에는 어깨뼈 안정화 운동을 2 가지의 운동으로 진행하며 주차 별로 횡수와 세트 수, 저항의 무게를 증진시키는 점진적인 안정화 운동 프로그램을 적용하였다.

각 운동법마다 1 주차에는 20 초 운동, 10 초 휴식으로 진행하여 주차 별로 운동시간을 10% 씩 증가하여 총 10 분 동안 진행하였다. 실험 5 분전 교육 및 유의사항에 관한 설명을 진행하였고 환자가 통증과 불편감을 표현하면 즉시 중단하였고, 안전을 위해 치료사의 보조와 함께 진행하였다. 본 연구의 설계는 다음과 같다(Figure 1).

중재 방법

Y-Raise Exercise

Y-Raise 운동은 엷드린 자세에서 Y모양으로 팔을 머리 위로 들어주는 동작으로 참가자는 엷드려 누운 자세로, 어깨관절을 180° 굽힘, 150° 벌린 상태에서 엄지손가락이 천장을 향하게 하여(Figure 2-A) 양 팔을 위쪽으로 들어올리고(Figure 2-B) 20 초 유지 후 천천히 처음 위치로 돌아가도록 하였다. 이 때 양 팔을 들어올리는 각도는 양 팔을 들어 올렸을 때 참가자의 허리에 힘이 들어오지 않을 정도로 들어올리도록 해주었다. 1 회 실시 후 10 초 휴식, 같은 동작을 10 회 반복하였다. 운동을 수행하기 쉬워지면 점진적으로 저항을 높여주었다.

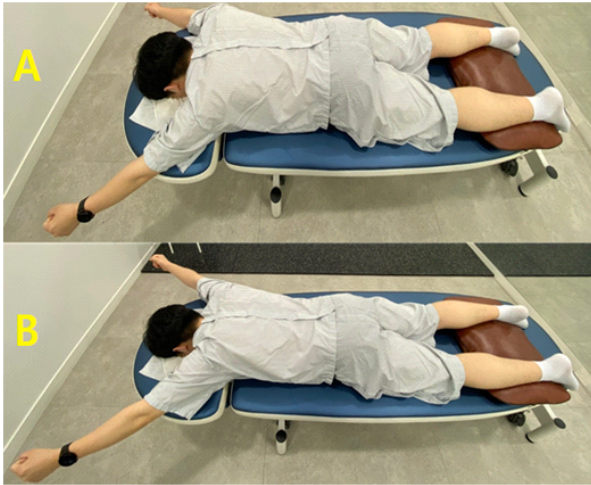


Figure 2. Y-Raise Exercise A. Start position, B. End position.

1 주차에는 맨손으로 운동을 시행하고 2, 3 주차에는 양 손에 500 g 아령을 쥐고 운동을 시행하고 4 주차에는 양 손에 1 kg 아령을 쥐고 운동을 시행하도록 하였다[22].

Wall-Slide Exercise

참가자는 벽에 마주보고 선 자세로, 양 발을 어깨 넓이로 벌리고, 어깨, 팔꿈치 관절을 90° 굽힌 자세로 아래 팔 자뼈 모서리를 벽에 닿게 하였다(Figure 3-A). 참가자는 아래팔을 벽을 향해 앞으로 밀면서 상방으로 미끄러지도록 동작을 수행하였다. 그리고 어깨 관절이 가능한 최대한 굽혀질 때까지 실시하며, 몸통은 보상작용이 없도록 일직선을 유지하였다(Figure 3-B). 어깨 관절 굽힘 마지막 범위에서 20 초 유지 후, 천천히 처음 위치로 돌아가도록 하였다. 1 회 실시 후, 10 초 휴식, 같은 동작을 10 회 반복한다 운동을 수행하기 쉬워지면 점진적으로 저항을 높여주었다. 1 주차에는 맨손으로 운동을 시행하고 2, 3 주차에는 양 손에 500 g 아령을 쥐고 운동을 시행하고 4 주차에는 양 손에 1 kg 아령을 쥐고 운동을 시행하도록 하였다[23].

관절가동술(Cervical and Thoracic Spine Mobilization)

목뼈 관절가동술은 참가자를 엎드린 자세로 눕힌다. 참가자의 머리 쪽에 서서 치료를 실시할 척추의 관절기둥 위에 한쪽 엄지손가락을 올린 후, 반대쪽 엄지손가락을 겹쳐 올리고 후-전방 관절가동술을 적용하였다(Figure 4-A). 후-전방 가동술은 참가자의 통증, 움직임에 따라 메이틀랜드 1~4 등급을 적용하여 시행하였다. 20 초간 실행 후 10 초 휴식, 같은 동작을 10 회 반복하여 총 5 분 동안 적용하였다[24]. 등뼈 관절 가동술은



Figure 3. Wall Slide Exercise A. Start position, B. End position.

참가자를 목뼈 관절 가동술을 시행했을 때와 같은 자세를 취하게 하였다. 회전의 제한이 있는 반대쪽의 가로돌기를 가동시키기 위해 치료사는 참가자의 제한이 있는 쪽에 서서 한 손 엄지를 가로돌기에 올린 후 반대쪽 손 바닥으로 엄지를 누르고 등뼈의 후관절 각도를 따라 후-전방 관절가동술을 적용하였다(Figure 4-B). 후-전방 가동술은 목뼈 관절가동술과 동일하게 적용하였다[24].



Figure 4. Joint mobilization A. Cervical spine mobilization, B. Thoracic spine mobilization.

열, 전기물리치료(Physiotherapy)

참가자는 옆으로 누운 자세에서 경직된 근육 이완을 위해 온 습포를 이용하여 40~45°의 온도로 20 분간 열찜질 (Hot Pack), 100 Hz의 강도로 15 분간 저주파치료 (CWM-602D, Chungwoo, Korea), 1 MHz 주파수와 1.5 W/cm² 강도로 맥동파의 순환주기는 20%로 하였고 5 분간 맥동 초음파치료 (ST-10A, StraTek, Korea)를 진행하였다[14].

평가 방법 및 측정 도구

시각적 통증 척도(Visual Analog Scale; VAS)

통증 수준은 VAS (Visual Analog Scale)를 사용하여 평가하였다. 참가자의 통증 정도는 mm눈금인 10 cm길이의 자에 표시하였으며, 자의 맨 왼쪽 끝은 통증이 없는 편안한 상태로, 맨 오른쪽 끝은 가장 심한 통증 수준으로 정의하였다. 보고된 VAS의 MCID (Minimal Clinically Important Difference) 범위는 4.6 ~ 21.4 점이며[25], 이 평가의 신뢰성은 ICC = 0.84이다[26].

목 장애지수 측정(Korea Neck Disability Index; K-NDI)

참가자들의 목 기능 장애 정도 평가를 위해 한국판 NDI를 사용하였다. 이 평가 도구는 10개의 질문으로 구성되어 참가자는 항목당 한개의 답을 하고, 통증 정도, 개인 위생, 물건 들기, 수면, 두통 정도, 집중력, 운전, 독서, 업무, 취미 활동으로 구성된다. 각 항목별로 6개 항목 중 1개를 선택해야 한다(0~5점). 총점이 50 점으로 0~4 (장애 없음), 5~15 (약간의 장애), 15~24 (중등도의 장애), 25~34 (심한 장애), 35점 이상 (완전한 장애)으로 분류된다. 보고된 목 기능 설문지의 MCID 범위는 4.83 ~ 13.39점이며[27], 이 평가도구의 신뢰도는 ICC = 0.81이다[28].

목뼈 관절 가동범위 측정(Cervical spine Range Of Motion; ROM)

참가자들의 목뼈 관절가동범위를 측정하기 위해 관절 각도계인 고니어미터(IM 360, Jinsan medical, Korea)를 사용하였다. 18 cm의 팔이 두 개 있고 360° 회전이 가능하며 2° 간격으로 눈금이 표시된 플라스틱 재질의 도구로서 목의 관절가동범위 각도를 측정할 수 있다. 보고된 고니어미터의 MCID 범위는 11 ~ 16°이다[29]. 고니어미터의 ICC는 0.84에서 0.95로 매우 높게 나타난다. 참가자들 목의 굽힘, 폼, 가쪽 굽힘을 측정할 시 등받이가 있는 의자에 앉고, 돌림을 측정할 때는 바로 누운 자세로 통증이 유발되지 않는 각도에서 3 회에 걸쳐서 측정하였다[26].

상지 기능평가(Korea Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand; K-DASH)

참가자들의 상지 기능을 평가하기 위해서 한국판 DASH를 사용하였다. 상지의 동작을 수행하는 능력을 평가할 수 있는 30 문항으로 구성되어 있으며, 5 점 서열척도로 100 점 만점에 점수가 높을수록 더 심한 장애가 있음을 나타낸다. 상지 설문지의 MCID 값은 10.83 점이였으며[30], 설문지의 Cronbach's α 는 0.94으로 매우 높게 나타난다[31].

근력평가(Muscle strength)

근력 평가는 참가자의 악력(Grip force)을 측정하였다. 악력기(Baseline digital smedley Spring dynamometer, Sammons Preston, USA)를 사용하여 측정하였으며, 측정 시 자세는 바로 선 자세에서 아래팔을 땅으로 떨어뜨린 후 악력기를 잡고 있는 손을 허벅지 높이에 위치시키고 악력을 측정하였다. 이 때 손목과 팔꿈치는 구부리지 않도록 하고 악력기를 쥐는 시간은 최대 3 초로 하여 검사를 실시하였다. 양손 각각 3 회씩 측정하여 평균값을 계산하였고, 1 회 측정 후 최소 30 초 이상 휴식 시간을 주었다. 보고된 악력기의 MCID 범위는 2.44 ~ 2.69 kg 이였으며[32], 측정자 간 신뢰도는 0.93 ~ 0.94 이다[33].

자료 분석

본 연구 자료는 IBM SPSS(ver. 25.0, IBM, NY)을 사용하여 분석하였다. 대상자의 일반적인 특성은 기술 통계로 제시하고, 평균과 표준편차를 제시하였으며, 카이제곱검정(Chi-square test)과 독립표본 T 검정(Independent t-test)을 통해 동질성을 검증하였다. 모든 변수의 정규성을 검정하기 위해 Shapiro-Wilks test를 실시하였다. 그룹 내 중재 전후 비교를 위해 대응표본 T 검정(Paired t-test)을 실시하였고, 그룹 간 중재 효과를 비교하기 위해 독립표본 T 검정 (Independent t-test)을 실시하였다. 본 연구의 모든 통계적 유의 수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

연구 결과

본 연구에 참여한 참가자들의 일반적인 특성은 다음과 같다(Table 1).

본 연구의 통증 결과를 위해 시각적 통증 척도 분석 결과는 실험군과 대조군의 그룹 내 비교에서 중재 전과

Table 1. General characteristics of subjects (N=24)

Variables	Experimental Group (N=12)	Control Group (N=12)	χ^2/t
Age (years)	39.75±3.33	42.91±3.22	0.599
Height (cm)	170.35±1.96	165.89±2.59	0.389
Weight (kg)	69.28±4.47	63.75±2.61	0.400
Sex (male/female)	7/5	4/8	0.219

Values are expressed as mean±SD

* p < 0.05, **p < 0.01

Table 2. Comparison of VAS, ROM, Values between groups (N=24)

		Experimental Group (N=12)	Control Group (N=12)	t	Effect Size
VAS (cm)	Pre	6.50±0.52	6.50±1.00	0.215	0.84
	Post	1.66±0.65	2.91±1.08	-3.628	
	t	13.349*	12.460*		
	Change	4.50±1.16	3.58±0.99	3.957	
Flexion (°)	Pre	35.16±7.79	36.83±5.55	-0.603	1.55
	Post	61.83±1.58	53.83±5.55	4.796	
	t	-11.795*	-14.893*		
	Change	-26.66±7.83	-17.00±3.95	3.817	
Extension (°)	Pre	27.16±5.42	28.16±4.54	-0.489	1.39
	Post	51.66±4.96	43.83±5.55	3.643	
	t	-12.147*	-9.724*		
	Change	-24.50±6.98	-15.66±5.58	3.734	
Right rotation (°)	Pre	46.00±5.72	45.83±8.84	0.055	1.61
	Post	78.00±2.08	66.50±6.44	5.879	
	t	-20.300*	-8.598*		
	Change	-32.00±5.46	-20.66±8.32	3.943	
Left rotation (°)	Pre	37.50±9.03	40.00±6.20	-0.790	2.52
	Post	77.66±2.67	67.66±4.65	6.450	
	t	-19.577*	-14.292*		
	Change	-40.16±7.10	-20.66±8.32	4.431	

Total are expressed as mean±standard deviation Visual Analog Scale, VAS, Range Of Motion, ROM, *p < 0.05, **p < 0.01

비교하여 중재 후 통증 척도 평가에서 유의한 향상을 보였다(p < 0.05). 두 그룹 간 통증 척도 평가의 변화량 차이에는 유의한 차이를 보였다(p < 0.05)(Table 2).

본 연구의 목뼈 관절 가동범위를 측정된 결과는 굽힘, 폼, 우측 돌림, 좌측 돌림 모두 실험군이 대조군보다 목뼈의 모든 가동범위가 유의하게 증가하였다(p < 0.05)

(Table 2).

본 연구의 근력 결과를 위해 악력계를 이용한 근력 분석 결과는 실험군이 대조군보다 오른손, 왼손 모두 근력이 유의하게 크게 나타났다(p < 0.05)(Table 3).

본 연구의 기능결과를 위해 한국판 목 및 상지 설문지 분석 결과는 실험군과 대조군의 그룹 내 비교에서

Table 3. Comparison of Muscle Strength measurement, K-NDI, K-DASH Values between groups (N=24)

		Experimental Group (N=12)	Control Group (N=12)	t	Effect Size
Rt grip force (kg)	Pre	30.67±13.81	26.32±12.67	0.804	3.56
	Post	41.26±12.25	28.10±13.17	2.534	
	t	-10.928*	-6.103*		
	Change	-10.58±3.35	-1.77±1.00	8.706	
Lt grip force (kg)	Pre	27.02±11.22	22.06±11.66	1.061	4.89
	Post	33.88±11.46	22.93±11.73	2.313	
	t	-15.622*	-3.629*		
	Change	-6.86±1.52	-0.87±0.83	11.973	
K-NDI (point)	Pre	25.16±5.40	30.58±5.14	-2.514	1.49
	Post	12.75±2.00	22.58±4.46	-6.964	
	t	11.536*	14.533*		
	Change	12.41±3.72	8.00±1.90	3.653	
K-DASH (point)	Pre	29.90±5.06	28.20±3.46	0.956	1.42
	Post	10.70±5.16	15.06±4.62	-2.184	
	t	13.123*	13.956*		
	Change	19.20±5.06	13.14±3.26	3.482	

Total are expressed as mean±standard deviation Rt grip force, Lt grip force, Korea Neck Disability Index, Korea Disability of the Arm, Shoulder and Hand, *p<0.05, **p<0.01

중재 전과 비교하여 중재 후 기능평가에서 유의한 향상을 보였다(p<0.05)(Table 3).

논의

본 연구는 자동차 사고 발생 후 15 일 이내 WAD 진단을 받은 환자가 4 주 간의 점진적인 어깨뼈 안정화 운동프로그램과 목, 등뼈 관절가동술, 열, 전기 물리치료를 병행함으로써 환자의 목 통증, 목뼈 관절 가동범위, 근력, 목 장애지수 및 상지 기능에 미치는 효과에 대해 알아보려고 하였고 중재 전후로 환자의 목 통증, 목뼈 관절 가동범위, 근력, 목 장애지수 및 상지 기능에 미치는 효과 측정을 실시하였다.

참가자의 목 통증 평가를 위해 VAS를 사용하였다. 본 연구의 참가자인 24 명의 급성 WAD 환자를 각각 12 명씩 실험군, 대조군으로 무작위 배정을 하여 그룹별 중재 전후로 통증의 변화를 비교하였을 때 실험군에서 4.50으로 통증의 수치가 감소되었고, 본 연구는 유의미한 개선이 있었다. 이 결과는 앞선 선행연구[7]와 같이 어깨뼈 안정화를 담당하는 근육이 활성화가 되면 손상

된 목의 관절과 인대에 지속되는 부하를 감소시켜 목 통증을 줄일 수 있다는 내용과 일치하였다. 보고된 VAS의 MCID 범위는 4.6 ~ 21.4 점이고[25], 중재간 효과크기는 Effect Size=0.84 로 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

참가자의 목뼈 관절가동범위를 측정하기 위해 선행연구[26]를 바탕으로 고니어미터를 사용하여 관절가동범위를 측정하였다. 앞선 선행연구[20]에서는 목 통증 환자를 대상으로 일반적인 보존적 물리치료보다 어깨뼈 안정화 운동과 보존적 물리치료를 병행한 조합에서 목뼈의 관절가동범위 증가에 도움이 되며, 다른 선행연구[34]에서는 어깨뼈를 중립위치로 놓았을 때, 어깨뼈를 중립위치로 놓지 않았을 때 보다 목 뼈의 능동 회전 범위가 유의하게 증가를 보였다.

본 연구에서도 참가자의 중재 전후 목뼈 관절가동범위 변화량을 확인 한 결과, 중재 전후 어깨뼈 안정화 운동을 병행한 실험군의 목뼈 굽힘 각도의 차이가 대조군의 차이보다 9.66°, 폼 각도의 차이가 8.84°, 우측 돌림 각도의 차이가 12°, 좌측 돌림 각도의 차이가 19.5° 만큼 증가하였으며 보고된 고니어미터의 MCID 범위는 11 ~ 16°이다[29]. 중재 간 효과크기는 굽힘 Effect Size

= 1.55, 펌 Effect Size = 1.39, 우측 돌림 Effect Size = 1.61, 좌측 돌림 Effect Size = 2.52으로 굽힘과 펌, 돌림 동작 모두 통계적으로 유의한 차이가 보이는 것을 확인하였다.

참가자의 근력의 변화를 측정하기 위해 선행연구[33]를 바탕으로 악력계를 사용하여 평가하였다. 선행연구[35]에서는 악력 측정을 목 통증 환자에게서 나타나는 목과 어깨뼈의 근육 불균형, 비전형적인 자세의 결과로 상지의 근력 평가 도구로 사용했다고 보고되었고 목, 어깨의 치료적 운동을 통해 중재 전후 악력이 증가되었음을 확인하였다. 본 연구에서도 참가자의 중재 전후 왼손, 오른손 악력의 변화량을 확인 한 결과, 중재 전후 어깨뼈 안정화운동을 병행한 실험군의 왼손 차이가 대조군의 차이보다 5.99 kg으로 나타났으며, 오른손 차이가 대조군의 차이보다 8.81 kg으로 나타났다. 이 결과를 통해 앞선 선행연구[9]에서 보고된 상지 근력 약화가 나타난 목 통증 환자에게 어깨뼈 안정화 운동으로 악력을 강화시켜 상지 근력이 향상되면 목 통증 관리에 있어 좋은 영향을 끼칠 수 있을 거라 사료된다. 보고된 악력기의 MCID 범위는 2.44 ~ 2.69 [32]이었으며, 중재간 효과크기는 왼손 Effect Size = 4.89, 오른손 Effect Size = 3.56으로 통계적인 유의한 차이를 나타냈다.

참가자의 목 기능의 변화를 평가하기 위해 한국판 목 설문지를 사용하여 평가하였다. 선행연구[20]에서는 목 통증을 갖고 있는 환자에게 어깨뼈 안정화 운동을 했을 때 목 기능 장애수준이 유의하게 감소하였고, 다른 선행연구[36]에서는 목뼈관련 두통 환자를 대상으로 3 개월 동안 부 정렬한 어깨뼈를 교정하기 위한 운동프로그램을 시행한 결과, 목 기능 장애지수가 유의하게 감소하였다. 본 연구의 중재 전후 참가자의 기능 변화를 비교했을 때에도 실험군이 대조군에 비해 4.41 점 감소되어 본 연구는 목 기능에서 유의미한 개선이 있었다. 이는 본 연구도 마찬가지로 어깨뼈 안정화 운동은 곧 어깨뼈의 바른 정렬을 만들 수 있고, 이를 통해 목의 기능을 개선시킬 수 있다고 사료된다. 보고된 목 기능 설문지의 MCID 범위는 4.83 ~ 13.39점[27]으로 중재간 효과크기는 Effect Size = 1.49로 통계적인 유의한 차이를 나타냈다.

마지막으로 상지 기능의 변화를 평가하기 위해 한국판 상지 설문지를 사용하여 평가하였다. 선행연구[37]에서는 상지의 기능 장애와 목 통증 간에 상관성을 조사했을 때, 두 변수 간 0.799의 높은 양의 상관계수가 나타났음을 보고하였고, 목 통증이 심할수록 상지 기능장애가 높게 나타났다고 보고하였다. 본 연구의 중재 전후 참가자의 기능 변화를 비교하였을 때 실험군이 대조군에 비해 6.06 점 감소되어 본 연구는 상지 기능에서 유

의미한 개선이 있었다. 이는 앞선 선행연구[3]에서 보고된 WAD의 증상으로 상지의 통증이 나타날 수 있는 환자에게 어깨뼈 안정화 운동을 적용하여 상지의 통증 감소 및 기능 향상을 만들 수 있을 것이라고 사료된다. 상지 설문지의 MCID 값은 10.83 점이었으며[30] 중재간 효과크기는 Effect Size = 1.42로 통계적인 유의한 차이를 나타냈다.

본 연구는 급성 WAD 진단을 받은 참가자에게 점진적인 어깨뼈 안정화 운동을 적용한 결과, 실험군이 대조군에 비해 유의한 향상을 보임을 확인할 수 있었다. 이를 통해 본 연구가 급성 WAD 환자들을 치료할 때 목 부위에만 국한되지 않고 목이 아닌 다른 부위에서 목의 문제를 일으킬 수 있는, 특히 어깨뼈의 근육 평가가 꼭 필요하다고 사료된다. 또한 목 근육에 국한되지 않고 어깨뼈를 안정화시킬 수 있는 중재법과 기존에 있던 중재법들을 함께 적용한다면, 일상 생활로의 더 빠른 복귀를 위한 새로운 중재법으로 기여할 것으로 기대한다.

본 연구는 다음과 같은 제한점이 있다. 첫째, 참가자들이 자동차보험으로 치료를 받는 경우였기 때문에 상대방과 사고 합의를 보게 되면 치료가 종료되어 4주의 기간까지 중재를 수행하지 못한 경우가 있었다. 둘째, 연구 기간을 4주간 진행하여 알아본 결과로 장기간의 중재기간에 대한 효과는 알 수 없고 향후 추적 검사를 포함한 연구가 필요하다. 이러한 제한점을 해결하여 장기간동안 중재를 실시하고, 추적 검사를 하여 보다 발전된 연구가 이루어져야 한다.

결론

본 연구는 급성 WAD환자에게 목, 등뼈 관절가동술과 열전기치료만 진행했을 때에 비해 어깨뼈 안정화 운동을 병행하는 것이 환자의 통증, 관절가동범위, 근력과 기능에서 보다 효과가 있다는 결과를 나타냈다. 추후 급성 WAD진단을 받은 환자들에게 보다 안전하고 체계적인 재활 프로그램을 제공하여 빠른 일상생활 복귀를 도울 수 있도록 다양한 연구가 지속해서 이뤄져야 할 것이다.

이해 충돌

본 연구의 저자들은 연구 및 저작권, 출판과 관련된 잠재적 이해충돌이 없음을 선언합니다.

참고문헌

1. KoROAD. Statistical Analysis of Traffic Accidents in 2021. KoROAD. 2021.
2. Elliot J, Noteboom J, Flynn T, Sterling M. Characterization of acute and chronic whiplash-associated disorders. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39(5):312-23.
3. Park MS, Moon SH, Kim TH, Oh JK YM. Whiplash injury. *Korean Soc Spine Surg.* 2016;24(4):433-7.
4. Brison R, Hartling L, Pickett W. A prospective study of acceleration-extension injuries following rear-end motor vehicle collisions. *J Musculoskelet Pain.* 2000;8(1-2):97-113.
5. Cho HP, Kim YM. The Effects of Passive Coping Strategies in Pain and Function After Whiplash Injury. *J Korean Soc Phys Med.* 2015;10(1):45-52.
6. Falla D, Jull G, Hodges P. Patients with neck pain demonstrate reduced electromyographic activity of the deep cervical flexor muscles during performance of the craniocervical flexion test. *Spine (Phila Pa 1976).* 2004;29(19):2108-14.
7. Helgadottir H, Kristjansson E, Einarsson E, Karduna A, Jonsson Jr H. Altered activity of the serratus anterior during unilateral arm elevation in patients with cervical disorders. *J Electromyogr Kinesiol.* 2011;21(6):947-53.
8. Bot S, Waal J, Terwee C, Windt D, Scholten R, Bouter L, et al. Predictors of outcome in neck and shoulder symptoms: a cohort study in general practice. *Spine.* 2005;30(16).
9. Ha SM, Kwon OH, Yi CH, Jeon HS LW. Effects of passive correction of scapular position on pain, proprioception, and range of motion in neck-pain patients with bilateral scapular downward-rotation syndrome. *Man Ther.* 2011;16(6):585-9.
10. Im JG, Lee JB, Lee HG, Yook TH, Kim JU. Effects of the Acupuncture Therapy in Combination with Soyeom Pharmacopuncture Therapy on Acute Whiplash Injury by Traffic Accident. *J Acupuncture Research.* 2011;28(4).
11. Song BY. A Clinical Study on the Effects of Sweet Bee Venom Herbal Acupuncture for Patients with Whiplash Injury. *J Pharmacopuncture.* 2007;10(3):77-83.
12. Ahn SW. The Effects of Modality, Taping and Joint Mobilization for Patients with Acute Whiplash-Associated Disorder: Case Study. *J Korean Acad Orthop Man Phys Ther.* 2012;18(1):73-82.
13. Jung SY, Kim SH, Seo YS, Lee AR, Lim KB, Jang DS, et al. The Effect Comparison of McKenzie exercise and Conservative Physical Therapy on acute neck pain. *Korean J Sports Med.* 2011;7(1):9-16.
14. Cho HY, Choi HS. Effect of Combined Exercise Program Applying Cervical Joint Mobilization on Functional Variables and Pain Scale of Patients with Acute Neck Pain Caused by Whiplash Injury. *J Sport Leis Stud.* 2015;59:773-784.
15. Sullivan M, Thibault P, Simmonds M, Milioto M, Cantin A, Velly A. Pain, perceived injustice and the persistence of post-traumatic stress symptoms during the course of rehabilitation for whiplash injuries. *Pain.* 2009;145(3):325-331.
16. Gong WT, Cheun HJ Lee KM. The effect of cervical stabilized exercise and joint mobilization on maximum muscle strength and static muscle endurance of cervical region. *J Korean Data Inf Sci.* 2010;21(1):33-42.
17. Hwang DG, Lee JH, Moon SY, Park SW, Woo JH, Kim C. The reliability of the nonradiologic measures of thoracic spine rotation in healthy adults. *Phys Ther Rehabil Sci.* 2017;6(2):65-70.
18. Cleland J, Glynn P, Whiteman J, Eberhart S, MacDonald C, Childs J. Short-Term Effects of Thrust Versus Nonthrust Mobilization/Manipulation Directed at the Thoracic Spine in Patients with Neck Pain: A Randomized Clinical Trial. *Phys Ther.* 2007;87(4):431-40.
19. Kalantari K, Ardestani S. The effect of base of support stability on shoulder muscle activity during closed kinematic chain exercises. *J Bodyw Mov Ther.* 2014;18(2):233-8.
20. Lee YN, Shin MMS, Lee WH. Effects of shoulder stabilization exercise on pain and function in patients with neck pain. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(12):3619-22.
21. Dehner C, Elbel M, Strobel P, Scheich M, Schneider F, Krischak G, et al. Grade II whiplash injuries to the neck: what is the benefit for patients treated by different physical therapy modalities?

- Patient Saf Surg. 2009;3(1):2.
22. Ekstrom R, Donatelli R, Soderberg G. Surface electromyographic analysis of exercises for the trapezius and serratus anterior muscles. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33(5):247-58.
 23. Hardwick D, Beebe J, McDonnell M, Lang C. A comparison of serratus anterior muscle activation during a wall slide exercise and other traditional exercises. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36(12):903-10.
 24. Maitland D, Hengeveld E, Banks K, et al. *Maitland's Vertebral Manipulation (7th ed).* Edinburgh. Elsevier Butterworth Heinemann. 2005.
 25. MacDowall A, Skeppholm M, Robinson Y, Olerud C. Validation of the visual analog scale in the cervical spine. *J Neurosurg Spine.* 2018;28(3):227-35.
 26. Lee JD, Shin WS. Immediate effects of neuromuscular control exercise on neck pain, range of motion, and proprioception in persons with neck pain. *Phys Ther Rehabil Sci.* 2020;9(1):1-9.
 27. Auffinger B, Lall R, Dahdaleh N, Wong A, Lam S, Koski T, et al. Measuring Surgical Outcomes in Cervical Spondylotic Myelopathy Patients Undergoing Anterior Cervical Discectomy and Fusion: Assessment of Minimum Clinically Important Difference. *PLoS One.* 2013;8(6):8-13.
 28. Joo JK, Park SH, Shin WS. Comparison of the Effect of Ischemic Compression Therapy and Extracorporeal Shock Wave Therapy on the Trigger Point of the Upper Trapezius Muscle. *J Korean Soc Integr Med.* 2021;2021(2):141-52.
 29. Soeters R, Damodar D, Borman N, Jacobson K, Shi J, Pillai R, et al. Accuracy of a Smartphone Software Application Compared With a Handheld Goniometer for Measuring Shoulder Range of Motion in Asymptomatic Adults. *Orthop J Sport Med.* 2023;11(7):1-6.
 30. Franchignoni F, Vercelli S, Giodano A, Sartorio F, Bravini E, Ferriero G. Minimal clinically important difference of the disabilities of the arm, shoulder and hand outcome measure (DASH) and its shortened version (quickDASH). *J Orthop Sports Phys Ther.* 2014;44(1):30-9.
 31. Jang HJ, Kim SY, Jeon JG, Shin EJ. The Association Between Neck Pain/Disability and Upper Limb Disability in Patients with Non-Specific Neck Pain. *J Korea Acad Coop Soc.* 2013;14(6):2862-8.
 32. Bobos P, Nazari G, Lu Z, Macdermid J. Measurement Properties of the Hand Grip Strength Assessment: A Systematic Review with Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2020;101(3):553-65.
 33. Kwon IH, Shin WS. Characteristics of Muscle Strength and Posture among Automobile Parts Manufacturing Workers and the Necessity of the Musculoskeletal Injury Prevention Program. *J Korean Soc Phys Med.* 2019;14(4):173-81.
 34. Andrade G, Azevedo D, Lorentz I, Neto R, Pinho V, Goncalves R, et al. Influence of scapular position on cervical rotation range of motion. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(11):668-73.
 35. Jung YW, Yoon SW, Lee JW. The Effects of Therapeutic Exercise on the Grip Strength of Chronic Neck Pain Patients. *J Korean Soc Phys Med.* 2009;4(2):73-8.
 36. McDonnell G, Bell K, Hawkins S. A pain in the neck. *PMJ.* 2000;76(891):57-60.
 37. McLean S, Moffett J, Sharp D, Gardiner E. An investigation to determine the association between neck pain and upper limb disability for patients with non-specific neck pain: A secondary analysis. *Man Ther.* 2011;16(5):434-9.