

대한물리치료과학회지

Journal of Korean Physical Therapy Science
2024. 03. Vol.31, No.1, pp.33-45

만성 목-어깨 통증이 있는 여성 성인에게 시청각 매체를 활용한
탄력밴드 저항운동이 통증, 고유수용성 감각과 운동기능에 미치는 영향

이남기 · 이정우

광주여자대학교 물리치료학과

Effects of Elastic Band-Resistive Exercise using Audio-visual Medium on Pain,
Proprioceptive Sense, and Motor Function
in Adult Females with Chronic Neck and Shoulder Pain

Nam Gi Lee, Ph.D., P.T. · Jeong-Woo Lee, Ph.D., P.T.

Dept. of Physical Therapy, Kwangju Women's University

Abstract

Background: This study aimed to investigate the effect of elastic band-resistive exercise using audio-visual medium on pain, proprioception, and motor function in adults with chronic neck and shoulder pain.

Design: One group pretest-posttest follow-up experimental design.

Method: Twenty adult women with neck and shoulder pain voluntarily participated in this study. Elastic band-resistive exercise using audio-visual medium including cervical flexion and extension, shoulder external rotation, and scapular retraction-protraction motions was conducted 5 times a week for 3 weeks. The Numerical Rating Scale, pressure threshold tool, CROM goniometer, and Image J software were used to assess subjective pain level, tenderness threshold (pain), joint position sense error (proprioception), joint range of motion, and postural alignment (motor function), respectively.

Result: The pain intensity and threshold and joint position sense error showed significant decreases after the intervention, whereas the joint range of motion angle revealed significant increases. The postural alignment including

forward head posture and rounded shoulder revealed significant improvements after the intervention.

Conclusions: Therefore, we suggest that elastic band-resistive exercise through audio-visual medium would be helpful in preventing and managing pain and physical dysfunction in individuals with chronic neck and shoulder pain, and then it would support the development of health management-related online education content.

Key words: audio-visual medium, neck-shoulder pain, online education content, proprioceptive sense, resistive exercise

교신저자

이남기

광주광역시 광산구 광주여대길 40(62396)

T: 062-950-3748, E: ptnamgi@kwu.ac.kr

I. 서론

발달성 목 통증은 일반적으로 잘못된 자세나 습관으로 인해 목 주위 근육의 과도한 긴장이 발생하여 근피로도를 증가시키고 주위 연부조직의 손상을 일으켜 비특이성으로 발생하는 경우가 많으며(Hwag 등, 2012), 이로 인해 관절가동범위가 제한되고 관절위치감각 및 운동감각과 같은 고유수용성 감각기능도 저하 될 수 있다. 특히, 뒤통수밑근(suboccipital muscle)과 목긴근(longus colli) 등 목의 깊은 근육에는 고유수용성 감각 수용기의 밀도가 높으며, 전정과 시각반사 그리고 자세조절에서 중추적인 역할을 한다. 즉, 잘못된 자세나 습관으로 인해 목 통증 뿐만 아니라 고유수용성 감각을 저하시키고 자세조절까지 영향을 미칠 수 있다. 목의 잘못된 자세는 목뼈에 가해지는 스트레스가 증가하게 되어 목의 관절위치 변화에 영향을 주고, 머리가 척추 중심선 보다 전방에 위치하고 상부목뼈의 펌과 하부목뼈의 굽히이 동반되는 전방머리자세(forward head posture)를 유도할 수 있다(오영택, 2018). 이러한 척추만곡의 변화는 근육불균형으로 인한 상부교차증후군(upper-crossed syndrome)을 유발하여 결과적으로 어깨통증과 관련 깊은 둥근어깨자세(rounded shoulder posture)로 이어진다(최보람, 2023; De Loose 등, 2009, Nagai 등, 2014; 고은경, 2023; 인태성, 2023).

성별은 또한 일반적으로 목과 어깨통증의 유병률에 중요한 역할을 하며, 통증 증상이 남성보다 여성에게 더 흔하다. Zheng 등(2022)은 대학생의 목 통증 발생에 대한 성별차이를 연구하였을 때 목 통증을 전반적인 유병률은 41.6%로, 여학생(44.4%)이 남학생(36.7%)보다 높았다. 여성의 목 통증에 대한 독립적인 요인은 6시간 이상 자가 학습시간과 20° 이상 목 굽힘 자세, 2시간 이상 지속자세 등으로 나타났다. 25-44세 연령 범위에서 입증된 어깨통증의 유병률은 남성 13.3%, 여성 22.8%로 나타났으며, 45-64세 그룹에서는 남성 21.4%, 여성 30.9%로 최고 유병률을 보였다(Parsons 등, 2007). Felemban 등(2021)은 치과대학 학부생을 대상으로 근골격계 질환 현황을 조사하였을 때 목 통증 69.2%, 어깨통증 67.1% 순으로 가장 높은 발생빈도를 보였다. 최근 4차 산업혁명 시대에 따라 정보통신 기술(IT)의 발달로 스마트폰과 태블릿 PC, 노트북 등과 같은 디지털미디어의 사용이 증가하면서 상체를 구부려 잘못된 자세로 장시간 디지털미디어를 사용한다. 이러한 습관화된 불안정한 자세고정은 목과 어깨 주변 근육의 과도한 긴장을 유발하여 근골격계 질환을 유발한다(이진, 2022).

목이나 어깨 통증을 치료하기 위한 일반적인 치료방법은 온열 및 전기치료, 도수치료, 견인치료, 운동치료, 치료적 마사지 그리고 환자 교육 등이 있다(정진규, 2022). 운동치료는 관절가동술 및 등척성 운동, 정적 및 동적 신장운동, 고유수용성 운동, 저항운동(근력강화운동) 등을 포함하며(Sarig-Bahat, 2003). 이 중 저항운동은 잘못된 자세와 습관으로 인한 목이나 어깨 통증을 감소시키고 목과 어깨 주변근육을 강화시키기 위해 자주 사용된다. 저항운동 도구인 탄력밴드는 일상생활 속에서 유용하게 사용할 수 있어 가정 운동 프로그램 도구로 많이 활용한다. 탄력밴드는 색상이나 잡는 위치, 방법에 따라 강도를 조절할 수 있어서 운동목적과 방법에 따라 저항운동 또는 근력강화운동으로 활용할 수 있다. 또한 휴대가 간편하여 시간과 장소에 영향을 받지 않을 뿐만 아니라 밴드 하나로 다양한 운동을 할 수 있어 매우 경제적인 장점을 가지고 있다(Chang과 Han, 2012; 이한결, 2023). 기존 연구에 따르면, 탄력밴드를 이용한 목 근육강화 운동이 목 통증과 두통을 완화한다고 보고하였다(Ylinen 등, 2010). 탄력밴드 저항운동은 근력과 근지구력, 유연성, 평형성 등을 증진시켜 기초체력을 향상시키는 효과가 있다. 탄력밴드를 이용한 목 근육 안정화 운동은 목 통증을 가진 대학생을 대상으로 적용하였을 때 누운 자세와 서 있는 자세, 걷는 자세에 따라 관절가동범위와 근력, 협응력에 대한 효과가 다르게 나타나 재활운동 목적에 맞게 운동자세를 변화시켜서 운동하는 것을 제한하였다(Chang과 Han, 2012). 또한 목과 어깨통증을 자주 경험하는 성인을 대상으로 10주간 탄력성 튜빙을 활용한 점진적 저항운동을 적용하였을 때 목-어깨의 통증과 압통각을

감소시키고 근력을 향상시킨다고 보고하였다(Andersen 등, 2011). 오늘날 의료서비스의 패러다임이 질병 치료 중심으로 예방과 관리를 통한 건강한 삶 방향으로 바뀌면서 서비스의 범위가 확장되고 있다. 즉 미래의 헬스케어 중심이 질병에서 윌니스(willness)로 이동할 것이다(백경화와 하은아, 2021). 현대인들은 건강한 삶에 관한 관심이 높아 가정 운동프로그램(또는 홈트레이닝) 관련 온라인 교육콘텐츠를 많이 활용한다. 빅데이터 기반 텍스트 마이닝(text mining) 기법을 사용하여 ‘홈트레이닝’ 키워드를 탐색한 결과에서 2018년부터 2021년까지 부동의 1위를 차지하여 가정운동프로그램을 통한 건강관리 관심이 매우 높다는 것을 확인할 수 있다(권재운과 남상백, 2022). 가정운동프로그램은 네트워크의 발전과 모바일 혁명, 미디어 플랫폼의 성장 등 디지털 시대로 전환됨에 따라 운동코칭 관련 서비스 패러다임도 점차 변화되고 수요자 측면에서 쉽게 접근할 수 있다(허선양, 2019). 각종 질환 예방이나 건강증진, 근골격계 통증관리, 그리고 노인의 신체기능 향상 등 다양한 치료목적으로 가정 운동프로그램을 사용한다. 만성 목통증이 있는 여성을 대상으로 시청각 매체를 활용한 목-어깨 자가신장운동을 적용한 결과로, 중재 후 통증과 자세정렬, 관절가동범위, 관절위치감각 등에서 유의한 개선을 보였다(정연우, 2022). 다른 연구에서, 여성 노인을 대상으로 16주간 저항도 재가운동 프로그램을 적용하였을 EO 윗몸일으키기나 30초간 의자에서 일어섰다 앉기, 등 뒤 손잡기, 2.44 m 왕복걷기 등을 포함한 모든 체력검사에서 유의한 향상을 보였다(김윤식과 신상근, 2012).

상기와 같이 선행연구를 살펴보면, 디지털 헬스케어는 4차 산업혁명 기술이 기존 보건의료 산업에 접목된 질환 예방과 건강모니터링 분야에서 빠른 속도로 발전할 것으로 예상하기 때문에 원격 건강관리서비스로 제공할 수 있는 가정 운동프로그램, 즉 시청각 매체를 활용한 가정 운동프로그램이 많이 사용될 것이다. 또한 일상생활에서도 가정 운동프로그램 관심이 매우 높아 온라인 교육콘텐츠를 많이 활용하고 있으나 디지털 미디어 플랫폼을 통해 효과가 입증되지 않은 무분별한 영상자료가 상당히 노출되어 있다. 이에 디지털 헬스케어 산업이나 일상생활에서 이용자에게 효과적이고 정확한 정보를 제공하기 위한 근거 기반 가정 운동프로그램이 필요하다. 앞서 목-어깨 통증 환자에게 탄력밴드나 튜빙을 활용한 저항운동을 적용한 기존 연구들을 살펴보면, 통증이나 압통각의 정도, 관절가동범위, 근력, 협응력 등에서 유의한 변화가 있었으나 목 통증과 관련 깊은 고유수용성 감각저하에 대한 영향을 제시한 연구가 미흡한 실정이다. 마지막으로 목 통증과 어깨통증이 여성에게 더 흔하지만 대부분 연구는 남녀 대상자를 모두 포함하고 있기 때문에 여성 성인에게 집중된 중재효과를 연구할 필요도 있다. 그리하여 본 연구에서 목-어깨 통증이 있는 여성 성인에게 시청각 매체를 활용한 탄력밴드 저항운동을 가정 운동프로그램으로 적용하였을 때 통증과 압통각의 수준과 고유수용성 감각뿐만 아니라 관절가동범위와 자세정렬의 변화를 포함한 운동기능도 함께 분석하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

연구대상자는 광주광역시 K 여자대학교에서 공개 모집하여 목과 어깨통증이 있는 여성 성인 20명이 자발적으로 참여하였다. 연구대상자의 선정기준은 8주 이상 지속된 통증으로 주관적 통증 척도(Numeric Rating Scale, NRS)가 3점 이상인 자와 목 기능장애 지수(Neck Disability Index, NDI)가 5점 이상인 자로 선정하였다(김태수 등, 2015). 반면에 목이나 어깨의 정형외과적 수술 또는 외상 경험이 있는 자나 최근 3개월 이내 목이나 어깨 통증으로 인해 장기 치료 이력이 있거나 약물을 복용하는 자는 제외하였다. G-power 3.1.9.4(Heinrich-Heine Universität, Germany) 소프트웨어를 사용하여 대응 t-검정의 연구대상자 수를 예측했으며, 유의수준 0.05와 검정력 0.95, 효과 크기 0.80일 때 필요한 표본의 수는 19명이었고, 탈락률을 고려하여 25명을 대상으로 진행하였으나 5명은 대상자의 선정기준에 부합하지 못하여 제외되었다. 연구 시작 전, 모든 연구대상자에게 헬싱키 선언에 입각하여 연구의

목적과 절차에 대한 정확한 설명을 하였으며, 이해한 후 연구참여 동의서를 작성하였다. 연구대상자의 일반적 및 임상적 특성은 (Table 1)과 같다.

Table 1. General and Clinical Characteristics of the subjects (N=20)

Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)	NRS (score)	NDI (score)
21.2±0.4 ^a	160.6±5.9	59.2±9.8	4.2±2.3	8.0±3.2

^aMean±SD, NRS: Numeric Rating Scale, NDI: Neck Disability Index

2. 중재 방법

본 연구는 목-어깨 통증이 있는 여성 성인을 대상으로 시청각 매체를 활용한 탄력밴드 저항운동을 3주간 가정 운동프로그램으로 적용하였다. 중재기간은 정연우 (2022) 연구로부터 입증된 중재기간 3주에 대한 감각과 운동 기능 효과를 근거로 정하였으며, 해당 연구는 만성 목 통증을 대상으로 목-어깨 자가신장운동을 3주간 적용하여 감각과 운동기능 관련 변수를 측정함으로써 본 연구의 설계와 거의 유사하다. 탄력밴드를 활용한 저항 운동은 선행연구(차주홍, 2017; Iversen 등, 2018)를 근거로 수정 및 보완한 후 목 굽힘과 폼, 어깨관절 가쪽돌림, 어깨뼈 모음과 내뺨을 포함한 5가지 동작을 적용하였으며, 운동강도는 노랑색과 빨간색, 초록색 탄력밴드 (Thera-Band® EB, Hygenic Corp., Akron, USA)를 주차별로 사용하여 운동자각도(Rate of Perceived Exertion) 11(적당히 편하다)~15(힘들다) 등급 범위 안에서 밴드의 색상과 잡는 위치에 따라 강도를 조절하여 진행했다(Uchida 등, 2016). 목 운동은 앉은 자세에서 탄력밴드를 양손으로 잡고 탄력밴드의 중간을 이마나 뒤통수에 두고 목 굽힘과 폼을 각각 시행하였다. 어깨 운동 중 어깨관절 가쪽돌림은 의자에 앉아서 탄력밴드를 팔꿈치 높이의 등(back)에 걸친 다음 탄력밴드를 교차하여 양쪽 끝을 잡는다. 이때 팔꿈치를 몸통 옆에 붙인 다음 90°를 구부린 후 잡은 탄력밴드를 천천히 가쪽돌림 방향으로 당긴다. 어깨뼈 모음은 의자에 앉은 후 탄력밴드 중간을 허벅지 밑에 두고 탄력밴드의 양쪽 끝을 교차하여 잡는다. 탄력밴드를 잡은 손을 어깨관절 90°만큼 전방으로 올려 시작자세를 만든다. 이 자세에서 지면과 평행하게 양쪽 팔을 벌려 양쪽 어깨뼈를 모이게 한다. 마지막으로 어깨뼈 내뺨은 탄력밴드의 중간을 어깨 높이의 등에 걸친 후 탄력밴드의 양쪽 끝을 잡고 팔을 양옆으로 벌려 90° 벌림을 유지한다. 이 시작자세에서 천천히 팔을 지면과 평행하게 수평모음하여 양쪽 어깨뼈를 벌리게 한다. 각 동작은 15회씩 3세트하고 세트마다 충분한 휴식시간을 주고 준비운동과 마무리운동까지 포함하여 총 운동소요 시간은 약 40분 정도이다. 준비운동과 마무리운동은 근육의 부상을 방지하기 위해 목과 어깨 주변 근육에 대해 충분한 스트레칭을 하였다. 본 운동프로그램은 3주간 주 5회로 진행되었으며, 운동 전 탄력밴드 사용에 대한 주의사항을 충분히 교육하였다. 모든 동작은 총 3주간(주 5회, 약 40분/1회, 동작당 15회씩 3세트) 정해진 프로토콜에 따라 수행할 수 있도록 운동프로그램을 포함한 시청각 교육영상도 소셜 네트워크 서비스(Social Network Service, SNS)를 통해 제공하였다. 또한, 중재 전에 연구대상자의 동의를 얻은 후 SNS 상의 단톡방을 만들어 중재기간 동안 매일 운동 여부를 체크하였으며, 정확한 운동을 수행하기 위해 연구대상자나 실험자의 필요도에 따라 연구대상자가 찍은 운동영상에 대한 점검을 수시로(주1회 이상) 진행하였다. 중재 전과 후 그리고 일주일 후(one week follow-up)에 통증과 압통각 역치, 고유수용성 감각(관절위치감각), 관절가동범위, 자세정렬의 변화를 알아보고자 측정하였다.

3. 측정 방법

1) 주관적 통증 정도

주관적 통증 정도는 숫자 등급 척도(NRS)로 측정하였다. 주관적 통증 척도는 1 cm 간격으로 등분된 총 10cm 길이로 표시된 직선의 수평선상에 대상자가 느끼는 어깨통증 정도를 표시하도록 하였다. 이때, ‘0’점은 통증이 전혀 없음, ‘10’점은 가장 심한 통증을 의미하며, 점수가 높을수록 목이나 어깨 통증이 심하다는 것을 의미한다(de Cássia Libardoni 등, 2020). NRS는 시각적 상사 척도(visual analog scale) 간의 상관관계에서 0.73~0.94(Pearson or Spearman correlation coefficient, r)로 높은 타당도를 보였으며, 검사-재검사 신뢰도는 0.74~0.95(intraclass correlation coefficient, ICC)로 높았다(Hrvatin과 Puh, 2021).

2) 압통각 역치

압통각 역치는 압통역치측정기(Algometer, J-TECH, USA)를 사용하여 머리널관근(splenius capitis)과 위등세모근(upper trapezius)의 압통각의 역치 수준을 측정하였다. 머리널관근의 측정 부위는 뒤통수뼈 아래 부위로 중쇠뼈(axis)의 가시돌기에서 바깥쪽으로 2cm 되는 지점이고, 위등세모근은 중앙선과 어깨뼈봉우리(acromion)의 중간 부위에서 측정하였다. 실험자가 압력을 천천히 줄 때 통증이 유발되는 시점에서 대상자의 손을 들으라고 교육하였다. 측정 자세는 허리를 펴고 정면을 보고 편안히 앉은 자세이며, 측정 순서는 오른쪽을 먼저 측정한 후 왼쪽을 측정하였다. 실험 전과 후 측정 사이의 신뢰도를 높이기 위해 측정한 부분에 마커로 표시하고 동일 측정자가 3회 반복 측정하여 평균값을 사용하였다(Kinsler 등, 2009). 압통역치측정기의 신뢰도는 ICC=0.752~0.874로 높은 수준을 보였다(Oliveira 등, 2021).

3) 고유수용성 감각

고유수용성 감각은 CROM 각도계(Performance Attainment Associates, Roseville, MN, USA)를 사용하여 관절위 치감각 에러(joint position sense error)를 측정하였다(Teng 등, 2007). 측정 자세는 의자에 앉은 상태에서 대상자의 머리에 중력각도계를 씌우고 중립자세를 취하게 한 후 검사자의 어깨를 고정시킨다. 이 시작 자세에서 목관절의 양쪽 가쪽굽힘, 그리고 굽힘과 펴름을 하여 각 관절위치감각 에러를 측정하였다. 측정 방법은 우선 전체 관절가동범위를 측정하고, 이에 대한 50%에 해당하는 각도를 기준 각도로 설정한다. 그 기준 각도로 대상자의 목 관절을 수동적으로 위치시키고, 10초 유지하는 동안 관절의 위치를 기억하라고 지시하였다. 그 다음, 원래 위치로 되돌아와서 5초간 휴식을 가진 후 기억한 관절의 위치로 재현하도록 하여 이때 관절각도를 측정하였다. 기준 각도와 재현한 관절각도 간의 차이를 계산하여 이를 관절위치감각 에러로 정의하였다. 측정 전에 두 번 연습을 한 후, 세 번째부터 두 번 더 측정하여 평균값을 사용하였다(Alahmari 등, 2017). CROM 각도계의 검사-재검사 신뢰도는 오른쪽과 왼쪽 전체 목뼈의 돌림과 상부 목뼈 돌림에서 ICC=0.65~0.90으로 높았다(Gugliotti 등, 2021).

4) 목 관절가동범위

목 관절가동범위는 CROM 각도계(Performance Attainment Associates, Roseville, MN, USA)를 사용하여 측정하였다. 이 측정 도구는 서로 다른 운동면에서 관절가동범위를 측정할 수 있도록 2개의 고니어미터(각도계)로 구성되어 있다. 측정 자세는 고유수용성 감각을 측정하는 시작 자세와 동일하고, 목관절의 양쪽 가쪽굽힘, 그리고 굽힘

과 폼을 하여 각 관절가동범위를 측정하였다. 4가지 동작을 각각 3회 반복 측정하여 평균값을 사용하였다(Yoo와 An, 2009).

5) 자세정렬

자세정렬은 Image J software (NIH Image, Bethesda, MD)를 사용하여 거북목과 등근어깨 정도를 나타내는 전방머리각도(forward head angle, FHA)와 전방어깨각도(forward shoulder angle, FSA)를 각각 측정하였다. 측정방법은 마커를 부착한 후 측면촬영을 하였으며, 이때 마커 위치는 오른쪽 귀와 어깨봉우리, 일곱 번째 목뼈의 가시돌기이다. 거북목 각도(FHA)는 오른쪽 귀(tragus)와 일곱 번째 목뼈의 가시돌기를 연결한 선과 수직선이 사이에 이루는 각도이며, 등근어깨 각도(FSA)는 일곱 번째 목뼈의 가시돌기(C7)와 어깨봉우리(acromion)를 연결한 선과 수직선이 사이에 이루는 각도를 말한다. FHA와 FSA 수치는 각각 46°와 52° 이상일 때 거북목과 등근어깨로 간주한다(Park 등, 2014). 시상면의 캡처 이미지를 통한 전방머리자세(forward head posture)를 측정하였을 때 측정자 간 신뢰도는 ICC=0.75이고, 측정자내 신뢰도는 ICC=0.91로 나타났다(Nam 등, 2013).

4. 자료분석

연구대상자의 일반적 및 임상적 특성은 기술통계를 사용하였다. 정규성 분포를 확인하기 위해 Kolmogorov-Smirnov 검정을 사용하였다. 모든 종속변수(통증과 압통각 역치, 관절가동범위, 고유수용성 감각, 자세정렬)가 모수 정규성에 만족함에 따라 일원반복측정분산분석을 실시하였으며, 사후분석으로 중재 효과의 차이 및 유지 효과 비교를 위해 적용 전(pretest)을 기준으로 비교한 대비검정(contrast test)을 실시하였다. 모든 통계는 SPSS 21.0 for Windows 프로그램을 사용하였고, 통계학적 유의수준(α)은 0.05로 설정하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 주관적 통증 정도

주관적 통증 정도는 중재 전과 후 그리고 후속검사 사이에 유의한 차이를 보였으며($p < 0.001$), 대비검정은 중재 후와 후속검사에서 각각 중재 전보다 유의한 감소를 보였으며, 통증의 감소는 유지되었다(Table 2).

Table 2. Change in pain intensity (N=20)

	Pre-test	Post-test	Follow-up	F	<i>p</i>
Pain intensity (score)	4.20±2.3 ^a	1.75±2.05 [*]	0.85±1.18 [*]	40.48	0.000 [†]

^aMean±SD, [†] $p < 0.05$, ^{*}: Significant differences between pretest and posttest or follow-up

2. 압통각 역치

양쪽 머리널관근(splenius capitis)과 위등세모근(upper trapezius)에 대한 압통각 역치는 중재 전과 후 그리고 후속검사 사이에 유의한 차이를 보였으며($p=0.000$ 또는 0.003), 대비검정은 중재 후와 후속검사에서 각각 중재 전보다 유의한 감소를 모두 보였으며, 압통각 역치의 감소는 유지되었다(Table 3).

Table 3. Changes in pain threshold (N=20)

Muscles	Pre-test	Post-test	Follow-up	F	<i>p</i>
Rt. splenius capitis (kg/cm ²)	21.58±3.53 ^a	27.27±5.25*	28.68±5.52*	21.26	0.000†
Lt. splenius capitis (kg/cm ²)	20.82±3.47	25.02±4.89*	25.34±5.39*	8.12	0.003†
Rt. upper trapezius (kg/cm ²)	28.90±5.89	39.89±9.05*	36.80±8.80*	26.82	0.000†
Lt. upper trapezius (kg/cm ²)	27.82±6.04	42.30±10.44*	41.94±8.61*	39.25	0.000†

Rt: Right, Lt: Left, ^aMean±SD, † $p<0.05$, *: Significant differences between pretest and posttest or follow-up

3. 고유수용성 감각

목관절의 고유수용성 감각(관절위치감각)에 대한 중재 효과를 살펴보면, 굽힘($p=0.002$)과 폼($p=0.001$), 양쪽 가쪽굽힘($p=0.001$)을 포함한 모든 움직임에서 중재 전과 후 그리고 후속검사 사이에 관절위치감각 에러에 대한 유의한 감소를 나타냈다. 대비검정은 중재 후와 후속검사에서 각각 중재 전보다 유의한 감소를 모두 보였으며, 관절위치감각 에러의 감소는 유지되었다(Table 4).

Table 4. Changes in cervical joint position sense error (N=20)

Motions	Pre-test	Post-test	Follow-up	F	<i>p</i>
Flexion (°)	2.36±1.95 ^a	0.56±.50*	0.49±.48*	9.25	0.002†
Extension (°)	2.02±1.36	0.67±.46*	0.54±.51*	11.33	0.001†
Rt. lateral flexion (°)	2.17±1.45	0.79±.60*	0.74±.70*	11.57	0.001†
Lt. lateral flexion (°)	1.71±1.39	0.47±.35*	0.15±.59*	10.57	0.001†

Rt: Right, Lt: Left, ^aMean±SD, † $p<0.05$, *: Significant differences between pretest and posttest or follow-up

4. 목 관절가동범위

목관절의 관절가동범위는 굽힘($p=0.002$)과 폼($p<0.001$), 양쪽 가쪽굽힘($p<0.001$)을 포함한 모든 움직임에서 중재 전과 후 그리고 후속검사 사이에 관절가동범위의 유의한 증가를 나타냈다. 대비검정의 경우, 중재 후는 굽힘과 폼, 오른쪽 가쪽굽힘에서 유의하게 증가하였고, 후속검사는 굽힘과 양쪽 가쪽굽힘에서 유의한 증가를 보여

관절가동범위의 증가가 유지되었다(Table 5).

Table 5. Changes in cervical range of motion (N=20)

Motions	Pre-test	Post-test	Follow-up	F	p
Flexion (°)	41.28±7.15 ^a	46.36±3.56 [*]	49.54±5.65 [*]	9.23	0.002†
Extension (°)	59.15±10.74	68.71±9.24 [*]	59.54±3.74	10.93	0.000†
Rt. lateral flexion (°)	37.17±7.15	41.59±5.58 [*]	54.72±2.81 [*]	56.86	0.000†
Lt. lateral flexion (°)	41.49±6.79	42.88±6.08	52.59±2.78 [*]	51.17	0.000†

Rt: Right, Lt: Left, ^aMean±SD, † $p<0.05$, *: Significant differences between pretest and posttest or follow-up

5. 자세정렬

자세정렬에서 전방머리각도(FHA)와 전방어깨각도(FSA)는 모두 중재 전과 후 그리고 후속검사 사이에 유의한 차이를 보였다($p<0.001$ 과 $p=0.001$). 대비검정의 경우, 중재 후는 FHA만 유의한 감소를 보였고, 후속검사는 둘다 유의한 감소를 나타냈다(Table 6).

Table 6. Changes in forward head and round-shoulder postures (N=20)

Motions	Pre-test	Post-test	Follow-up	F	p
FHA (°)	38.30±4.69 ^a	35.00±5.74 [*]	33.25±5.06 [*]	12.91	0.000†
FSA (°)	37.20±10.22	37.45±12.92	28.40±8.88 [*]	7.99	0.001†

FHA: Forward head angle, FSA: Forward shoulder angle, ^aMean±SD, † $p<0.05$, *: Significant differences between pretest and posttest or follow-up

IV. 고찰

본 연구는 목-어깨 통증이 있는 여성 성인에게 시청각 매체를 활용한 탄력밴드 저항운동을 3주간 가정 운동프로그램으로 적용하였을 때 통증과 압통각의 수준과 고유수용성 감각(관절위치감각 에러)뿐만 아니라 관절가동범위와 자세정렬을 포함한 운동기능의 변화도 확인하고자 하였다. 주요 연구결과에 따르면, 통증과 관절위치감각 에러는 중재 후 유의한 감소를 보였고, 관절가동범위와 자세정렬도 전반적으로 중재 후 유의한 개선을 보였을 뿐만 아니라 후속검사에서도 효과가 유지되는 것을 확인할 수 있었다. 그러므로 본 연구를 통해 가정 운동프로그램인 저항운동이 통증을 감소시키고 관절가동범위와 자세정렬을 포함한 운동기능뿐만 아니라 관절위치감각과 같은 고유수용성 감각기능 개선에도 긍정적인 효과를 준다는 결과를 도출하였다.

탄력밴드 저항운동 적용에 따른 통증과 압통각의 수준과 관절위치감각 에러를 포함한 감각기능의 결과는 기존 연구와 상당한 일치성을 보여준다. Andersen 등(2011)은 목과 어깨 통증을 자주 경험하는 성인을 대상으로 10주간 탄력성 튜빙을 활용한 점진적 저항운동을 적용하였을 때 거의 매일 2분 적용한 그룹은 통증과 압통이 각각

1.4점과 4.2점으로 유의한 감소를 보였고, 12분 적용한 그룹은 1.9점(통증)과 4.4점(압통)으로 더 많은 감소를 했다. 해당 연구는 2분 그룹과 12분 그룹, 대조군을 포함한 무작위 대조연구(randomized controlled trial)라는 것이 강점이며, 통증이 빈번하게 발생하는 주요 질환이 없는 대상자에게 저항운동을 적용한 것이 본 연구와 비슷하다. 예를 들어, 본 연구는 중재 전 통증 강도가 4.2점이고 해당 연구는 3.5~4.0점 사이로 나타나 두 연구 간의 비슷한 수준을 볼 수 있었으며, 모든 연구대상자는 목과 어깨의 심각한 외상성 손상이나 류마티스 질환, 목 디스크질환 등과 같은 주요 질환이 없다. 10주간 주5회를 2분 또는 12분 적용하여 12분 적용의 통증 변화에서 더 많은 감소를 관찰함에 따라 본 연구는 보다 긴 중재시간을 적용함으로써 짧은 중재기간 내에 의미 있는 결과를 얻었다. Saeterbakken 등 (2020)은 목-어깨 통증이 있는 작업자에게 직장 기반 목-어깨 고강도 저항운동을 10분 1회 그룹과 10분 2회 그룹으로 구분하여 8주간 주5회를 적용하였더니 그룹 간의 유의한 차이는 없었으나 중재 후 일반적인 통증은 25%가 감소하고, 극심한 통증은 43%로 상당한 감소를 보였다. 두 개의 그룹으로 구분하여 연구하였으나 각 실험군은 14명과 13명으로 적은 표본크기로 연구한 것이 단점이다. 이론적으로, 하루 동안 반복되고 짧고 강한 훈련 세션은 긴 세션과 비교할 때 회복을 개선하고 근육 긴장을 줄이며 통증이 있는 근육의 온도와 혈류를 증가시킬 수 있다고 알려져 있으며(Saeterbakken 등, 2020), 이에 본 연구와 기존 연구들의 결과를 볼 때 긴 세션도 의미가 있지만 반복횟수(또는 주당 횟수)가 더 중요한 것으로 보인다. 관절위치감각 예러와 목 통증 간의 상관관계를 기술한 선행연구에 따르면(de Vries 등, 2015), 외상성이나 비외상성 목 통증이 있는 환자에서 목관절의 굽힘-펴고 돌림에 대한 관절위치감각 예러가 건강한 사람보다 유의하게 높았다고 기술하였다. 또 다른 연구에서, 만성 목 통증이 있는 성인에게 6주간 점진적 목-어깨 운동(점진적 저항운동)을 적용한 결과로, 표재성 목 굽힘근과 폼근의 근력이 중재 후 1.71 kg과 2.52 kg으로 각각 향상되었다. 이에 연구자들은 점진적 목-어깨 저항운동이 만성 목 통증 환자에게 표재성 및 심부 목 근육의 근력을 강화시킬 수 있을 것으로 제안하였다(Lin 등, 2018). 근력 강화운동은 근육발달을 증가시키고 신경근 조절을 향상시킬 뿐만 아니라 고유수용성 감각도 개선된다(Dover와 Powers, 2003; Riemann과 Lephart, 2002). 심부 목 근육에는 고유수용성 감각 수용기의 밀도가 높기 때문에 저항운동이나 근력강화운동을 한다면 근육방추와 같은 감각 수용기를 자극하여 관절위치감각에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다. 즉, 저항운동으로 인해 고유수용성 감각 수용기인 근육방추가 더 민감해져 더 나은 관절위치 감지가 가능해졌다는 것이며, 고유수용성 감각 향상을 기대할 수 있다.

탄력밴드 저항운동 적용에 의한 관절가동범위와 자세정렬의 변화(운동기능)의 결과는 선행연구의 결과와 일치한다. 비특이성 만성 목 통증 환자를 대상으로 고강도 목 근력강화운동과 지구력훈련을 적용하였을 때 두 그룹 군에서 통증과 기능장애가 모두 유의하게 감소하였다. 근력의 경우, 근력강화운동 그룹은 굽힘근과 폼근, 돌림근에서 각각 110%와 69%, 76%로 증가하고 지구력훈련 그룹은 28%(굽힘근)와 16%(폼근), 29%(돌림근)로 증가함에 따라 고강도 근력강화운동이 근력 향상에 대해 더 효과적이다. 그리고 목 관절가동범위의 경우 고강도 근력강화운동 그룹에서만 굽힘과 폼, 가쪽돌림을 포함한 모든 동작에서 유의한 증가를 보였다(Ylinen 등, 2003). 이와 같이 본 연구에서도 근력을 측정하지는 않았지만 탄력밴드 저항운동을 통해 통증이 감소하고 근력이 증가함에 따라 관절가동범위도 증가한 것으로 해석된다. MaKean과 Burkett(2010)은 어깨관절 굽힘에 대한 관절가동범위와 어깨 근력 간의 강한 상관관계($r>0.70$)를 발견하였다. 그리하여 관절가동범위와 근력은 운동수행에 중요한 요인으로 작용하고 있다. 거북목과 등근어깨를 가진 130명 청소년기를 대상으로 16주간 저항운동과 스트레칭 운동을 적용한 연구에서 전방머리와 전방어깨가 감소하여 자세정렬에 대한 개선을 확인할 수 있었다(Ruivo 등, 2017). 본 연구의 연구대상자는 사전 검사의 결과값에 따라 거북목($\geq 46^\circ$)과 등근어깨($\geq 52^\circ$)를 동반하지 않았으나 탄력밴드를 활용한 저항운동을 통해 FHA와 FSA 각도가 감소함에 따라 자세정렬이 개선되는 것을 확인할 수 있었다. 또한 목 굽힘과 폼, 어깨관절 가쪽돌림, 어깨뼈 모음과 내미를 포함한 운동중재는 근육의 불균형을 감소시켜

FHA와 FSA 각도의 감소에 기여한 것으로 사료된다.

가정 운동프로그램으로 적용한 기존 연구를 살펴보면, 시청각 매체를 활용한 목-어깨 자가신장운동을 만성 목 통증 여성에게 3주간 적용한 연구에서도 목-어깨 통증과 압통각 역치가 중재 후 유의하게 감소하였으며, 목관절의 굽힘과 폼, 오른쪽과 왼쪽 돌림에 대한 관절가동범위와 관절위치감각도 유의한 개선을 보였고, 전방머리자세 및 둥근어깨자세와 같은 잘못된 자세정렬도 개선되었다(정연우, 2022). 정연우(2022) 연구는 본 연구와 비교 시 운동중재만 다른 거의 유사한 연구설계이며, 연구결과도 또한 본 연구의 결과와 거의 일치한다. 많은 연구자들이 기본적으로 운동 중재를 보통 4주 이상 적용하지만 해당 연구와 본 연구는 가정 운동프로그램으로 3주간 적용하여 유의미한 결과를 도출함에 따라 4주 보다 짧은 기간 내 운동효과를 볼 수 있다는 근거를 마련하였다. 허약 여성노인에게 밴드형태의 모래주머니(500g)를 사용하여 어깨관절 굽힘과 벌림, 앉았다 일어서기, 다리 들어올리기, 다리 벌리기 동작을 포함한 근력강화운동을 시청각 매체 형태로 적용한 결과에서 악력과 균형, 이동능력이 중재 후 유의한 개선을 보였다(이사겸과 박성규, 2013). 본 연구는 젊은 여대생을 대상으로 적용한 반면에 이사겸과 박성규(2013)의 연구는 노인 여성을 대상으로 시청각 매체를 통한 근력강화운동을 적용하여 근력이나 균형능력, 이동능력과 같은 다른 운동기능 변수들을 입증하였다. 영상자료와 같은 시청각 자료는 다양한 시각적 이미지를 유효적으로 움직임과 함께 보여줌으로써 시지각적 영향에 의한 운동지각에 긍정적인 결과를 가져온다(박진희, 2008). 운동을 수행하는 데 고유수용성 감각과 피부감각, 평형감각 뿐만 아니라 시지각 역할도 매우 중요하다. 그리하여 시청각 교육자료는 운동을 수행하는 데 시각 정보(자극)를 제공함으로써 시지각 처리를 유도하고, 청각 자극을 통해 운동방법의 자세한 정보를 추가적으로 제공함에 따라 운동 교육에 도움이 된다. 그러므로 본 연구결과는 목-어깨 통증이 있거나 직업특성상 또는 평상시 잘못된 자세로 인해 목-어깨 통증 발생 가능성이 있는 사람들에게 통증이나 신체기능 장애를 관리하거나 예방하기 위한 가정 운동프로그램의 기초 근거자료로 제시할 뿐만 아니라 디지털 헬스케어에도 활용할 수 있다. 또한, 디지털미디어 플랫폼에서 제공하는 무분별한 온라인 교육콘텐츠에서 벗어나 효과적인 교육콘텐츠를 제공하는 근거자료로 활용할 수도 있다.

시청각 매체를 활용한 탄력밴드 저항운동에 대해 긍정적인 결과를 도출하였지만 몇 가지 제한점이 있다. 첫째는 본 연구는 목-어깨 통증이 있는 여성에게만 저항운동을 적용하여 효과를 확인하였기에 추후 연구에서는 성별이 균등한 그룹으로 진행해야 한다. 두 번째는 실험군 하나로 중재 전과 후 그리고 후속검사를 비교한 것으로, 향후 명확한 근거를 확보하고자 한다면 대조군이 있는 무작위 대조 실험이 이뤄져야 할 필요가 있다. 마지막으로 본 연구에서 고유수용성 감각 수용기의 밀도가 높은 목의 심부근육에 대해 직접적으로 변화를 관찰하지 않았다. 그리하여 향후 영상초음파를 사용하여 목의 심부근육에 대한 단면적(근육 크기)을 본다면 목뼈의 안정성까지 설명할 수 있어 임상적으로 의미있는 연구가 될 것으로 사료된다. 상기와 같은 제한점이 있음에도 불구하고 시청각 매체를 활용한 탄력밴드 저항운동이 통증관리와 감각-운동기능 개선에 긍정적인 영향을 준다는 것을 발견하였다. 이러한 임상적 근거에 따라, 빅데이터 분석결과(권재윤과 남상백, 2022)에서 확인할 수 있듯이 홈트레이닝에 관심이 많은 현대인의 목과 어깨 통증을 예방하거나 관리하는 데 잘 활용할 수 있고 더 나아가 건강관리 관련 온라인 교육콘텐츠 발전에도 기여할 것으로 기대된다.

V. 결 론

본 연구는 만성 목-어깨 통증이 있는 여성에게 시청각 매체를 활용한 탄력밴드 저항운동을 적용하였을 때 통증과 고유수용성 감각, 운동기능에 대한 효과를 알아보려고 하였다. 주관적 통증 정도와 목-어깨 근육의 압통각 역치에서 중재 후 유의한 감소를 보여 통증 완화에 효과적이고 목관절의 굽힘과 폼, 가쪽굽힘에 대한 관절위치감

각 에러도 모두 증재 후 유의하게 감소하였고 관절가동범위는 대부분 증재 후 증가함으로써 고유수용성 감각과 운동기능이 향상되어 유지되는 것을 확인할 수 있었다. 비록 거북목과 등근어깨는 아니지만 자세정렬이 증재 유의한 개선을 보였다. 이를 통해 시청각 매체를 활용한 탄력밴드 저항운동은 통증관리와 감각-운동기능 개선에 긍정적인 영향을 줌으로써 향후 홈트레이닝에 관심이 많은 현대인의 목과 어깨 통증을 예방하고 관리하는 데 잘 활용할 수 있다.

참고문헌

- 고은경. 어깨뼈 아래쪽돌림 증후군이 있는 대상자에게서 등근어깨각, 어깨뼈 아래 돌림비율과 아래등세모근 근력과의 상관관계. 2023;30(3):14-22.
- 권재윤, 남상백. 코로나 19 팬데믹 전후로 홈트레이닝 트렌드는 어떻게 변화했는가? 한국사회체육학회지. 2022;90:279-293.
- 김윤식, 신상근. 16 주간 저항도 재가운동 프로그램이 노인여성의 체력에 미치는 영향. 한국발육발달학회지. 2012;20(3):177-183.
- 김태수, 김성수, 오봉석. 만성 허리통증 대학생의 안정화 운동 후 복합운동과 기능적 전기 자극 적용에 따른 배가 로근 두께와 허리굽 근력, 통증에 미치는 영향. 한국사회체육학회지. 2015;61:549-560.
- 박진희. 입체영상에서 지각공간의 재구성에 관한 연구[박사학위 논문]. 연세대학교; 2008.
- 백경화, 하은아. 모바일 기반의 디지털 헬스케어 플랫폼에 관한 연구: 스마트 웰니스를 중심으로. 한국디자인학회. 2021;34(1):101-112.
- 오영택. 맥켄지 운동과 스포츠 마사지가 머리전방자세에 미치는 영향. 정형스포츠물리치료학회지 2018;14(2):91-97.
- 이사겸, 박성규. 동영상을 이용한 근력 강화 운동이 허약 여성노인의 악력, 균형, 이동능력에 미치는 영향. 대한물리의학회지. 2013;8(1):91-98.
- 이진, 김상우, 이병희. 청소년의 집중력이 척추건강에 미치는 영향: 인지강도에 의해 조절된 스마트폰 과몰입의 매개효과. 대한물리치료과학회지. 2022;29(3):29-47.
- 이한결. 탄력밴드를 이용한 협응이동훈련이 무릎넙다리통증 증후군을 가진 여자 대학생의 통증과 근력, 동적 균형, 근활성도에 미치는 영향. 대한물리치료과학회지. 2023;30(3):59-71.
- 인태성. 테이핑을 병행한 어깨뼈 설정 운동이 뇌졸중 환자의 근활성 및 상지 기능에 미치는 효과. 대한물리치료과학회지. 2023;30(2):43-51.
- 정연우. 시청각 매체를 활용한 목, 어깨 자가신장운동이 만성 목통증 여성의 통증, 자세정렬과 관절위치감각에 미치는 영향. 대한정형도수물리치료학회지. 2022;28(1):39-51.
- 정진규. 다양한 지지면에서 푸쉬업 플러스 운동이 20대 건강한 성인의 어깨 안정화 근육 두께에 미치는 영향. 대한물리치료과학회지. 2022;29(3):48-55.
- 차주홍. 탄성밴드(Thera-band)를 이용한 목 어깨 안정화 운동이 전방머리자세 대상자의 통증, 정렬 및 근 두께에 미치는 영향[석사학위논문]. 대구대학교; 2017.
- 최보람. 스마트폰을 이용한 비디오 시청 시, 목뼈 굽힘 각도에 따른 앞쪽 머리 자세의 변화. 대한물리치료과학회지. 2023;30(3):23-30.
- 허선양. 홈 트레이닝 참여자들의 소비 유형과 정보생산 전략 연구[박사학위논문]. 한양대학교; 2019.

- Alahmari KA, Reddy RS, Silvan PS, et al. Association of age on cervical joint position error. *J Adv Res* 2017;8(3):201-207.
- Andersen LL, Saervoll CA, Mortensen OS, et al. Effectiveness of small daily amounts of progressive resistance training for frequent neck/shoulder pain: randomised controlled trial. *Pain* 2011;152(2):440-446.
- Chang C, Han S. Comparison of Neck Muscular Strength and Neck Coordination and ROM Following Motion Type of Theraband. *Journal of Coaching Development* 2012;14(4):118-124.
- de Cássia Libardoni T, Armijo-Olivo S, Bevilaqua-Grossi D, de Oliveira AS. Relationship between intensity of neck pain and disability and shoulder pain and disability in individuals with subacromial impingement symptoms: a cross-sectional study. *J Manipulative Physiol Ther* 2020;43(7):691-699.
- De Loose V, Van den Oord M, Burnotte F, et al. Functional assessment of the cervical spine in F-16 pilots with and without neck pain. *Aviat Space Environ Med* 2009;80(5):477-481.
- de Vries J, Ischebeck B, Voogt L, et al. Joint position sense error in people with neck pain: a systematic review. *Man Ther* 2015;20(6):736-744.
- Dover G, Powers ME. Reliability of joint position sense and force-reproduction measures during internal and external rotation of the shoulder. *J Athl Train* 2003;38(4):304-310.
- Felemban RA, Sofi RA, Alhebshi SA, Alharbi SG, Farsi NJ, Abduljabbar FH, Farsi JM. Prevalence and predictors of musculoskeletal pain among undergraduate students at a dental school in Saudi Arabia. *Clin Cosmet Investig Dent* 2021;13:39-46.
- Gugliotti M, Tau J, Gallo K, Saggiocca N, Horan M, Sussman N, Wisnewski R. Between-week reliability of the cervical range of motion (CROM) device for upper cervical rotation. *J Man Manip Ther* 2021;29(3):176-180.
- Hwang B-G, Kim G-C, Park Y-K. Effects of self-stretching exercise and upper thoracic joint mobilization on range of motion and pain of the patients with chronic neck pain. *Journal of Korean Society of Physical Medicine* 2012;7(4):509-514.
- Hrvatin I, Puh U. Measurement properties of the numerical pain rating scale in patients with musculoskeletal impairments of the limbs—a systematic literature review. *Sloven Med J* 2021;90:1-9.
- Iversen VM, Vasseljen O, Mork PJ, Fimland MS. Resistance training vs general physical exercise in multidisciplinary rehabilitation of chronic neck pain: A randomized controlled trial. *J Rehabil Med* 2018;50(8):743-750.
- Kinser AM, Sands WA, Stone MH. Reliability and validity of a pressure algometer. *J Strength Cond Res* 2009;23(1):312-314.
- Lin IH, Chang KH, Liou TH, Tsou CM, Huang YC. Progressive shoulder-neck exercise on cervical muscle functions in middle-aged and senior patients with chronic neck pain. *Eur J Phys Rehabil Med* 2018;54(1):13-21.
- Loudon JK, Ruhl M, Field E. Ability to reproduce head position after whiplash injury. *Spine* 1997;22(8):865-868.
- McKean MR, Burkett B. The relationship between joint range of motion, muscular strength, and race time for sub-elite flat water kayakers. *J Sci Med Sport* 2010;13(5):537-542.
- Nagai T, Abt JP, Sell TC, et al. Neck proprioception, strength, flexibility, and posture in pilots with and without neck pain history. *Aviat Space Environ Med* 2014;85(5):529-535.
- Nam SH, Son SM, Kwon JW, Lee NK. The Intra- and Inter-rater Reliabilities of the Forward Head Posture Assessment of Normal Healthy Subjects. *J Phys Ther Sci* 2013;25(6):737-739.
-

- Oliveira AK, Dibai-Filho AV, Soleira G, Machado ACF, Guirro RR. Reliability of pressure pain threshold on myofascial trigger points in the trapezius muscle of women with chronic neck pain. *Rev Assoc Med Bras* 2021;67(5):708-712.
- Park H-C, Kim Y-S, Seok S-H, Lee S-K. The effect of complex training on the children with all of the deformities including forward head, rounded shoulder posture, and lumbar lordosis. *J Exerc Rehabil* 2014;10(3):172.
- Parsons S, Breen A, Foster NE, Letley L, Pincus T, Vogel S, Underwood M. Prevalence and comparative troublesomeness by age of musculoskeletal pain in different body locations. *Fam Pract* 2007;24(4):308-316.
- Riemann B, Lephart SM. The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. *J Athl Train* 2002;37(1):71-79.
- Ruivo RM, Pezarat-Correia P, Carita AI. Effects of a resistance and stretching training program on forward head and protracted shoulder posture in adolescents. *J Manipulative Physiol Ther* 2017;40(1):1-10.
- Sarig-Bahat H. Evidence for exercise therapy in mechanical neck disorders. *Man Ther* 2003;8(1):10-20.
- Saeterbakken AH, Makrygiannis P, Stien N, et al. Dose-response of resistance training for neck-and shoulder pain relief: a workplace intervention study. *BMC Sports Sci Med Rehabil* 2020;12(1):1-8.
- Teng C-C, Chai H, Lai D-M, Wang S-F. Cervicocephalic kinesthetic sensibility in young and middle-aged adults with or without a history of mild neck pain. *Man Ther* 2007;12(1):22-28.
- Uchida MC, Nishida MM, Sampaio RAC, Moritani T, Arai H. Thera-band® elastic band tension: reference values for physical activity. *J Phys Ther Sci* 2016;28(4):1266-1271.
- Ylinen J, Nikander R, Nykänen M, Kautiainen H, Häkkinen A. Effect of neck exercises on cervicogenic headache: a randomized controlled trial. *J Rehabil Med* 2010;42(4):344-349.
- Ylinen J, Takala E-P, Nykänen M, et al. Active neck muscle training in the treatment of chronic neck pain in women: a randomized controlled trial. *JAMA* 2003;289(19):2509-2516.
- Yoo W-G, An D-H. The relationship between the active cervical range of motion and changes in head and neck posture after continuous VDT work. *Industrial Health* 2009;47(2):183-188.
- Zheng B, Zheng L, Li M, Lin J, Zhu Y, Jin L, You R, Gao Y, Liu X, Wang S. Sex differences in factors associated with neck pain among undergraduate healthcare students: a cross-sectional survey. *BMC Musculoskelet Disord* 2022;23(1):842.
-