소도구를 이용한 등뼈 자가 관절 가동성 운동이 만성 목통증 환자의 통증, 관절가동범위, 기능장애에 미치는 영향

김수진¹, 김선엽², 이민지³

¹대전대학교 일반대학원 물리치료학과, ²대전대학교 보건의료과학대학 물리치료학과, ³대전대학교 둔산한방병원 물리치료실

The Effects of Thoracic Spine Self-mobilization Exercise Using a Tool on Pain, Range of Motion, and Dysfunction of Chronic Neck Pain Patients

Su-jin Kim¹, BHSc, PT, Suhn-yeop Kim², PhD, PT, Min-ji Lee³, MPT, PT

¹Department of Physical Therapy, The Graduate School, Daejeon University, ²Department of Physical Therapy, College of Health and Medical Science, Daejeon University, ³Department of Physical Therapy, Dunsan Oriental Hospital, Daejeon University, Daejeon, Korea

Article Info

Received October 22, 2019

Revised November 23, 2019

Accepted December 19, 2019

Corresponding Author

Su-hn-yeop Kim

E-mail: kimsy@dju.kr

<https://orcid.org/0000-0002-0558-7125>

Key Words

Chronic

Neck pain

Range of motion

Self-mobilization

Thoracic

Background: Thoracic spine self-mobilization exercise is commonly used to manage patients with neck pain. However, no previous studies have investigated the effects of thoracic spine self-mobilization exercise alone in patients with chronic neck pain.

Objects: The purpose of this study was to investigate the effects of thoracic self-mobilization using a tool on cervical range of motion (ROM), disability level, upper body posture, pain and fear-avoidance beliefs questionnaire (FABQ) in patients with chronic neck pain.

Methods: The subjects were 49 patients (21 males, 28 females) with chronic neck pain. The subjects were randomly divided into an experimental group (EG, n = 23) and control group (CG, n = 26). For the EG, thoracic self-mobilization was applied. We placed a tool (made with 2 tennis balls) under 3 different vertebral levels (T1-4, T5-8, T9-12) of the thoracic spine and the subjects performed crunches, which included thoracic flexion and extension in supine position. Five times × 3 sets for each levels, twice a week, for 4 weeks. Cervical pain, disability, upper body posture, FABQ results, and ROM were evaluated at baseline, after 4 weeks of intervention, and at 8 weeks of follow-up. Assessments included the quadruple visual analogue scale (QVAS); Northwick Park neck pain questionnaire (NPQ); craniovertebral angles (CVA), forward shoulder angle (FSA) and kyphosis angle (KA) measurements for upper body posture; FABQ and cervical ROM testing.

Results: The EG showed a statistically significant improvement after intervention in the QVAS (-51.16%); NPQ (-53.46%); flexion (20.95%), extension (25.32%), left rotation (14.04%), and right rotation (25.32%) in the ROM of the cervical joint; KA (-7.14%); CVA (9.82%); and FSA (-4.12%).

Conclusion: These results suggest that, for patients with chronic neck pain, thoracic self-mobilization exercise using a tool (tennis balls) is effective to improve neck pain, disability level, the ROM, and upper body posture.

INTRODUCTION

현대 사회에서는 많은 사람들이 목통증을 가지고 있다. 목통증은 총 인구의 67%로 일상생활에서 한 번 이상은 유발되는 가장 대표적인 근 골격계 증상이다[1]. 현재 목통증의 발병률은 높으며, 거의 70%의 환자

가 목통증을 겪고 있는 실정이다. 또한 목통증을 갖고 있는 15%~22%의 환자들은 발병 후 5년 이상 그 증상을 계속 경험한다[2]. 목통증 환자 중에서 33% 이상은 만성통증으로 진행되고[3] 결과적으로 일상생활 활동의 감소, 재정적 부담 및 삶의 질 저하를 초래하게 된다[4]. 또한 스마트 폰의 사용이 증가함에 따라 목 통증이 증가하게 되었다[5-7].

목통증을 일으키는 요인으로 조직손상과 명확한 연관성 있는 병리생리학적 기전은 밝혀지지는 않았으나 심리적, 신체적, 사회적 요인과 같은 다양하고 복합적인 요인들의 영향을 받아 발생하게 된다고 보고되었다[8]. 바르지 못한 자세는 안정 시 기능과 자세 유지근들의 길이를 변화시켜 머리가 전방으로 이동하는 자세로 전환시키며, 머리와 목뼈에서 통증을 유발하게 되는 원인이 된다[9].

최근 목 운동학 및 목통증에 관련하여 등뼈의 중요성이 강조되었다[10-12]. 증상이 없는 피실험자에게 등뼈는 전체 목 움직임 중 회전에 약 15%, 가쪽굽힘에 25%, 굽힘과 펴에 35%로 크게 기여하였다[12]. 현재 대부분의 임상가들은 목에 통증이 있는 환자들의 등뼈를 검사한다고 한다[13,14]. 아래 목뼈 및 관절 원판 병변의 기능장애는 목뼈 부분의 근섬유 등의 위축으로 근활성도가 감소하여 척추 본절의 움직임이 제한됨으로 인해 생체 역학적인 기능장애가 발생하게 되며, 상지로 전이되는 통증, 움직임의 감소, 비정상적인 반사현상 등으로 인한 위 등뼈 통증을 원인이 될 수 있으며, 위 등뼈의 기능장애는 목 척추의 움직임을 제한하고 통증을 유발한다[15,16]. 등뼈 뒤 굽음의 증가는 퇴행성 과정을 가속화하고 통증 및 기능장애에 기여하여 결과적으로 뼈, 인대, 관절, 근육에 심한 스트레스와 긴장을 주게 되고, 척추를 지지하고 있는 근육의 약화와 신장을 유발시킨다[17]. 등뼈 뒤굽음은 체중부하와 움직임의 패턴에 영향을 받으며 등뼈에서 움직임이 적을수록 허리뼈와 목뼈에서 더 많은 움직임으로 보상작용이 발생한다[18].

Johnson과 Grindstaff [19]는 테니스 공을 이용하여 등뼈 자가 가동성 운동 프로그램인 미니 크런치 운동과 바로 누운 자세에서 팔을 돌리는 운동을 통해 등뼈와 어깨뼈 주변의 근육을 강화시키고, 통증을 감소시킨다고 하였고, Nakamaru 등[4]은 2개의 테니스 공을 이용한 등뼈 자가 가동성 운동 프로그램을 목통증 환자들에게 적용시킨 결과 목의 굽힘과 펴의 관절가동범위가 증가되었다고 하였다. 또한 이전부터 여러 연구들에서 수동적인 치료중재보다 능동적인 치료중재가 목통증 환자의 치료에 있어 더 효과적인지 조사하기 위해 O'Riordan 등[20]은 메타 분석을 실시하였고, 총 16개의 선행 연구들을 분석한 결과 목통증 환자들에게 근력 강화, 통증 감소, 관절가동범위 증가, 삶의 질 향상에 좋은 운동 빈도는 주 3회, 6주 이상, 30분에서 45분 사이의 능동적인 치료 프로그램을 수행하는 것이 효과적이고, 높은 강도의 능동적인 치료 프로그램에서 목통증 감소 효과가 높았으며, 낮은 강도의 지구력과 근력을 요하는 치료 프로그램에서도 목통증 감소 효과를 보인다 고 하였다[20-22].

목통증 환자들에 대한 자가 운동치료가 신체적인 증상을 완화한다는 이점뿐만 아니라 환자의 능동적인 참여를 통하여 치료에 적극적으로 개입하게 되는 심리적인 측면에서도 긍정적인 효과를 가진다고 하였다[23]. 이와 같은 능동적인 치료방법은 목통증을 호소하고 있는 환자들의 주관적인 증상을 감소시키는 것에 도움이 된다고 하였고[24], 목통증 환자의 치료적 임상지침에 있어서도 근거가 있는 치료로 제안할 수 있다고 하였다[25]. 등뼈 자가 가동성(self-mobility) 운동은 일반적으로 목통증 환자를 관리하는 데 사용된다[4]. 등뼈 자가 가동성 운동

은 엎드린 자세에서 몸통을 펴게 하거나, 폼 롤러와 같은 기구를 등 아래에 놓고 바닥에 누운 자세에서 몸통을 뒤로 펴는 운동 등이 있으며, 등뼈 자가 가동성 운동은 통증을 감소시키고, 등뼈의 움직임뿐만 아니라 과도한 척추 뒤굽음증이 되는 것을 예방하고, 올바른 자세로 회복시키기 위해 폼 롤러, 공 또는 테니스 공을 사용한다[19,26]. 대다수 기존 연구에서는 과도한 등뼈 뒤굽음으로 인하여 단축된 근육을 신장시키고 약화된 근육을 강화시킨다고 하였다[17]. 최근 연구동향으로는 등뼈 뒤 굽음으로 감소된 가동성을 증진시키는 가동성 운동의 효과 및 필요성이 검증되고 있는 실정이다[27,28].

선행 연구에서는 목통증환자를 대상으로 테니스공을 이용한 등뼈 자가 가동성 운동을 적용한 군과 플라시보로 적용한 군의 즉각적인 변화를 비교하였을 때 등뼈 자가 가동성 운동을 적용한 군에서 목의 가동성이 증진되었다고 보고하였다. 그러나 이 연구의 제한점으로는 즉각적인 효과만을 보았다는 점과 자세변화를 평가하지 않은 점, 그리고 질병 단계를 세분화 하지 않았다는 점이다[4]. 이에 따라 본 연구에서는 선행 연구의 제한점을 보완하여 Johnson과 Grindstaff [19] 그리고 Nakamaru 등[4]의 연구에서 제시된 등뼈 자가 가동성 운동을 참고하여 재구성한 운동중재를 만성 목통을 가진 대상자에게 좀 더 긴 시간에 적용하였고, 목과 상지자세변화를 평가하였으며, 3개월 이상 목통증을 경험한 만성 목통증 환자를 대상으로 실험을 실시하여 테니스공을 이용한 등뼈 자가 가동성 운동에 대한 효과를 알아보고 시간의 경과에 따른 효과를 알아보고자 하였다.

이 연구의 가설은 이와 같다. 첫째, 등뼈 자가 가동성 운동을 적용한 군(실험군)과 운동 중재 프로그램을 적용하지 않고 기본 중재 프로그램만 적용한 군(대조군) 사이에 중재 전후의 목 관절 가동범위에 유의한 차이가 나타날 것이다. 둘째, 실험군과 대조군 사이에 중재 전후의 목통증수준, 목 기능장애 수준에 유의한 차이가 나타날 것이다. 셋째, 실험군과 대조군 사이에 중재 전후의 목과 상지자세 변화는 유의한 차이가 나타날 것이다. 넷째, 실험군과 대조군 사이에 중재 전후의 심리사회적 요소는 유의한 차이가 나타날 것이다.

MATERIALS AND METHODS

1. 연구대상자

본 연구는 대전광역시 다빈치재활병원에 내원한 환자와 정상인을 대상으로 2019년 3월 5일부터 같은 해 6월 30일까지 실시하였다. 본 연구의 대상자 수는 G*Power 프로그램을 사용하여 산출하였다(G*Power ver. 3.1.9.2; University of Kiel, Kiel, Germany). 본 연구에 분석하고자 하는 운동 프로그램 적용의 효과에 관련하여 그 검정력을 유지하기 위해서 효과크기 0.5, 유의수준 0.05, Power 값 0.8, 측정 수 3, 군 수는 2로 설정한 후 표본 크기를 산출한 결과 대상자의 최소 표본 크기는 24명이었다. 실제 연구의 대상자의 탈락률 20%인 것을 감안하여 각 26명을 모집하였다.

연구대상자 모집을 위해 연구의 목적과 연구방법 등을 포함하는 연

구 참여자 모집공고문을 공지하였으며, 모집공고를 통해 52명을 선착순으로 모집하였다. 이 때 연구에 참여하기를 희망한 52명의 연구대상자에게 연구의 절차와 목적에 대해 구두로 설명을 시행하고, 사전 동의를 구한 후 동의를 한 대상자만 실험에 참여하였다. 각 군에 배정 방법은 인터넷 프로그램인 무작위 배정(<http://www.randomizer.org>) 프로그램을 이용하였다. 연구대상자의 선정 조건은 (1) 18세 이상 65세 이하의 성인, (2) 최근 3개월 이상 지속적인 목통증을 경험한 자, (3) 목통증 정도가 visual analogue scale (VAS) 3점 이상인 자, (4) 연구 내용과 목적을 충분히 이해하고 자발적으로 참여에 동의한 자로 하였으며, 연구대상자의 제외 조건은 (1) 최근 3개월 이내에 교통사고나 난 경험에 있는 자, (2) 목 골절이나 관절염, 종양, 근육병, 골다공증이 있는 자, (3) 목 디스크 증상으로 팔이나 손가락에 저린 증상(방사통)이 있는 자, (4) 중추신경계의 손상이나 전정계손상 등 신경학적인 병변이 있는 자로 하였다. 대전대학교 기관생명윤리위원회의 승인을 받은 뒤에 본 연구가 진행되었다(승인번호: 1040647-201904-HR-019-02).

2. 연구 절차

중재 전에 두 군 모두에 목통증 수준과 목 관절가동범위, 목 기능장애 수준, 목과 상지자세, 심리사회적 요인을 각각 평가하였다. 중재방법은 테니스공을 이용한 등뼈 자가 가동성 운동과 기본 중재 프로그램으로 구성되어 있다. 기본 중재 프로그램은 30분씩, 일 1회, 주 2회, 4

주간 총 8회를 실시하였다. 실험군에는 추가적으로 등뼈 자가 가동성 운동을 실시하고, 중재 전과 4주 후, 그리고 추후검사로 8주후에 두 군의 목통증 수준과 관절가동범위, 기능장애 수준, 목과 상지자세 평가, 심리사회적 요인을 재평가하였다. 본 연구의 설계는 Figure 1에 나타내었다.

3. 중재 방법

1) 등뼈 자가 가동성 운동

자가 가동성 운동을 위해 사용된 중재 도구는 두 개의 테니스공과 운동용 테이프를 이용하여 제작하였다. 테이프는 테니스공의 한쪽 끝에서 다른 테니스공의 반대쪽 끝으로 교차하여 두 테니스공이 모두 운동용 테이프로 완전히 가려질 때까지 감싼다. 마지막 테이프 스트립은 두 테니스 공 사이의 타원 모양의 스트립에 수직으로 팽팽한 압력을 가한다[19]. 자가 가동성 운동을 위해 사용된 중재 도구는 Figure 2에 제시되었다.

본 연구에서 적용한 중재 방법은 Johnson과 Grindstaff [19] 그리고 Nakamaru 등[4]의 연구에서 제시된 등뼈 자가 가동성 운동을 참고하여 재구성하였다. 일반적인 테니스공을 이용하여 제작한 중재 도구를 등뼈 위 분절(T1-4), 중간분절(T5-8), 그리고 아래분절(T9-12)의 가시돌기 옆에 순차적으로 적용하였다. 각 분절 안에서도 등뼈를 펴도록 하려는 분절 바로 아래에 테니스공을 위치시켰다. 다리는 교각자세로 테

Figure 1. Study design. FABQ, fear-avoidance belief questionnaire; ROM, range of motion.

니스공에 등을 대고 바닥에 누운 다음, 양손을 머리 뒤로 깎지킨 채 팔꿈치를 가까이 모아서 어깨뼈를 내밀게 하였다. 테니스공이 등에서 떨어지지 않을 정도로 크런치를 실시하였다. 각 분절 별로 5회씩 3세트, 총 45회 적용하였다(Figure 3). 만약 대상자가 통증이나 불편감을 호소할 경우 가시돌기와 갈비뼈에 가해지는 압박을 줄이기 위하여 중재도구를 벽에 위치시킨 후 앉은 자세에서 시행하였다. 기본적인 중재 프로그램은 실험군과 대조군에게 동일하게 적용하였고, 실험군에게는 추가적으로 등뼈 자가 가동성 운동을 적용하였다.

2) 기본 중재 프로그램

실험군과 대조군에게 적용은 기본 중재 프로그램은 온습포를 이용한 온열치료를 10분간 목뼈부에 적용하였고, 그 후에 통증 조절을 위해 경피신경전기자극치료(STT-150; Stratek, Anyang, Korea)를 10분간

Figure 2. Thoracic spine self-mobilization exercise tool.

적용하였다. 또한 심부 조직에 온열 적용을 위해 초음파치료(ST-10A; Stratek)를 5분간 적용하였다

4. 측정 도구 및 방법

1) 목뼈 관절가동범위 평가

목 관절의 굽힘과 펴, 왼쪽돌림, 오른쪽 돌림에 대한 능동 관절가동범위를 중재 전, 후 그리고 추후검사에 각각 3회씩 측정하였고, 그 평균값을 분석에 사용하였다. 목 관절가동범위는 관절각도기(Myrin™; OB Goniometer, Kineman Enterprises, IL, USA)를 사용하여 측정하였다. 관절각도기의 측정 신뢰도는 0.84-0.91 [29]이라 알려져 있다. 관절가동범위의 각도가 작을수록 목 관절의 움직임이 적음을 의미하는 것이다. 모든 변수들의 측정은 임상 7년차 물리치료사 한 명이 시행하였다.

2) 등뼈 뒤굽음각(kyphosis) 측정

대상자는 제자리걸음을 3회 걸은 후 정면에 그려진 선을 바라보고 어깨 넓이로 발을 벌려 편안한 자세로 서게 하였다[30]. 등뼈 뒤굽음각은 스마트폰 응용 소프트웨어 경사각도계(Clinometer + Bubble level, Plaincode Software Solutions, Stephanskirchen, Germany)를 사용하여 측정하였다. 제7 목뼈와 제1 등뼈, 제12 등뼈와 제1 허리뼈의 위치를 파악한 후 고개를 숙인 후, 가장 돌출된 부위를 각각 찾아서 표시하고, 대상자는 편한 자세로 서서 눈은 정면에 표시된 선을 응시하고 자세를 고정하고 팔에 힘을 빼게 하였다. 이중경사각도계를 사용하여 제7 목뼈와 제1 등뼈 부위의 경사각과 제12 등뼈와 제1 허리뼈 경사각을 더한 값을 등뼈 뒤굽음각으로 정하고, 각 세 번씩 측정하여 그 평균을 구하였다. 등뼈 뒤굽음각 측정방법은 Figure 4에 제시되었다. 실험 대상자에게 사진을 찍어서 연구자료에 쓰인다는 부분에 대한 정보를 제공하였고 동의서를 받았다. 어깨에 증상이 있는 사람에게 일반 각도측정기와 경사각도계를 비교하였을 때 측정자간 신뢰도(intra-

Figure 3. Thoracic spine self-mobilization exercise. (A) Self-mobilization device is placed at each vertebral level of the groove over the spinous process, (B) start position, (C) end position.

Figure 4. Measurement method of thoracic kyphosis angle.

class correlation coefficient = 0.98)는 높았다[31].

3) 전방머리 및 자세 평가

전방머리자세는 두개척추각과 전방 어깨각도를 이용해 평가하였다. 두개척추각은 전방머리자세를 평가하는 객관적인 방법으로 Cheung 등[32]의 연구에서 사용되었다. 귀의 이주와 제7 목뼈를 잇는 선과 제7 목뼈를 지나가는 수평선이 이루는 각을 목척추각(craniovertebral angle, CVA)이라 정의하였고[33], 제7 목뼈와 어깨뼈 봉우리를 잇는 선과 제7 목뼈를 지나가는 수직선이 이루는 각을 전방어깨각도(forward shoulder angle, FSA)라고 정의하였다. 측정을 위해 대상자의 목을 구부리게 하고 목 뒤 부위를 촉진하여 제7 목뼈 가시돌기를 찾고 그 부위에 스티커를 이용해 표시하였다[34]. 또한 어깨뼈 봉우리도 촉진하고 이 부위에 표시 스티커를 부착하였다. 머리는 자연스러운 머리자세를 유지하게 하고 대상자를 편안하게 서있게 하였고, 양팔은 이완하여 몸통 옆에 놓게 하였다. 자연스러운 머리자세를 유지하는 동안에 시각에 의해 자세가 변경되는 것을 방지하기 위해 정면을 바라보도록 하였으며[27], 스마트폰으로 귀의 이주를 향하게 한 후 80 cm 떨어진 곳에서 지상과 수직이 되도록 설치하고[35], 측면 머리 영상을 촬영하였다. 촬영된 사진은 영상분석 프로그램 윈도우용 ImageJ ver. 1.51 (National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA) 프로그램을 이용하여 분석하였다[36].

4) 목통증 평가

목통증 평가는 4항목 시각적상사척도(quadruple VAS, QVAS)를 사용하여 중재 전과 4주 후, 8주 후에 재평가하였다. 통증수준을 '현재 통증 정도', '평소에 느끼는 평균적인 통증 정도', '가장 경미할 때의 통증 정도', '가장 심할 때의 통증 정도' 4항목으로 분류하고, 10 cm 눈금자에 1 cm 간격으로 통증의 정도를 표시하고, 환자가 경험하고 있는 통

증의 정도를 시각적 형태로 표시하는 방법이다. 0-10 cm 사이의 수평선에 질문마다 "V" 표시를 하게 하였다. 통증이 없는 상태를 0, 매우 극심한 통증을 10으로 하였다. 4항목의 수를 더하여 평균을 낸 후 10을 곱해서 최종 점수를 계산하였다[37].

5) 목통증과 기능장애 평가

목통증과 목 기능장애 측정 도구로 한국판 Northwick Park neck pain questionnaire (NPQ) 평가지를 사용하였다. 한국판 NPQ는 목통증으로 인한 증상과 관련된 일상생활에 영향을 받는 9가지 질문 문항(강도, 수면, 저린 감각, 기간, 물건 들기, 독서/텔레비전 시청, 작업, 사회 활동, 운전)으로 구성되어 있다. 각 평가 척도는 0-4점, 5점 척도로 평균 점수가 높을수록 목 기능 장애 수준이 높다는 것을 의미한다. 한국판 NPQ는 목통증 환자의 기능장애와 통증에 관한 측정 지표로 광범위하게 사용되고 있으며, Cronbach α 가 0.87의 높은 신뢰도를 보인 도구이다[38].

6) 심리사회적 특성

심리사회적 특성은 잠재적인 교란변수로 작용할 수 있다. 통증과 관련된 신체 활동 및 직업 활동에 관한 두려움 정도를 측정하기 위하여 한국판 공포-회피반응 설문지(Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire, FABQ)를 사용하였다. 설문지는 총 16개 문항 7점 척도로 구성되어 있으며, 점수는 0-66점이다. 점수가 높을수록 더욱 강한 공포-회피 반응을 가졌음을 의미한다[39]. 이 평가도구의 신뢰도에서 Cronbach α 는 0.90으로 나타났다[40].

5. 분석 방법

본 연구에서 측정하고 수집된 자료의 모든 통계처리는 윈도우용 IBM SPSS ver. 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) 통계프로그램을 이용하여 통계 처리하였다. 실험군과 대조군의 일반적 특성은 기술통계를 이용하여 분석하였다. 측정된 모든 변수들의 평균과 표준편차를 산출하였다. 정규성 검정을 위해 샤피로-윌크 검정(Shapiro-Wilk test)을 시행하였고, 측정된 변수들의 정규성을 확인하였다.

중재 전과 4주 후, 8주 후 간에 두 군의 측정변수들의 변화양상 비교를 위해 반복측정 분산분석을 하였으며(repeated measure analysis of variance), 유의한 차이가 있을 경우 사후검정을 위해 본페로니(Bonferroni) 검정을 실시하였다. 모든 분석 시 통계적 유의수준 α 는 0.05로 하였다.

RESULTS

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자는 실험군 23명, 대조군 26명이었으며, 일반적인 특성은 Table 1에 제시하였다. 평균연령과 성별, 평균신장, 평균체중, 발병 시기는 두 군 간에 유의한 차이가 없었다.

Table 1. General characteristics of subjects

Variable	EG (n = 23)	CG (n = 26)	t/x ²	p-value
Sex (male/female)	10/13	11/15	0.007	0.934
Age (y)	27.8 ± 6.2	29.2 ± 3.8	-0.922	0.361
Height (cm)	166.4 ± 7.6	169.2 ± 8.4	-1.259	0.214
Weight (kg)	63.3 ± 13.1	64.9 ± 15.8	-0.407	0.686
Onset duration (wk)	30.5 ± 30.7	25.0 ± 8.6	0.834	0.412

Values are presented as number only or mean ± standard deviation. EG, experimental group; CG, control group.

Table 2. Comparison of cervical range of motion between the groups at the time of measurement

Variable	EG (n = 23)	CG (n = 26)	t	F ^a
Flexion				11.310*
Baseline	55.08 ± 8.21	56.01 ± 11.77	0.112	
4 Week	63.33 ± 8.69 ^b	55.26 ± 10.21	2.961*	
8 Week	66.62 ± 12.85 ^b	53.58 ± 13.57	3.443*	
F	19.437*	0.453		
Extension				19.170*
Baseline	53.83 ± 6.79	55.76 ± 9.29	-0.821	
4 Week	68.14 ± 8.71 ^b	55.87 ± 9.56	4.674*	
8 Week	67.46 ± 8.54 ^b	60.13 ± 9.73	2.788*	
F	21.819*	2.982		
Left rotation				9.389*
Baseline	58.01 ± 6.52	59.73 ± 12.91	-0.599	
4 Week	67.96 ± 9.57 ^b	58.35 ± 12.54	2.985*	
8 Week	66.16 ± 7.44 ^b	59.29 ± 10.09	2.680*	
F	17.966*	0.243		
Right rotation				15.241*
Baseline	53.83 ± 6.79	55.76 ± 9.29	-0.821	
4 Week	68.14 ± 8.71 ^b	55.87 ± 9.56	4.674*	
8 Week	67.46 ± 8.54 ^b	60.13 ± 9.73 ^b	2.788*	
F	22.024*	3.800*		

Values are presented as mean (°) ± standard deviation. EG, experimental group; CG, control group. ^aGroup x time, ^bthere is a significant difference when compared to baseline (p < 0.05). *p < 0.05.

2. 측정시점에 따른 두 군 간에 목 관절가동범위의 변화 양상 비교

측정시점에 따른 두 군 사이에 목 관절가동범위의 변화 양상을 Table 2에 제시하였다. 두 군에 측정시점별 목 관절 가동범위에 변화 양상은 모든 방향에서 유의한 상호작용이 있었다(p < 0.05). 실험군에 목 관절가동범위는 측정시점에 따라 모든 측정 방향의 각도가 유의하게 증가하였으나(p < 0.05), 대조군은 목 오른쪽 돌림 각도에서만 중재전에 비해 8주 후에 유의한 증가(7.83%)를 보였다(p < 0.05). 실험군은 중재전에 비해 8주 후 목뒀 굽힘(20.95%), 펴기(25.32%), 왼쪽 돌림(14.04%), 오른쪽 돌림(25.32%) 모두 유의한 향상을 보였다(p < 0.05).

3. 측정시점에 따른 두 군 간에 목과 상지자세 변화 양상 비교

측정시점에 따른 두 군 간에 목과 어깨에 자세의 특성을 비교하기 위해 kyphosis angle (KA), CVA, FSA를 각각 평가하여 그 변화 양상을

Table 3. Comparison of changes in upper body posture between the groups at the time of measurement

Variable	EG (n = 23)	CG (n = 26)	t	F ^a
KA				4.788*
Baseline	39.63 ± 4.95	39.35 ± 6.83	0.165	
4 Week	36.32 ± 5.47 ^b	39.92 ± 7.58	-1.363	
8 Week	36.80 ± 5.51 ^b	40.44 ± 8.56	-1.744	
F	7.963*	1.358		
CVA				22.594*
Baseline	46.13 ± 5.79	46.36 ± 4.50	-0.156	
4 Week	51.22 ± 4.10 ^b	45.89 ± 3.67	4.808*	
8 Week	50.66 ± 4.46 ^b	45.09 ± 4.17	4.518*	
F	17.408*	2.166		
FSA				11.994*
Baseline	50.23 ± 2.85	50.70 ± 4.89	-0.417	
4 Week	47.18 ± 3.66 ^b	51.10 ± 2.93	-4.161*	
8 Week	48.16 ± 3.23 ^b	52.20 ± 4.61	-3.588*	
F	42.227*	2.332		

Values are presented as mean (°) ± standard deviation. EG, experimental group; CG, control group; KA, kyphosis angle; CVA, craniovertebral angles; FSA, forward shoulder angle. ^aGroup x time, ^bthere is a significant difference when compared to baseline (p < 0.05). *p < 0.05.

Table 3에 제시하였다. 두 군에 측정시점별 KA의 변화양상은 상호작용이 있었고(p < 0.05), 실험군은 측정시점에 따라 KA는 유의한 감소를 보였다(p < 0.05). 중재 전에 비해 4주 후에 KA는 7.14% 감소하였으며, 이러한 변화는 8주까지 유지되었다. CVA와 FSA의 변화양상도 모두 군과 측정시점 간에 상호작용이 있었다(p < 0.05). 실험군의 CVA는 중재 전과 비교해 4주 후(11.03%)와 8주 후(9.82%)에 각각 유의한 증가를 보였다(p < 0.05). 실험군에 FSA는 측정시점에 따라 유의한 차이가 나타났다(p < 0.05). 중재 전에 비해 4주 후(6.07%)와 8주 후(4.12%)에 FSA는 각각 유의하게 감소하였다(p < 0.05).

4. 측정시점에 따른 두 군 간에 목통증과 기능장애, 심리학적 특성의 변화 양상 비교

측정시점에 따른 두 군 사이에 목통증과 기능장애 수준, 심리학적 특성을 Table 4에 제시하였다. 통증수준(QVAS)과 기능장애 수준(NPQ) 그리고 FABQ-Work (FABQ-W) 점수는 모두 군과 측정시점 사이에 상호작용이 있었다(p < 0.05). 통증수준과 기능장애 수준은 실험군(p < 0.05)과 대조군(p < 0.05) 모두 측정시점에 따라 각각 유의하게 감소하였다. 사후검정 결과 실험군에 QVAS는 중재 전과 비교해 8주 후에 유의한 감소를 보였다(51.16%) (p < 0.05). NPQ도 중재 전과 비교해 8주 후에 유의한 감소를 보였다(53.46%) (p < 0.05). 실험군에 FABQ-W는 측정시점에 따라 유의한 감소를 보였으며(p < 0.05), 중재 전과 비교해 4주 후에 비해 유의하게 감소하였다(28.42%) (p < 0.05). 두 군에 FABQ-Physio (FABQ-Phy)는 측정시점별 변화 양상은 유의한 상호작용이 없었다.

Table 4. Comparison of changes in pain, dysfunction and FABQ between the groups at the time of measurement

Variable	EG (n = 23)	CG (n = 26)	t	F ^a
QVAS				11.249*
Baseline	42.39 ± 12.71	35.38 ± 11.80	2.000	
4 Week	21.85 ± 12.48 ^b	32.60 ± 15.19	-2.684*	
8 Week	20.70 ± 14.26 ^b	28.27 ± 16.38	-1.715	
F	34.211*	3.694*		
NPQ				12.542*
Baseline	9.52 ± 3.12	7.54 ± 3.13	2.219*	
4 Week	3.70 ± 2.55 ^b	6.62 ± 3.36	-3.392*	
8 Week	4.43 ± 3.91 ^b	5.96 ± 3.36	-1.470	
F	29.327*	3.448*		
FABQ-W				5.433*
Baseline	14.39 ± 4.35	10.92 ± 5.89	2.320*	
4 Week	10.30 ± 6.87 ^b	12.38 ± 5.90	-1.140	
8 Week	11.13 ± 7.33	9.69 ± 6.34	0.736	
F	4.320*	2.461		
FABQ-Phy				1.066
Baseline	23.74 ± 11.38	21.12 ± 13.35	0.735	
4 Week	19.43 ± 13.46	21.08 ± 13.69	-0.422	
8 Week	17.09 ± 12.73	16.46 ± 13.81	0.164	
F	3.093	2.175		

Values are presented as mean±standard deviation. FABQ, fear-avoidance belief questionnaire; EG, experimental group; CG, control group; QVAS, quadruple visual analogue scale; NPQ, neck pain questionnaire; FABQ-W, fear-avoidance belief questionnaire-work; FABQ-Phy, fear-avoidance belief questionnaire-physio. ^aGroup x time, ^bthere is a significant difference when compared to baseline ($p < 0.05$). * $p < 0.05$.

DISCUSSION

본 연구는 Johnson과 Grindstaff [19] 그리고 Nakamaru 등[4]의 연구에서 제시된 등뼈 자가 가동성 운동을 참고하여 재구성한 운동 중재를 적용하여 만성 목통증환자의 관절가동범위, 기능장애와 통증수준, 목과 상지자세, 심리사회적 요인에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 그 결과 만성 목통증을 가진 대상자에게 소도구를 이용한 등뼈 자가 가동성 운동을 적용한 실험군에서 측정시점 간에 목통증과 기능장애 수준, 관절가동범위, 상지 자세 변화에서 유의하게 개선되었다.

최근 연구에 따르면 목 운동학 및 목통증과 등뼈의 관련성이 강조되고 있다[10-12]. Walser 등[41]도 등뼈 윗분절의 저가동성이 목뼈부의 과도한 움직임 유발하고 이와 관련된 통증을 발생시킨다고 하였다. 이처럼 머리와 목의 바른 정렬을 위해서는 위쪽 등뼈부의 정렬 상태가 빠르게 정렬되어야 한다. 만약 그렇지 못하면 머리와 목 자세에 나쁜 영향을 미치고, 서거나 앉아 있는 자세에서 위 등뼈부의 굽음각이 커지게 되고, 그로 인하여 발생하는 보상작용으로 목과 머리의 위치도 변화하게 된다[17]. 정렬의 차이는 움직임의 기능장애와 관련되며, 움직임의 기능장애는 결과적으로 더 큰 장애로 이어진다고 한다[42]. 예를 들어서 증가된 허리의 펌은 보상작용으로 등뼈 뒤굽음각을 증가시키며 목뼈의 과도한 펌으로 확장된다[43]. Nakamaru 등[4]은 등뼈 자가 가동성 운동 중재 후 실험군과 대조군의 목 굽힘과 펌의 변화 양상에서 유의한 차이가 있었지만 목 돌림에서는 유의한 변화 양상이 나타

나지 않았다. 본 연구에서는 두 군에 측정시점별 목 굽힘 및 펌의 변화 양상은 상호작용이 있었고, 목 왼쪽 돌림, 오른쪽 돌림에서도 변화양상의 상호작용이 있었다. 이처럼 본 연구에서는 실험군에서 모든 각도에서 유의하게 증가하였으며, 개선되는 효과를 볼 수 있었다. 본 연구와 Nakamaru 등[4]의 연구와의 차이점 중 하나는 본 연구는 중재에 대한 평가를 중재 전과 4주 후 그리고 8주 후에 시행하여 측정 변수의 변화 양상을 알아보았고, Nakamaru 등[4]의 연구는 중재 후 즉각적 효과만을 알아본 연구로 중재 효과의 유지 가능성에 대해서는 알 수 없었다는 점이라 할 수 있다.

머리의 자세를 측정한 CVA는 50도 미만인 경우를 병리학적으로 특징지어진다[44]. CVA는 50도보다 감소되는 경우 통증을 동반하는 것으로 보고된 바 있다[30]. 본 연구에서 실험군에서 중재 전(46.13도)과 비교했을 때 4주 후(51.22도)와 8주 후(50.66도)에 측정시점에 따라 유의한 각도 증가를 보였다($p < 0.05$). 또한 실험군에서 8주 후에 다시 측정했을 때 확인한 결과 각도가 유지되는 것을 확인 할 수 있었다. 4주라는 짧은 운동 기간임에도 운동을 통한 자세 변화가 가능한 것으로 미루어 보아 보다 긴 시간을 두고 지속적으로 운동을 한다면 과도한 등뼈 뒤굽음증과 전방머리자세에 도움이 될 것으로 판단된다. Ruivo 등[45]은 전방머리자세를 가진 청소년을 대상으로 한 연구에서 목 및 어깨 부위에 치료적인 운동을 적용하였는데 16주 추적검사 결과 전방어깨각도에서 실험군에서 유의한 차이가 나타났으며, 실험군과 대조군에서도 유의한 차이가 있었다. 본 연구에서도 실험군과 대조군에 측정시점에 따른 유의한 차이가 있었고, 측정시점별 FSA 변화 양상에서 상호작용이 있었다. 이로 미루어보아 전방머리자세에 목운동과 어깨 운동뿐만 아니라 등뼈 자가 가동성 운동도 효과가 있음을 알 수 있다.

Nakamaru 등[4]의 연구에서 테니스 공 2개를 이용한 등뼈 자가 가동성 운동을 적용하였는데, 이는 등뼈의 특정 분절을 표적으로 하여 자가 가동성 운동을 하는데 용이하고 더 효과적일 것이라는 가정 하에 실시하였다. 그 결과 목통증 환자에게 등뼈의 뒤굽음증을 개선하는 것이 목통증을 감소시키는 데 효과가 있었다는 결과를 보였다. Lee 등[46]과 Voss 등[47]도 등뼈 환자를 위한 자가 운동의 중요성이 입증되고 있다고 하였다. 본 연구에서는 실험군에서 통증수준과 기능장애 수준에서는 4주 후, 8주 후에 유의하게 감소하는 효과를 볼 수 있었다. 또한 FABQ-W의 심리학적 특성은 4주 후에는 유의하게 감소하였으나 8주 후에는 유의한 차이가 없었고, FABQ-Phy 특성에서는 모든 시점에서 유의한 차이가 없었다.

본 연구에는 다음과 같은 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 중재기간에 연구에 참여한 대상자들의 환경적인 요인과 개개인에 신체 활동을 완벽하게 고려하지 못하였고, 둘째, 대상자들의 나이가 젊은 성인에게만 국한되어 있었으며, 셋째, 연구대상자들의 수가 크지 않아 모든 목통증 환자들에게 일반화하기에는 한계가 있었다는 점이다. 이후 연구에서는 표본의 수를 증가하여 장기적 추적 관찰을 포함한 연구가 진행되길 바라며 좀 더 다양한 연령층을 대상으로 한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

CONCLUSIONS

본 연구는 등뼈 자가 가동성 운동이 만성 목통증 환자의 통증과 기능 장애 수준, 목뼈의 관절가동범위 및 목과 상지 자세의 변화 그리고 심리사회적 수준에 미치는 영향에 대해 알아보고자 실시하였고, 기본적인 목통증 증재 프로그램 적용과의 비교를 통해 그 유용성을 알아보고자 실시하였다. 만성 목통증 환자 49명을 기본 증재 프로그램에 등뼈 자가 가동성 운동을 추가 적용한 실험군($n = 23$)과 기본 증재 프로그램만 적용한 대조군($n = 26$)에 무작위 배정하였다. 증재는 4주간 실시하였고, 평가는 증재 전과 증재 4주 후 그리고 8주 후에 실시하였고, 통증 수준과 목과 상지의 자세, 목의 기능장애 수준 그리고 심리사회적 특성을 평가하였다. 측정한 자료를 분석한 결과 증재 후에 측정 시점 간에 목의 관절가동범위와 목과 상지의 자세 그리고 통증 수준과 기능장애 수준, 심리사회적 특성(FABQ-W)에 변화 양상은 실험군과 대조군 간에 유의한 차이가 있었고, 실험군이 대조군에 비해 유의한 개선을 보였다.

결론적으로 본 연구는 등뼈 부위에 적용한 자가 가동성 운동이 만성 목통증 환자의 문제 개선에 긍정적인 효과를 주었다는 것을 알았고, 만성 목통증 환자에 물리치료 증재 프로그램에 이러한 등뼈 자가 운동을 함께 적용하는 것을 제안하는 바이다.

CONFLICTS OF INTEREST

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

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization: Su-jin Kim, Suhn-yeop Kim. Data acquisition: Su-jin Kim, Min-ji Lee. Formal analysis: Su-jin Kim, Suhn-yeop Kim. Investigation: Su-jin Kim, Min-ji Lee. Methodology: Su-jin Kim, Suhn-yeop Kim, Min-ji Lee. Project administration: Su-jin Kim, Min-ji Lee. Resources: Su-jin Kim, Suhn-yeop Kim. Software: Su-jin Kim, Suhn-yeop Kim. Supervision: Su-jin Kim, Suhn-yeop Kim. Validation: Suhn-yeop Kim, Min-ji Lee. Visualization: Su-jin Kim, Min-ji Lee. Writing - original draft: Su-jin Kim, Min-ji Lee. Writing - review & editing: Su-jin Kim, Suhn-yeop Kim.

ORCID

Su-jin Kim, <https://orcid.org/0000-0003-3251-6151>

Min-ji Lee, <https://orcid.org/0000-0002-4714-500X>

REFERENCES

1. Wang WT, Olson SL, Campbell AH, Hanten WP, Gleeson PB. Effectiveness of physical therapy for patients with neck pain: an individualized approach using a clinical decision-making algorithm. *Am J Phys Med Rehabil* 2003;82(3):203-18; quiz 219-21.
2. Cleland JA, Flynn TW, Childs JD, Eberhart S. The audible pop from thoracic spine thrust manipulation and its relation to short-term outcomes in patients with neck pain. *J Man Manip Ther* 2007;15(3):143-54.
3. Pernold G, Mortimer M, Wiktorin C, Tornqvist EW, Vingård E. Neck/shoulder disorders in a general population. Natural course and influence of physical exercise: a 5-year follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005;30(13):E363-8.
4. Nakamaru K, Aizawa J, Kawarada K, Uemura Y, Koyama T, Nitta O. Immediate effects of thoracic spine self-mobilization in patients with mechanical neck pain: a randomized controlled trial. *J Bodyw Mov Ther* 2019;23(2):417-24.
5. Côté P, Cassidy JD, Carroll LJ, Kristman V. The annual incidence and course of neck pain in the general population: a population-based cohort study. *Pain* 2004;112(3):267-73.
6. Khedr EM, El Shinawy O, Khedr T, Aziz Ali YA, Awad EM. Assessment of corticodiaphragmatic pathway and pulmonary function in acute ischemic stroke patients. *Eur J Neurol* 2000;7(3):323-30.
7. Martin BI, Deyo RA, Mirza SK, Turner JA, Comstock BA, Hollingworth W, et al. Expenditures and health status among adults with back and neck problems. *JAMA* 2008;299(6):656-64.
8. Visser B, van Dieën JH. Pathophysiology of upper extremity muscle disorders. *J Electromyogr Kinesiol* 2006;16(1):1-16.
9. Neumann DA. Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for physical rehabilitation. St. Louis: Mosby; 2002.
10. Lau KT, Cheung KY, Chan KB, Chan MH, Lo KY, Chiu TT. Relationships between sagittal postures of thoracic and cervical spine, presence of neck pain, neck pain severity and disability. *Man Ther* 2010;15(5):457-62.
11. Quek J, Pua YH, Clark RA, Bryant AL. Effects of thoracic kyphosis and forward head posture on cervical range of motion in older adults. *Man Ther* 2013;18(1):65-71.
12. Tsang SM, Szeto GP, Lee RY. Normal kinematics of the neck: the interplay between the cervical and thoracic spines. *Man*

- Ther 2013;18(5):431-7.
13. **Dunning JR, Cleland JA, Waldrop MA, Arnot CF, Young IA, Turner M, et al.** Upper cervical and upper thoracic thrust manipulation versus nonthrust mobilization in patients with mechanical neck pain: a multicenter randomized clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther* 2012;42(1):5-18.
 14. **Olson KA.** Manual physical therapy of the spine. St. Louis: Elsevier; 2015.
 15. **Murphy DR.** Conservative management of cervical spine syndromes. New York: McGraw-Hill Health Professions Division; 2000.
 16. **Vicenzino B, Collins D, Wright A.** The initial effects of a cervical spine manipulative physiotherapy treatment on the pain and dysfunction of lateral epicondylalgia. *Pain* 1996;68(1):69-74.
 17. **Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, Rodgers MM, Romani WA.** Muscles: testing and function with posture and pain. 5th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
 18. **Edmondston SJ, Singer KP.** Thoracic spine: anatomical and biomechanical considerations for manual therapy. *Man Ther* 1997;2(3):132-43.
 19. **Johnson KD, Grindstaff TL.** Thoracic region self-mobilization: a clinical suggestion. *Int J Sports Phys Ther* 2012;7(2):252-6.
 20. **O'Riordan C, Clifford A, Van De Ven P, Nelson J.** Chronic neck pain and exercise interventions: frequency, intensity, time, and type principle. *Arch Phys Med Rehabil* 2014;95(4):770-83.
 21. **Gross AR, Hoving JL, Haines TA, Goldsmith CH, Kay T, Aker P, et al.** Manipulation and mobilisation for mechanical neck disorders. *Cochrane Database Syst Rev* 2004;(1):CD004249.
 22. **Verhagen AP, Scholten-Peeters GG, van Wijngaarden S, de Bie RA, Bierma-Zeinstra SM.** Conservative treatments for whiplash. *Cochrane Database Syst Rev* 2007;(2):CD003338.
 23. **Sarig-Bahat H.** Evidence for exercise therapy in mechanical neck disorders. *Man Ther* 2003;8(1):10-20.
 24. **Taimela S, Takala EP, Asklöf T, Seppälä K, Parviainen S.** Active treatment of chronic neck pain: a prospective randomized intervention. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000;25(8):1021-7.
 25. **Bekkering GE, Engers AJ, Wensing M, Hendriks HJ, van Tulder MW, Oostendorp RA, et al.** Development of an implementation strategy for physiotherapy guidelines on low back pain. *Aust J Physiother* 2003;49(3):208-14.
 26. **Liebenson C.** Self-treatment of mid-thoracic dysfunction: a key link in the body axis- part 2: treatment. *J Bodyw Mov Ther* 2001;5(3):191-5.
 27. **Song JE, Kim SY, Jang HJ.** A comparison of the effects of self-mobilization and strengthening exercise of the thoracic region in young adults with thoracic hyperkyphosis. *Korean Acad Orthop Man Ther* 2013;19(2):11-8.
 28. **Roehrig SM.** Use of neurodevelopmental treatment techniques in a client with kyphosis: a case report. *Physiother Theory Pract* 2006;22(6):337-43.
 29. **Lin JJ, Yang JL.** Reliability and validity of shoulder tightness measurement in patients with stiff shoulders. *Man Ther* 2006;11(2):146-52.
 30. **Harman K, Hubley-Kozey CL, Butler H.** Effectiveness of an exercise program to improve forward head posture in normal adults: a randomized, controlled 10-week trial. *J Man Manip Ther* 2005;13(3):163-76.
 31. **Werner BC, Holzgrefe RE, Griffin JW, Lyons ML, Cosgrove CT, Hart JM, et al.** Validation of an innovative method of shoulder range-of-motion measurement using a smartphone clinometer application. *J Shoulder Elbow Surg* 2014;23(11):e275-82.
 32. **Cheung Lau HM, Wing Chiu TT, Lam TH.** Clinical measurement of craniovertebral angle by electronic head posture instrument: a test of reliability and validity. *Man Ther* 2009;14(4):363-8.
 33. **Chae YW.** The measurement of forward head posture and pressure pain threshold in neck muscle. *J Korean Phys Ther* 2002;14(1):117-24.
 34. **Kim HY.** The effects of cervicothoracic deloading taping on pain, disability, posture, cervical range of motion, and fear-avoidance beliefs in patients with chronic neck pain. Daejeon, Daejeon University, Master Thesis. 2013.
 35. **Kim BB, Lee JH, Jeong HJ, Cynn HS.** Effects of suboccipital release with craniocervical flexion exercise on craniocervical alignment and extrinsic cervical muscle activity in subjects with forward head posture. *J Electromyogr Kinesiol* 2016;30:31-7.
 36. **Girish V, Vijayalakshmi A.** Affordable image analysis using NIH Image/ImageJ. *Indian J Cancer* 2004;41(1):47.
 37. **Von Korff M, Le Resche L, Dworkin SF.** First onset of common pain symptoms: a prospective study of depression as a risk factor. *Pain* 1993;55(2):251-8.
 38. **Lee KW, Seo HD, Jung KS, Kim SH, Chung YJ.** Reliability and validity of Korean version Northwick Park neck pain questionnaire in neck pain patients. *Phys Ther Korea* 2010;17(3):68-76.

39. **Waddell G, Newton M, Henderson I, Somerville D, Main CJ.** A Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire (FABQ) and the role of fear-avoidance beliefs in chronic low back pain and disability. *Pain* 1993;52(2):157-68.
40. **Joo MK, Kim TY, Kim JT, Kim SY.** Reliability and validity of the Korean version of the fear-avoidance beliefs questionnaire. *Phys Ther Korea* 2009;16(2):24-30.
41. **Walser RF, Meserve BB, Boucher TR.** The effectiveness of thoracic spine manipulation for the management of musculoskeletal conditions: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *J Man Manip Ther* 2009;17(4):237-46.
42. **Sahrmann SA.** Does postural assessment contribute to patient care? *J Orthop Sports Phys Ther* 2002;32(8):376-9.
43. **Porterfield JA, DeRosa C.** Mechanical neck pain: perspectives in functional anatomy. Philadelphia: Saunders; 1995.
44. **Sheikhhoseini R, Shahrbanian S, Sayyadi P, O'Sullivan K.** Effectiveness of therapeutic exercise on forward head posture: a systematic review and meta-analysis. *J Manipulative Physiol Ther* 2018;41(6):530-9.
45. **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.
46. **Lee K, Swanson N, Sauter S, Wickstrom R, Waikar A, Mangum M.** A review of physical exercises recommended for VDT operators. *Appl Ergon* 1992;23(6):387-408.
47. **Voss DE, Ionta MK, Myers BJ.** Proprioceptive neuromuscular facilitation patterns and techniques. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins; 1985.