

동작관찰을 이용한 깊은 목 굽힘근 운동이 통증과 기능에 미치는 효과: 만성 목 통증 환자

박근홍, 김은비, 송현승

첨단우암병원 재활센터

The Effect of Action Observation with Deep Neck Flexors Muscle Strengthening Exercise on Pain and Function: Patients with Chronic Neck Pain

Gun-hong Park, Eun-bi Kim, Hyun-seung Song

Dept. of Physical Therapy, Chumdan Wooam Hospital Rehabilitation Center

Key Words:

Action observation, Deep neck Flexors strengthening exercise, Chronic neck pain.

ABSTRACT

Background: The purpose of this study was to effect of action observation with deep neck flexors strengthening exercise on pain and function in patients with chronic neck pain. **Methods:** Thirty patients with chronic neck pain were randomly action observation with deep neck flexors strengthening exercise group (AOT group; n=15) and deep neck flexors strengthening exercise group (FSE group; n=15). The intervention was applied for 50 minutes a day, 5 times a week for a total of 4 weeks. The intervention effect were evaluated before and after the intervention. visual analogue scale (VAS), pressure pain threshold (PPT), and Korea neck disability index (KNDI). **Results:** As a result of comparing within group, AOT group showed pre and post test, VAS ($p<.01$), PPT ($p<.01$), KNDI ($p<.01$) and FSE group VAS ($p<.01$), PPT ($p<.05$), KNDI ($p<.01$) significantly. In the comparison between the two groups, AOT group than FSE group in VAS, PPT and KNDI significantly ($p<.05$). **Conclusion:** Action observation with deep neck flexors strengthening exercise were founded to effective in reducing pain and improving function in patients with chronic neck pain. It is suggested as basic data of clinical intervention.

I. 서론

목은 평소 습관적인 자세나 갑작스런 근 수축 등의 원인으로 미세 손상이 축적되고, 평소 사용하지 않는 근육이 위축으로 진행되어 역학적 기능 감소와 만성통증을 유발한다(Boyd-Clark, 2002)고 알려져 있다. 목통증을 호소하는 환자들의 70%가 목빗근, 등세모근, 깊은 근력과 지구력이 감소되어 있다(Chiu 등, 2005).

목 통증을 가진 환자를 대상으로 목의 표면에 위치한 근육과 깊은에 위치한 근육의 활성화를 비교한 결과 심부에 위치한 긴목근과 긴머리근이 표면에 위치한 목빗근과 앞목갈비근 보다 덜 활성화되었다고 보고하였다

(Rubini 등, 2007). 따라서 깊은 목 굽힘근의 정상적인 근력 유지는 목의 자세조절과 안정화를 위해 필수적이다(Sterling 등, 2003).

깊은 목 굽힘근 강화운동은 목통증을 감소시키고, 목과 어깨의 바른 자세를 유지하도록 하며, 목의 표면근보다 목의 깊은근에 초점을 맞춘 운동이다(Szeto 등, 2002). 선행 연구들에서도 깊은 목 굽힘근의 기능적 역할과 목통증 환자를 대상으로 한 깊은 목 굽힘근 운동의 다양한 연구 결과들을 보고하였다(Nemmers, 2009).

Chiu 등(2005)은 목통증을 가진 환자들에게 깊은목굽힘근 운동을 실시한 결과 운동을 하지 않은 환자에 비해 통증이 감소하였다고 보고한 바 있으며, Jull 등(2005)은 깊은목굽힘근 운동을 포함한 재활프로그램을 환자에게 적용한 결과 두통이 감소하였다고 보고하였다. 그 외 만성 목통증의 감소와 목의 올바른 자세에

교신저자: 송현승(첨단우암병원, songhyunseung@gmail.com)
 논문접수일: 2017.06.18, 논문수정일: 2017.06.29,
 게재확정일: 2017.06.30.

미치는 영향을 보고한 연구 결과들이 있다(Wells, 2009; Falla 등, 2007).

목 통증 관련 운동 대부분이 직접적인 운동방법을 제시해 학습하는 방법을 선택하고 있으며 이에 대한 효과는 이미 밝혀져 있다(최영준, 2007; 윤정호, 1998). 최근 직접적인 운동 학습에 더 큰 효과를 이끌어 내기 위한 방법으로 바이오피드백, 상상운동, 동작관찰훈련, 시각정보제공 등을 병행하는 운동학습 방법이 움직임과 기능적 활동의 정확성과 숙련도가 증가하여 운동학습의 효과가 향상됨을 확인하였다(김태호 등, 2009).

이중 동작관찰 훈련(action observation training)은 수행하고자 하는 동작과 행동을 관찰하고 반복적으로 모방하여 연습함으로써 동작 관찰 시에도 실제 동작을 했을 때와 유사한 특정 운동 영역이 활성화되는 것을 말한다(Urgesi 등, 2006). 이는 동작에 대한 이해, 모방 학습(imitation learning), 운동 학습(motor learning), 운동 기억의 형태(motor memory formation)와 같은 인지적인 상호작용 과정을 포함한다(Iacoboni, 2005). 기존의 운동 기억을 도출하기 위해서 동작 관찰과 반복적인 신체 연습을 결합하면 기존의 운동 기억과 더불어 새로운 운동 기억을 형성하고 촉진한다고 하였다(Stefan 등, 2005). 노인들을 대상으로 한 연구에서는 움직임 훈련과 동작 관찰을 결합했을 때 새로운 운동 기억이 형성됨을 확인하였다(Classen 등, 1998).

동작 관찰훈련이 스포츠 분야와 재활분야에 유용한 방법으로 제안하고 있으며(Page 등, 2001), 국내에서는 신경계 분야에서 활발히 진행되고 있으나 근골격계 분야에서는 영등관절 골절 및 무릎관절 치환술 환자의 일상생활 개선(Bellelli 등, 2010), 자세교육을 통한 머리 전방자세 변화를 확인한 연구(손명주, 2012)로 부족한 실정이다.

이에 본 연구에서는 동작관찰 후 신체훈련 중재를 통해 만성 목 통증 환자들의 통증과 기능 변화에 미치는 영향을 확인하고 임상 중재 방법의 기초자료를 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 2017년 2월 23일부터 2017년 5월 22일까지 광역시에 위치한 C병원 환자 30명을 대상으로 진행하였다. 연구 취지와 목적에 대한 설명을 듣고 자발적으로 참여한 대상자를 대상으로 하였다.

대상자의 선정조건은 먼저, 목통증을 가지고 있는

자; 둘째, 한국판 목 기능장애지수(Korea neck disability index)가 18점 미만으로 근력강화운동으로 증상이 심해 지지 않는 자; 셋째, 최근 3개월 이상 지속적인 목통증이 있는 자; 넷째, 신경외과 수술을 받지 않은 자로 하였다. 참여한 대상자는 제비뽑기를 이용해 무작위로 동작관찰 운동군, 일반 운동군으로 배정하였다.

2. 실험 절차

동작관찰 신체운동군은 깊은 목 강화 운동에 대한 동작, 자세, 시행방법에 대한 5분 분량의 동영상을 관찰한 후 자가로 깊은 목 강화운동을 실시하였다. 동영상 구성은 바로누운자세에서 전면과 측면에서 촬영한 동영상을 사용하였다.

굽힘근 강화 운동군은 깊은 목 강화 운동에 대한 동작, 자세, 시행방법에 대한 사진이 포함된 유인물을 숙지 한 후 자가로 깊은 목 강화운동을 실시하였다.

평가는 실험 시작 전과 중재 5주 동일한 평가자가 시행하였으며 중재는 두군 모두 1일 50분, 주 5회, 총 4주간 실시하였다.

1) 깊은 목 굽힘근 강화 운동

깊은 목 굽힘근 강화운동은 압력 센서(Pressure bio-feedback device, Chattanooga group, 미국)를 이용하였다(Fig 1). 압력 센서는 뒤통수 밑에 위치해 목 뒤에 위치시켜 센서의 다이얼로 얻어지는 시각적 피드백을 이용하여 목뼈 전만의 편평해짐을 확인하고, 목빗근과 앞목갈비근 이완을 유지하면서 머리뼈 목 굽힘을 시행하였다(김진영, 2015).

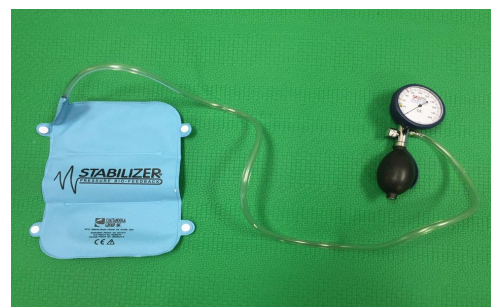


Fig 1. Bio-feedback device

압력센서는 20mmHg로 설정하고 주머니를 서서히 압력을 가한 상태에서 치료사는 대상자의 목빗근과 앞목갈비근을 손가락으로 촉지 하였다. 대상자는 뒷머리가 바닥에서 들리지 않도록 치료사는 지속적으로 확인하였다.

30mmHg까지 2mmHg씩 부드럽고 천천히 압력을 높여 유지하였으며, 유지시간은 10초, 10회 반복 시켰으며 수축과 수축 사이에 15초간 휴식을 실시하였다(Fig 2).

3. 측정도구 및 방법

1) 통증수준

전반적인 통증수준을 알아보기 위해 시각적상사척도(visual analogue scale; VAS)를 사용하였다. VAS는 현재 통증의 정도를 시각적 형태로 나타내는 측정 방법으로 현재 자신이 느끼는 통증을 어느 정도 수준인지 측정하는 방법이다. 통증 없음 0점에서 매우 극심한 통증 10점으로 되어 있다(Machado 등, 2007).



Fig 2. Deep cervical flexors strengthening exercise (a: anterior, b: side)

2) 압통역치

압통 역치(pressure pain threshold; PPT)를 알아보기 위해 압력 통각계(pressure algometer, Baseline, USA)를 사용하였다(Fig 3). 본 연구에서는 PPT 값은 상부 승모근의 좌측과 우측 부위 중 대상자가 통증이 더 심한 부위를 측정하였다(Simons 등, 1999). 본 연구에서는 3회 측정하여 평균값을 사용하였다.



Fig 3. Pressure algometer

3) 목 기능장애

목의 기능장애 수준을 알아보기 위해 한국판 목 장애지수(Korea neck disability index; KNDI)를 사용하였다. KNDI는 목 통증과 기능장애의 평가도구로 통증강도, 개인적 관리, 들기, 책 읽기, 두통, 집중력, 일하기, 운전하기, 수면, 여가활동 등 10개의 항목에 대하여 0점(장애 없음)에서 5점(완전한 손상)까지 평가할 수 있다. 평가의 기준은 5~14점은 경미한 손상, 15~24점은 중등도의 손상, 25~34점은 심한 손상, 35점 이상은 완전한 손상 상태를 나타낸다(Vernon, 1991). 본 연구에서는 환자가 직접 작성한 결과값을 사용하였다.

5. 분석방법

본 연구를 통해 수집한 자료값에 대한 분석은 원도우용 SPSS version 18.0을 사용하였다. 대상자들의 일반적인 특징은 기술통계를 사용하였고, 일반적 특성에 대한 군 간 비교는 독립표본 T-검정(independent t-test)을 사용하였다. 군 내 중재 전후 차이는 대응표본 T-검정(paired t-test)을, 군 간 차이를 알아보기 위해 독립표본 T-검정을 사용하였다. 통계학적 유의수준 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

III. 결 과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다. 일반적 특성은 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p>.05$).

Table 1. General characteristics of subjects

Characteristic	AOT Group (n=15)	FSE Group (n=15)	p
Gender (male/female)	7/8	8/7	.397
Age (yrs)	46.74±4.18 ^a	45.36±5.07	.416
Height (cm)	164.28±6.78	166.39±4.31	.121
Weight (kg)	67.76±7.72	69.17±4.52	.227
Duration	4.71±2.29	4.27±2.09	.859

^aMean±SD, AOT group: action observation training+deep cervical flexor strengthening exercise, FSE group: deep cervical flexor strengthening exercise

2. 통증수준의 변화 비교

VAS를 이용한 통증 수준의 변화에서 동작관찰 신체 운동군과 굽힘근 강화 운동군 모두 중재 전 유의한 차이가 없었으나 군 내 중재 전과 후 비교에서 유의한 감소가 있었다($p < .01$)(Table 2). 두 군간 비교에서는 중재 후 동작관찰 신체운동군이 굽힘근 강화 운동군 보다 유의하게 감소되었다($p < .01$)(Table 2).

3. 압통 역치의 변화 비교

압력통각계를 이용한 압통 역치 변화에서는 동작관찰 신체운동군과 굽힘근 강화 운동군 모두 중재 전 유의한 차이가 없었으나 군 내 중재 전과 후 비교에서 유의한 향상이 있었다($p < .05$)(Table 2). 두 군간 비교에서는 중재 후 동작관찰 신체운동군이 굽힘근 강화 운동군 보다 유의하게 향상되었다($p < .05$)(Table 2).

Table 2. Comparison of pain at between and within groups

	AOT Group (n=15)	FSE Group (n=15)	t ^a
VAS (score)			
Pre-test	7.53±1.89 ^c	8.27±1.76	-1.104
Post-test	5.13±1.19	7.33±1.59	-4.296*
t ^b	6.620**	3.287**	
PPT (kg/cm ²)			
Pre-test	13.59±1.35	13.75±1.50	-.282
Post-test	17.76±.88	16.54±1.71	2.241*
t ^b	-12.546**	-7.323*	

^aIndependent t-test, ^bpaired t-test, ^cMean±SD, * $p < .05$, ** $p < .01$, AOT group: action observation training+deep cervical flexor strengthening exercise, FSE group: deep cervical flexor strengthening exercise, VAS: visual analogue scale, PPT: pressure pain threshold

4. 목 기능장애 수준의 변화 비교

한국판 목 기능장애지수를 이용한 기능장애 수준 변화에서는 동작관찰 신체운동군과 굽힘근 강화 운동군 모두 중재 전 유의한 차이가 없었으나 군 내 중재 전과 후 비교에서 유의하게 감소되었다($p < .01$)(Table 3). 두 군간 비교에서는 중재 후 동작관찰 신체운동군이 굽힘근 강화 운동군 보다 유의하게 감소되었다($p < .05$)(Table 3).

IV. 고찰

본 연구는 만성 목통증 환자를 대상으로 동작관찰을 이용한 깊은 목 굽힘근 강화운동과 깊은 목 굽힘근 강화 운동을 4주간 적용하고 목통증과 기능수준 변화에 미치는 효과를 알아보려고 진행하였다. 그 결과 VAS PPT, 기능장애 수준에서 두군 모두 중재 전과 후 비교에서 유의한 향상이 있었고 동작관찰 신체운동군이 굽힘근 강화 운동군보다 중재 후 유의한 변화가 있었다.

Table 3. Comparison of Korea neck disability index at between and within groups

	AOT Group (n=15)	FSE Group (n=15)	t ^a
KNDI			
Pre-test	13.60±2.23 ^c	13.47±2.26	-1.056
Post-test	10.27±2.49	11.00±2.10	-2.058*
t ^b	5.356**	6.154**	

^aIndependent t-test, ^bpaired t-test, ^cMean(score)±SD, * $p < .05$, ** $p < .01$, AOT group: action observation training+deep cervical flexor strengthening exercise, FSE group: deep cervical flexor strengthening exercise, KNDI: Korea neck disability index

현재까지 만성 목통증에 대한 치료는 보존적 치료를 시행하거나 목 주변 근력 강화운동 및 신장운동을 주로 적용하고 있으며, 그에 대한 효과를 여러 선행연구에서 검증하였다. 그러나 일시적인 증상 감소와 기능 개선만을 제공할 뿐 만성 목통증을 가진 환자들에게 실질적인 효과는 미미한 것으로 알려져 있다(김성호 등, 2010; 허진강과 양영애, 2006). 목통증에 대한 여러 연구들(Nemmers, 2009; Chiu 등, 2005; Falla 등, 2004; Sterling 등, 2003)에서는 깊은 목 굽힘근 강화 운동이 목과 어깨의 자세 개선과 통증이 개선됨을 보고하고 있다. 목통증 환자를 대상으로 물리치료, 신장운동, 깊은 목안정화 운동을 적용하여 추적조사 한 결과 심부 목안정화 운동군에서 통증과 기능장애 지수가 개선됨을 확인하였다(Dusunceli 등, 2009). 그리고 다양한 직업군을 대상으로 깊은 목굽힘근 운동의 통증 감소와 기능 향상을 보고한 선행 연구들이 있었다(김재철 등, 2007; Falla, 2004).

Jull 등(2004)은 깊은 목 굽힘근 운동과 목 근력 강화 운동을 적용하여 목 장애지수와 통증 개선, Chiu (2005)는 목통증 환자를 대상으로 깊은 목굽힘근 강화 운동을 6주간 실시한 결과 목 장애지수에서 유의한 감소를 보고한 연구 결과와 유사하였다. 본 연구에서 적용한 깊은 목굽힘근 운동은 표면근이 아닌 목의 깊은근

의 활성화와 바른 자세를 유도하는 저부하의 운동방법으로(Rubini 등, 2007), 목이 아닌 머리를 굽히는 것으로 표면 근육인 목빗근과 앞목갈비근의 활동보다는 깊은 긴목근과 긴머리근을 활성화 시켜서 목의 정상 자세 정렬을 회복시킴으로써(Jull 등, 2005) 두 군 모두 통증 감소에 유의한 효과가 있었던 것으로 생각된다.

의미 있는 결과는 깊은 목 굽힘근 강화운동군 보다 동작관찰을 적용한 후 깊은 목 굽힘근 강화운동 적용군에서 더 유의한 감소가 있었던 것은 시각과 청각을 동시에 자극해 대상자의 이해력과 집중력이 부족한 경우 더 나은 학습능력을 이끌어내(Weinberg와 Gould, 2014) 유의한 차이가 있었던 것으로 생각된다. 또한 단순한 동작보다는 목표 지향적 동작을 관찰하고, 흉내만 내는 것이 아니라 물체와 직접적으로 관련된 동작을 관찰하고, 사진으로 제공되는 동작 보다는 움직임이 보이는 영상으로 관찰 하였을 때 더욱 활성화 된다는 Fogassi 등(2005)의 연구 결과와 같았다. 김선진(2000)은 운동 수행에 중요한 시각 정보는 지각능력에 직접적인 영향을 준다고 하였다. 이는 동작관찰을 이용해 깊은 목 굽힘근 강화 운동 적용이 Ashford 등(2006)은 익숙하지 않은 협응 패턴을 적응시키기 위한 움직임의 정보를 제공하는 것은 운동학습에 도움이 된다는 주장을 지지한다.

따라서 단순한 운동을 제시하는 게 아니라 운동 학습에 기초해 실질적인 변화를 줄 수 있는 동작관찰과 신체훈련을 병행한 중재가 만성 목 통증 환자들의 통증과 기능 변화에 긍정적인 효과가 있으며 임상 중재 방법의 기초자료로 의의가 있다고 생각된다. 본 연구의 제한점으로는 전체 만성 목통증 환자들에게 일반화 하기는 어려우며, 중재의 효과를 확인하였으나 추적조사가 이루어지지 못해 더 많은 대상자를 모집해 장기 추적 조사가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구는 만성 목통증 환자를 대상으로 동작관찰을 이용한 깊은 목 굽힘근 강화운동과 깊은 목 굽힘근 강화 운동을 4주간 적용하여 VAS PPT, 기능장애 수준에서 두군 모두 중재 전과 후 비교에서 유의한 향상이 있었고 동작관찰 신체운동군이 굽힘근 강화 운동군 보다 중재 후 유의한 변화가 있었다.

이를 통해 동작관찰을 이용한 깊은 목 굽힘근 강화 운동이 만성 목통증 환자의 통증 감소와 기능 개선에 효과가 있음을 확인하였고 임상 중재 방법의 기초자료로서 의미가 있다고 생각된다.

참고문헌

- 김태호, 박상범, 하준호. 골프퍼팅에 대한 운동심상과 활동관찰시의 뇌 활성화 패턴 차이. 한국체육학회, 2009;48(3):157-165.
- 김선진, 운동학습과 제어. 서울. 대한미디어. 2000
- 김성호, 권봉안, 이완희. 경부안정화 운동이 민간 경비원의 목통증, 경부장애지수, 관절가동범위에 미치는 효과. 한국경호경비학회지. 2010;25:89-107.
- 김진영. 깊은목굽힘근 강화운동이 만성 목통증 환자의 목-어깨각도, 장애지수 및 통증에 미치는 영향. 대한정형도수물리치료학회. 2015;21(2):33-37.
- 김재철, 이충휘, 권오윤 등. 경부 통증 유무에 따른 심부 경부 굴곡근의 근력과 지구력 비교. 대한인간공학학회지. 2007;26(4):25-31.
- 손명주. 동작관찰훈련을 통한 자세교육이 머리전방자세와 등근어깨자세에 미치는 영향. 한서대학교 대학원. 석사학위논문. 2012.
- 윤정호. McKenzie 운동요법이 만성 경부통 환자의 머리, 어깨 자세에 미치는 영향. 한국체육대학교. 석사학위논문. 1998.
- 최영준. 경흉부 신장 및 근력강화 운동이 머리전방자세에 미치는 영향. 고려대학교 의용과학대학원. 석사학위논문. 2007.
- 허진강, 양영애. 만성 목 통증 환자의 인간공학 배개 효과. 대한인간공학학회지. 2006;25(1):17-25.
- Ashford D, Bennett SJ, Davids K. Observational modeling effects for movement dynamics and movement outcome measures across differing task constraints: A meta-analysis. J Motor Behav. 2006;38(3):185-205.
- Bellelli G, Buccino G, Bernardini B, et al. Action observation treatment improves recovery of postsurgical orthopedic patients: Evidence for a top-down effect? Arch Phys Med Rehabil. 2010;91(10):1489-1494.
- Boyd-Clark LC, Briqqs CA, Galea MP. Muscle spindle distribution, morphology, and density in longuscolli and multifidus muscles of the cervical spine. Spine. 2002;27:694-701.
- Chiu TT, Lam TH, Hedley AJ. A randomized

- controlled trial on the efficacy of exercise for patients with chronic neck pain. *Spine*. 2005;30(1):E1-E7.
- Classen J, Liepert J, Wise SP, et al. Rapid plasticity of human cortical movement representation induced by practice. *J Neurophysiol*. 1998;79(2):1117-1123.
- Dusunceli Y, Ozturk C, Atamaz F, et al. Efficacy of neck stabilization exercises for neck pain: A randomized controlled study. *J Rehabil Med*. 2009;41:626-631.
- Falla D, Jull G, Hodges PW. Patients with neck pain demonstrate reduced electromyographic activity of the deep cervical flexor muscles during performance of the craniocervical flexion test. *Spine*. 2004;23:2108-2114.
- Falla D, Jull G, Russell T, et al. Effect of neck exercise on sitting posture in patients with chronic neck pain. *Phys Ther*. 2007;87:408-417.
- Fogassi L, Ferrari PF, Gesierich B, et al. Parietal lobe: From action organization to intention understanding. *Science*. 2005;308(5722):662.
- Iacoboni M. Neural mechanisms of imitation. *Curr Opin Neurobiol*. 2005;15(6):632-637.
- Jull G, Falla D, Vicenzino B, et al. The effect of therapeutic exercise on activation of the deep cervical flexor muscles in people with chronic neck pain. *Man Ther*. 2009;14:696-701.
- Jull G, Falla D, Hodges P, et al. Cervical flexor muscle retraining: Physiological mechanisms of efficacy. Paper presented at: 2nd International Conference on Movement Dysfunction. 2005; 23-25.
- Jull G, Kristjansson E, Dall'alba P. Impairment in the cervical flexors: A comparison of whiplash and insidious onset neck pain patients. *Man Ther*. 2004;9:89-94.
- Machado LA, Azevedo DC, Capanema MB, et al. Client-centered therapy vs exercise therapy for chronic low back pain: A pilot randomized controlled trial in Brazil. *Pain Med*. 2007;8(3):251-258.
- Nemmers TM, Miller JW, Hartman MD. Variability of the forward head posture in healthy community-dwelling older women. *J Geriatr Phys Ther*. 2009;32:10-14.
- Page SJ, Levine P, Sisto S, et al. A Randomized Efficacy and Feasibility Study of Imagery in Acute Stroke. *Clin Rehabil*. 2001;15(3):233-240.
- Rubini EC, Costa AL, Gomes PS. The effects of stretching on strength performance. *Sports Med*. 2007;37:213-224.
- Simons DG, Travell JG, Simons LS. *Travell & Simons' Myofascial Pain And Dysfunction: Upper Half Of Body*. Lippincott Williams & Wilkins. 1999.
- Sterling M, Jull G, Vicenzino B, et al. Development of motor system dysfunction following whiplash injury. *Pain*. 2003;103:65-73.
- Stefan K, Cohen LG, Duque J, et al. Formation of a motor memory by action observation. *J Neurosci*. 2005;25(41):9339-9346.
- Szeto GPY, Straker L, Raine S. A field comparison of neck and shoulder postures in symptomatic and asymptomatic office worker. *Appl Ergon*. 2002;33:75-84.
- Vernon H, Mior S. The neck disability index: A study of reliability and validity. *J Manipulative Physiol Ther*. 1991;14:409-415.
- Urgesi C, Candidi M, Fabbro F, et al. Motor facilitation during action observation: topographic mapping of the target muscle and influence of the onlooker's posture. *Eur J Neurosci*. 2006;23(9):2522-2530.
- Wells R. Why have we not solved the MSD problem. *Work*. 2009;34:117-121.
- Weinberg RS, Gould D. *Foundations of Sport and Exercise Psychology*, 6E. Human Kinetics. 2014;308-311.