

Original Article

Open Access

## 신경가동술과 관절가동술이 경추 신경근병증 환자의 기능장애, 통증, 관절가동범위에 미치는 영향

한지훈 · 송창호<sup>†</sup>

삼육대학교 물리치료학과

### The Effects of Neural Mobilization with Joint Mobilization on Dysfunction, Pain, and Range of Motion in Cervical Radiculopathy Patients

Ji-Hun Han, P.T., M.S. · Chang-Ho Song, P.T., Ph.D.<sup>†</sup>

*Department of Physical Therapy, Sahmyook University*

Received: November 12, 2021 / Revised: November 23, 2021 / Accepted: November 23, 2021

© 2021 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

#### | Abstract |

**Purpose:** The study aimed to investigate the effects of neural mobilization with joint mobilization on dysfunction, pain, and range of motion in cervical radiculopathy patients.

**Methods:** Forty-seven cervical radiculopathy patients were recruited for the study. The subjects were randomly allocated to three groups. Group A (n=16) received a neural mobilization with joint mobilization, Group B (n=15) received a neural mobilization (NM), Group C (n=16) received a joint mobilization (JM). All groups had five sets for a day, three days a week, for four weeks. All subjects were evaluated before and after intervention by their neck disability index (NDI), numeric pain rating scale (NPRS), and range of motion (ROM).

**Results:** The results were as follows: First, the NDI was significantly decreased in all groups ( $p<0.05$ ). Group A had more significantly decreased NDI than Group B and C ( $p<0.05$ ). Secondly, the NPRS was significantly decreased in all groups ( $p<0.05$ ). Group A had more significantly decreased cervical NPRS than Group B ( $p<0.05$ ). Groups A and B were more effective at decreasing upper extremity NPRS than Group C ( $p<0.05$ ). Thirdly, the ROM was significantly increased in all the groups ( $p<0.05$ ). Group A had more significantly improved cervical rotation ROM than Group B ( $p<0.05$ ). Significant short-term effects of the NM with JM on dysfunction, pain, and range of motion in cervical radiculopathy patients were recorded in this study.

**Conclusion:** These findings gave some indications that it may be feasible to include NM with JM in interventions with cervical radiculopathy patients.

<sup>†</sup>Corresponding Author : Chang-Ho Song (chsong@syu.ackr)

**Key Words:** Manual therapy, Neck pain, Radiculopathy, Range of motion

## I. 서론

경부 통증은 현대인들의 근골격계 질환 중 가장 흔하게 일어나는 문제로(Vernon et al., 2007), 30~50%의 사람들이 연간 한번은 경험하는 근골격계 질환이다(Carroll et al., 2008). 경부 통증은 일반적으로 경부 근육, 관절, 디스크, 그리고 경추 신경근 문제로 발생한다(Côté et al., 2008; Hogg-Johnson et al., 2008). 이러한 경부 통증의 여러 가지 원인 중 경추 신경근의 병리학 적 문제로 발생하는 경추 신경근병증은 만성 경부 통증과 장애로 이어질 수 있다. 또한 일반적인 경부 통증보다 발병률은 적으나 더 심한 통증과 장애를 초래할 수 있다(Eubanks, 2010; Kuijper et al., 2009; Rubinstein et al., 2007). 경추 신경근병증은 주로 골증식증, 척추증, 경추 디스크 탈출과 같은 병변으로 발생한다. 그 중 경추 디스크 탈출의 경우 경추 6, 7번 신경근이 전체 경추 신경근병증의 85%를 차지한다(Cleland et al., 2005; Waldrop, 2006). 경추 신경근병증의 통증은 경추 신경근 주위의 압박과 염증이 근본적인 원인으로(Beneciuk et al., 2009), 이러한 원인들이 신경의 탄력성 감소 및 미끄러짐 기능 감소, 신경 부종, 섬유화, 저산소증의 문제를 일으키며 통증을 유발한다고 보고되었다(Nee & Butler, 2006). 전형적인 증상으로는 경부와 견갑골 부위 및 상지 통증과 경부 관절가동범위 제한이 나타난다. 또한 신경근 지배 영역의 반사 소실과 감각 이상, 근력 약화 등으로 인한 기능 장애로 장기간의 활동 제한이나 사회생활 복귀에 어려움을 겪을 수 있다(Abbed & Coumans, 2007; Bogduk, 2003; Cleland et al., 2005; Waldrop, 2006). 경추 신경근병증의 치료는 수술적 치료법과 보존적 치료법으로 나누어진다. 환자의 증상이 장기간 지속되거나 영상 의학적으로 수술이 필요하다고 판단되는 경우 수술적 방법을 생각할 수 있다(Carette & Fehlings, 2005). 하지만 아직까지 수술적 치료법은 보존적 치료법에 비해 크게

장점이 나타나지 않았다(Van Middelkoop et al., 2013). 또한 장기적인 효과를 비교하였을 때도 보존적 치료법보다 더 나은 효과가 밝혀지지 않았다(Carragee et al., 2009; Hurwitz et al., 2009; Nikolaidis et al., 2010). 이에 현재 치료 후유증이 적은 보존적 치료법에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다(Eubanks, 2010; Fritz et al., 2014). 경추 신경근병증의 보존적 치료법으로는 운동치료, 도수치료, 견인치료, 한랭요법, 마사지 기법, 약물 치료, 그리고 경추 보호대가 있다(Cleland et al., 2007; Cleland et al., 2005; Costello, 2008; Waldrop, 2006). 이러한 보존적 치료법 중 경추 신경근의 변화된 조직을 회복시키고 장애와 통증을 줄이는데 도수치료 접근방법이 효과적이라는 연구가 보고되었다(Anandkumar, 2015; Boyles et al., 2011; Savva & Giakas, 2013). 경추 신경근병증 환자에게 적용되는 도수 치료 기법으로 크게 신경가동술과 관절가동술이 있다. 신경가동술은 신경의 기계적 감수성을 감소시켜 신경 유착을 줄여주고 신경 활주를 촉진하여 정상적인 신경근 구조와 기능을 회복시키는데 광범위하게 사용된다(Coppieters & Butler, 2008). 이는 신경의 유연성과 혈류의 흐름을 향상시켜 통증을 완화시키고, 이로 인하여 관절가동범위가 증가되어 신체를 움직이는데 도움이 되는 것으로 보고되었다(Ellis & Hing, 2008). Anandkumar (2015)의 단일 연구에서 경추 신경근병증 환자를 대상으로 SNAG (sustained natural apophyseal glide) 기법과 신경가동술을 동시에 적용하였을 경우 즉각적인 통증 감소와 경부 기능장애의 개선을 보고하였고, Savva와 Giakas (2013)의 단일 연구에서는 경추 신경근병증 환자에게 도수 견인과 신경가동술을 동시에 적용하였을 경우 경부·상지의 통증 감소와 경부 기능 장애가 개선되었다는 연구를 보고 하였다. 관절가동술은 움직임 제한이나 통증이 있을 경우 관절의 정상적인 움직임을 회복시키기 위하여 관절면에 수동적 견인과 활주 동작을 적용하는 기법이다(Loew

et al., 2005). 일반적으로 경부 통증이 있는 환자들에게 사용되는 임상적 도수치료 기법으로, 직접적인 관절 가동술은 경부 장애를 가진 환자에게 효과적인 치료 방법이 될 수 있다(Sandow, 2011). Cleland 등(2005)은 경추 신경근병증 환자에게 경추, 흉추 관절가동술과 기계적 경추 견인, 근력 강화 운동을 병행하였을 경우 경부 통증 감소와 경부 기능장애의 개선을 보고 하였다. Ragonese (2009)는 경추 신경근병증 환자에게 경추, 흉추 관절가동술과 신경가동술을 이용한 도수치료와 경추 심부근, 승모근, 전거근을 강화하는 운동 치료를 병행하는 것이 경추 신경근병증 환자의 경부 통증 감소와 경부 기능 장애를 개선시킨다고 보고 하였다. 경추 신경근병증 치료에 대한 선행 연구에서는 증상을 일으킬 수 있는 다양한 병변을 분류하지 않고 연구를 진행한 경우가 대부분이었다. 또한 다른 도수 치료 기법을 같이 적용하여 각각의 도수 치료 기법에 따른 효과를 알아보는데 어려움이 있었고, 신경가동술을 적용한 연구는 단일 사례 연구가 대부분으로 실험 연구를 통한 효과검증이 필요하다고 하였다. 따라서 본 연구의 목적은 경추 6, 7번 디스크 탈출로 인한 경추 신경근병증 환자에게 신경가동술과 관절가동술이 환자의 기능 장애, 통증, 관절가동범위에 미치는 효과를 확인하고, 신경가동술과 관절 가동술을 병행하였을 때 치료 효과를 알아보고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 서울시 소재의 W 병원에 내원한 환자 중 신경 외과 전문의에게 경추 신경근병증 진단을 받은 환자를 대상으로 하였다. 선정 기준으로 나이가 18세에서 65세 이내인 자, 자기 공명 영상 검사로 경추 6, 7번 디스크 탈출로 인한 신경 압박이 있는 자, 한쪽 상지의 통증, 감각 이상이나 저림감이 있는 자, 임상 진단 검사 중 총 4가지 검사 중 3가지 이상이 양성인 경우(spurling 검사, 견인 검사, 상지 긴장 검사, 환측

방향으로 경추 회전 60° 이하)를 대상으로 하였다. 제외 대상으로는 경추, 흉추 수술 병력이 있는 자, 양측 상지의 통증이 있는 자, 경추와 상지의 골절, 류마티스 관절염, 골다공증, 악성 신생물, 혈관성 질환, 상위 운동 신경의 병변, 최근 4주간 경추 주사 치료를 받은 자, 스테로이드성 항염증 약물을 복용하는 자, 설문지 내용을 이해하지 못하는 정신과적 문제가 있는 자는 제외하였다. 모든 대상자에게 본 연구의 목적과 절차에 대해 설명하고 자발적으로 연구참여 동의서에 서명한 자만을 연구 대상으로 하였으며 삼육대학교 임상시험 심사위원회의 연구 계획서 승인을 받아 진행하였다.

### 2. 측정방법 및 도구

#### 1) 기능장애

기능장애는 경부 통증 환자의 일상생활 수행 능력을 평가하기 위해 개발된 경부장애 지수(neck disability index, NDI)를 사용하였다. 평가항목은 통증강도, 개인 관리, 물건들기, 책 읽기, 두통, 집중, 업무, 운전, 수면, 여가활동 총 10개 항목으로 구성되어 있다. 점수는 0점에서 5점까지 6점 척도이며 대상자가 점수를 직접 표시하도록 하였고, 점수가 낮을수록 장애와 통증이 없는 것을 의미한다. 총 50점 만점으로 점수의 해석은 0~4점: 증상 없음(none), 5~14점: 약간의 증상(mild), 15~24점: 중등도(moderate), 25~34점: 중증(severe), 34점 초과: 완전(complete)으로 분류되고(Vernon et al., 2007), 신뢰도(ICC)는 0.80로 보고되었다(Vernon et al., 2007; Vernon & Mior, 1991).

#### 2) 통증 강도

통증의 강도는 수치 통증 평가척도인 NPRS (Numeric pain rating scale)를 사용하여 평가하였고, 경부 통증과 상지 통증으로 나누어서 측정하였다. 측정 방법은 눈금이 표시 되어있는 0점에서 10점까지 선에 통증이 없는 상태를 0점, 참을 수 없는 통증의 정도를

10점으로 정의하여 환자가 느끼고 있는 통증의 강도를 직접 표시하게 하였다. 지난 24시간 동안 가장 통증이 심했을 때, 가장 통증이 없었을 때, 현재의 통증 상태를 기록하여 경부와 상지의 평균을 각각 산출하였다. NPRS는 통증 정도를 간단하고 재현성 높게 표현하는 방법으로 높은 민감도를 가지고 있으며, 측정 시간 신뢰도 0.90로 보고되었다(Farrar et al., 2001).

### 3) 관절가동범위

관절가동범위 측정은 디지털 듀얼 경사계(HOGGAN PROOF Preferred, HOGGAN HEALTH, USA)를 이용하여 대상자가 능동적으로 동작을 수행할 때 통증이 유발되지 않는 범위 내에서 경부 굴곡,



Fig. 1. Digital dual inclinometer (HOGGAN PROOF Preferred, HOGGAN HEALTH, USA, 2006).

신전, 측방 굴곡, 회전 관절가동범위를 측정하였다(Fig 1). 경부 굴곡, 신전 측정 방법으로 대상자는 바로 앉은 상태에서 경추를 중립으로 한다. 측정자는 제2센서를 흉추 1번에 시상면 방향으로 고정하고, 제1센서는 두 개관의 시상면 방향으로 고정한 후 측정하였다. 경부 측방 굴곡 측정 방법으로 대상자는 바로 앉은 상태에서 경추를 중립으로 한다. 측정자는 제2센서를 흉추 1번에 관상면 방향으로 고정하고, 제1센서는 두 개관의 관상면 방향으로 고정한 후 측정하였다. 경부 굴곡, 신전, 측방 굴곡은 측정 시 테이블을 잡아 어깨 흔들림을 방지하여 측정하였다. 경부 회전은 제1센서만 사용하여 단일 각도 측정을 시행하였고 대상자는 바로 누운 자세로 머리는 중립으로 위치하고, 제1센서는 대상자의 이마에 횡단면 방향으로 고정한 후 측정하였다. 관절가동범위 측정 시 센서는 미끄러지지 않도록 하고, 센서 배치 후 시작/정지 버튼을 눌러 각도에 0에 맞춘 후 측정하였다. 본 기기의 정확도는  $\pm 1^\circ$ 이며 3회 반복 측정 후 그 평균값을 사용하였다.

### 3. 실험 절차

본 실험을 위하여 경추 신경근병증 환자 61명을 모집하였다. 총 61명의 대상자 중 양측 상지 통증 4명, 경추 수술 이력 2명, 골다공증 1명 총 7명을 제외하여 최종 54명을 대상자로 선정하였다. 선정 편견을 최소화하기 위해 무작위 분배 프로그램(random allocation software 1.0, University of Medical Sciences, Iran)을 이용하여 신경가동술과 관절가동술 병행군, 신경가동술군, 관절가동술군을 각각 18명으로 분류하였다. 신경가동술과 관절가동술 병행군은 신경가동술과 관절가동술을 같이 적용하였고, 신경가동술군과 관절가동술군은 각각 신경가동술과 관절가동술만 적용하였다. 신경가동술은 1분 적용, 30초 휴식을 1세트로 총 5세트 반복하여 시행하였고, 관절가동술은 환자 상태에 맞게 Maitland 등급 I~IV의 강도까지 점진적으로 적용하며 30초 적용, 10초 휴식을 1세트로 총 5세트 시행하였다. 세 그룹 모두 전기/광선 치료를 동일하게 환자가 가장 심하게 통증을 호소하는 경부, 상지 부위에 15분

적용하였다. 각 그룹은 4주 동안 주 3회, 총 12회의 치료를 시행하였다. 실험 시작 전 의사의 진료를 통해 얻어진 성별, 연령, 신장, 체중 등의 일반적 특성을 기록하였다. 그룹 간 치료 효과를 알아보기 위하여 사전·사후 검사로 경부 기능 장애, 경부·상지의 통증, 경부 관절가동범위를 측정하였다. 사전 검사는 실험을 시작하기 바로 전에 측정하였고, 사후 검사는 마지막 치료를 마치고 하루 뒤에 측정하였다. 대상자 선정 기준에 부합하는 54명을 대상으로 실험을 시행

하였으나, 실험 기간에 주사치료를 시행 한 환자 4명, 수술을 시행한 환자 2명, 개인 사유로 인해 중재를 중단 한 환자 1명 총 7명(7.7%)의 대상자가 실험 기준에 부합하지 못하여 제외되었다. 사전/사후 평가를 위해 임상 5년 차 물리 치료사 1명이 검사자로 참여하였다. 검사자는 편견을 없애기 위해 연구의 목적과 효과에 대한 설명없이 평가 측정만 시행하였고, 대상자들이 속한 그룹을 알지 못하게 하였다. 사전·사후 검사는 동일한 검사자에 의하여 시행되었다.

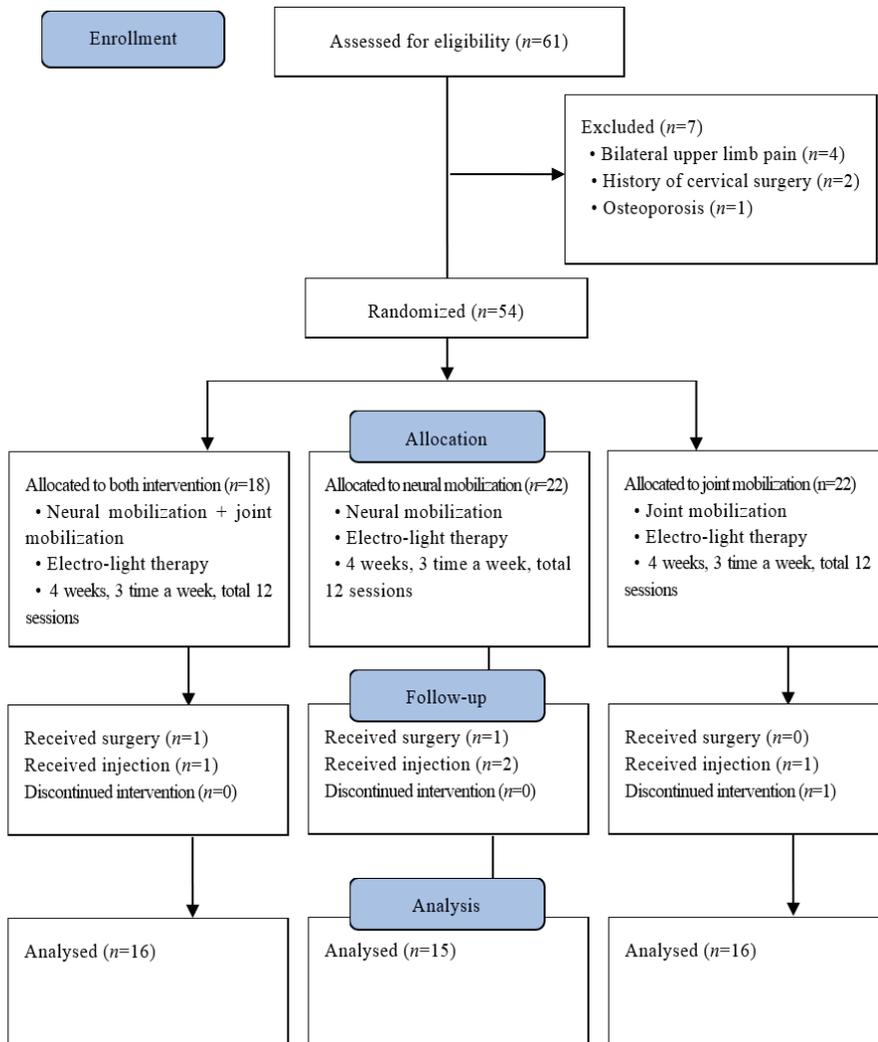


Fig. 2. Experimental diagram.

#### 4. 실험 방법

##### 1) 신경가동술

본 연구에서 신경가동술은 치료사가 직접 시행하였으며, 환자의 위치는 바로 누운 자세에서 목과 체간을 중립위로 두고 치료사는 환자의 견관절을 하강, 고정하고 견관절 90° 회전과 외회전, 주관절 90° 굴곡, 손목 관절, 지절 관절을 중립자세에 위치시킨다. 이후 환자의 주관절 신전과 동시에 손목관절, 지절관절을 굴곡하고, 환자의 주관절 굴곡과 동시에 손목관절, 지절관절의 신전을 교대로 구성하여 시행한다 (Coppeters & Butler, 2008). 환자의 환측 상지에 반복적이며 부드럽게 신경가동술을 적용하며 1분 적용, 30초 휴식을 1세트로 총 5세트 반복한다.

##### 2) 관절가동술

###### (1) 경추 후-전 관절가동술

환자는 테이블에 엎드린 상태로 위치하고 치료사는 환자의 머리 위에 선다. 두 엄지손가락을 이용하여 치료사가 원하는 분절 중심에 후-전 방향으로 대칭적 압력을 적용한다. 압력은 엄지에 체중을 주어 점차적으로 증가하며 부드럽게 반복한다. 치료사는 Maitland 등급 IV의 강도까지 점진적으로 적용하며 30초 동안 적용하고 10초 휴식을 1세트로 총 5세트 반복한다 (Young et al., 2009).

###### (2) 흉추 상부 후-전 관절가동술

환자는 테이블에 엎드린 상태로 위치하고 치료사는 환자의 머리 위에 선다. 치료사는 상부 흉추 분절에 움직임을 주기 위해 두상골 또는 집기그립을 사용한다. 움직임에 제한이 있는 부위에 Maitland 등급 IV의 강도까지 수직 방향으로 적용하며 각 분절에 30초 동안 적용하고 10초 휴식을 1세트로 총 5세트 반복한다.

###### (3) 흉추 하부 후-전 관절가동술

치료사는 엎드린 자세의 환자 어깨 부근에 위치하고, 두상골 또는 팔을 교차하여 하부 흉추 원하는 부위에 수직적으로 관절가동술을 적용하며 Maitland 등급 IV의 강도까지 점진적으로 적용한다. 30초 동안 적용하고 10초 휴식을 1세트로 총 5세트 반복한다.

###### (4) 바로 누운 자세에서의 경추 후인 관절가동술

환자는 흉추 4번 위치까지 테이블 밖으로 나온 상태에서 바로 눕는다. 치료사는 테이블에서 수직으로 나온 환자의 머리 한쪽 옆에 선다. 치료사는 한 손으로 환자의 후두부의 밑을 잡고 다른 한 손의 엄지와 검지 사이로 환자의 턱 위에 둔다. 환자의 머리를 수평면에서 흔들리지 않게 치료사의 왼쪽 허리 또는 앞 허벅지에 기대어 고정한다. 치료사가 주는 힘은 수직 밑 방향으로 주어지고 상부 경추의 굴곡과 하부 경추의 신전을 동시에 만든다. 또한 관절의 끝 범위까지 적용하며 Maitland 등급 IV의 강도까지 점진적으로 증가시켜 30초 동안 적용하고 10초 휴식을 1세트로 총 5세트 반복한다.

###### (5) 경추 회전 관절가동술

환자는 바로 누운 상태에서 치료사는 환자의 머리 위에 위치한다. 치료사는 환자의 머리를 한쪽 팔 전완과 가슴에 밀착하여 가볍게 잡고 반대쪽 검지를 움직임을 가할 경추 분절에 걸어 받쳐 둔다. 치료사는 머리를 받친 손으로 회전력을 조절하여 환자의 머리를 관절 끝 범위까지 회전시킨다. 반대편 손으로 움직임을 원하는 분절에 Maitland 등급 IV의 강도까지 점진적으로 회전을 적용한다. 30초 동안 적용하고 10초 휴식을 1세트로 총 5세트 반복한다.

###### (6) 경추 측방 굴곡 관절가동술

환자는 바로 누운 자세에서 머리와 목을 치료 테이블

블 끝 부분에 위치한다. 측방 굴곡을 가할 방향 전환으로 환자의 머리를 고정하고 손목 관절을 굴곡하여 턱을 받친다. 반대측 손으로 경부를 감싸고 체중을 이용하여 원하는 부위에 측방 굴곡을 Maitland 등급 IV의 강도까지 점진적으로 적용한다. 30 초 동안 적용하고 10 초 휴식을 1 세트로 총 5세트 반복한다.

3) 전기, 광선 치료 전기 치료

전기, 광선 치료 전기 치료는 경피 신경 전기자극치료기(CWM-601, Chung Medical, Republic of Korea)를 이용하여 환자의 통증 감소를 목적으로 100 Hz의 주파수를 적용하였다. 환자가 가장 심하게 통증을 호소하는 경부, 상지 부위에 전극을 부착하여 근수축이 일어나는 39mA 미만의 강도 내의 자극을 주었으며, 불편감이 없는 강도를 찾아 15분간 적용하였다(Smania et al., 2005). 광선 치료는 적외선 치료기(IRH-3100, Won-Hyo-Sol Meditech, Republic of Korea)를 이용하여 환자가 가장 심하게 통증을 호소하는 경부와 상지부분에 15분간 적용하였다. 모든 대상자에게 주 3회, 4주간 총 12회 전기, 광선치료를 시행하였다.

4. 자료 분석

본 연구의 모든 통계적 분석은 SPSS 19.0을 이용하였다. 모든 자료는 Shapiro-Wilk 검정 방법을 통해 정규

성 검정을 하고 모든 자료가 정규 분포함을 확인하였다. 집단간의 동질성을 확인하기 위해 일원 배치 분산 분석, 카이제곱검정을 실시하였다. 중재 방법에 따른 집단의 전·후 비교를 위하여 대응표본 t 검정을 실시하고, 집단 간의 차이를 비교하기 위하여 일원 배치 분산 분석을 실시하였다. 사후 검증은 Scheffe 검증방법을 사용하였고, 모든 통계적 유의 수준은 0.05 이하로 하였다.

III. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

대상자의 성별은 병행군 남자 7명, 여자 9명, 신경가동술군 남자 7명, 여자 8명, 관절가동술군 남자 7명, 여자 9명으로 집단별 성별에 유의한 차이가 없었다. 평균 연령은 병행군 42.88세, 신경가동술군 42.53세, 관절가동술군 42.94세로 집단별 유의한 차이가 없었다. 평균 신장은 병행군 168.69cm, 신경가동술군은 168.33cm, 관절가동술군은 168.00cm이고, 평균 체중은 병행군 64.63kg, 신경가동술군 67.33kg, 관절가동술군 63.94kg으로 나타나 신장과 체중은 집단별 차이가 없었다. 모든 변수에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않아 세 군이 동질한 것으로 나타났다(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects (n=47)

|                      | NM+JMG (A)               | NMG (B)       | JMG (C)       | F (p)/χ2 (p) |
|----------------------|--------------------------|---------------|---------------|--------------|
| Gender (male/female) | 16(7/9) <sup>a</sup>     | 15(7/8)       | 16(7/9)       | 0.04(0.98)   |
| Age (years)          | 42.88±10.16 <sup>b</sup> | 42.53 ± 11.22 | 42.94 ± 10.30 | 0.00(0.99)   |
| Height (cm)          | 168.69 ± 7.29            | 168.33 ± 8.16 | 168.00 ± 8.06 | 0.03(0.97)   |
| Weight (kg)          | 64.63 ± 9.48             | 67.33 ± 8.65  | 63.94 ± 10.14 | 0.55(0.58)   |

Note. <sup>a</sup>number of subjects, <sup>b</sup>mean ± standard deviation  
 NM+JMG: neural mobilization + joint mobilization group, NMG: neural mobilization group, JMG: joint mobilization group

## 2. 실험 방법에 따른 기능장애의 변화

세 군간 실험 전 경부장애지수는 동질한 것으로 나타났으며, 실험 전·후의 경부장애지수의 변화는 다음과 같다(Table 2). 병행군의 실험 전 경부장애지수는 23.13점에서 실험 후 10.19점으로 12.94점 감소하였다( $p<0.05$ ). 신경가동술군은 22.67점에서 실험 후 13.47점으로 9.2점 감소하였고( $p<0.05$ ), 관절가동술군은 22.06점에서 12.75점으로 9.31점 감소하였다( $p<0.05$ ). 모든 그룹 내 경부장애지수는 실험 전·후 통계적으로 유의한 차이를 나타내었고, 그룹 간 비교에서 병행군이 신경가동술군과 관절가동술군에 비교하여 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다( $p<0.05$ ).

## 3. 실험 방법에 따른 통증의 변화

세 군간 실험 전 경부 통증점수는 동질한 것으로 나타났으며, 실험 전·후의 통증점수의 변화는 다음과 같다(Table 3). 병행군의 실험 전 통증점수는 6.56점에서 실험 후 3.19점으로 3.38점 감소하였다( $p<0.05$ ), 신경가동술군은 6.53점에서 실험 후 4.4점으로 2.13점 감소하였고( $p<0.05$ ), 관절가동술군은 6.5점에서 실험 후 3.69점으로 2.81점 감소하였다( $p<0.05$ ). 모든 그룹 내 경부 통증은 실험 전·후 통계적으로 유의한 차이를 나타내었고, 그룹 간 비교에서 병행군이 신경가동술군과 비교하여 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다( $p<0.05$ ).

Table 2. Neck disability changes after each treatment

(n=47)

|                |          | NM+JMG (A)              | NMG (B)    | JMG (C)    | F<br><i>post-hoc</i> |
|----------------|----------|-------------------------|------------|------------|----------------------|
| NDI<br>(point) | Pre      | 23.13±3.56 <sup>a</sup> | 22.67±4.72 | 22.06±3.68 | 0.28                 |
|                | Post     | 10.19±4.62              | 13.47±3.83 | 12.75±2.93 |                      |
|                | Post-Pre | 12.94±3.79              | 9.20±3.97  | 9.31±4.25  | 4.45*                |
|                | t        | 13.67*                  | 8.98*      | 8.76*      | A   B, C             |

Note. <sup>a</sup>mean ± standard deviation\*  $p<0.05$ 

Scheffé post-hoc test

NM+JMG: neural mobilization + joint mobilization group, NMG: neural mobilization group, JMG: joint mobilization group

Table 3. Pain changes after each treatment

(n=47)

|                                       |          | NM+JMG (A)             | NMG (B)   | JMG (C)   | F<br><i>post-hoc</i> |
|---------------------------------------|----------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|
| Neck<br>NPRS<br>(point)               | Pre      | 6.56±1.63 <sup>a</sup> | 6.53±1.55 | 6.50±1.46 | 0.00                 |
|                                       | Post     | 3.19±1.33              | 4.40±1.06 | 3.69±0.87 |                      |
|                                       | Post-Pre | 3.38±1.26              | 2.13±1.06 | 2.81±1.33 | 3.99*                |
|                                       | t        | 10.74*                 | 7.79*     | 8.47*     | A   B                |
| Upper<br>extremity<br>NPRS<br>(point) | Pre      | 4.00±1.37              | 4.07±1.62 | 4.13±1.26 | 0.03                 |
|                                       | Post     | 1.75±1.00              | 1.87±1.06 | 2.81±1.26 |                      |
|                                       | Post-Pre | 2.25±0.78              | 2.20±0.86 | 1.31±0.60 | 7.81*                |
|                                       | t        | 11.62*                 | 9.89*     | 8.72*     | A, B   C             |

Note. <sup>a</sup>mean ± standard deviation\*  $p<0.05$ 

Scheffé post-hoc test

NM+JMG: neural mobilization + joint mobilization group, NMG: neural mobilization group, JMG: joint mobilization group

세 군간 실험 전 상지 통증점수는 동질한 것으로 나타났으며, 실험 전·후의 통증점수의 변화는 다음과 같다(Table 3). 병행군의 실험 전 통증점수는 4점에서 실험 후 1.75점으로 2.25점 감소하였다( $p<0.05$ ). 신경가동술군은 4.07점에서 실험 후 1.87점으로 2.2점 감소하였고( $p<0.05$ ), 관절가동술군은 4.13점에서 실험 후 2.81점으로 1.31점 감소하였다( $p<0.05$ ). 모든 그룹 내 상지 통증은 실험 전·후 통계적으로 유의한 차이를 나타내었고, 그룹 간 비교에서 병행군과 신경가동술군이 관절가동술군과 비교하여 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다( $p<0.05$ ).

#### 4. 실험 방법에 따른 경추 관절가동범위의 변화

세 군간 실험 전 경추 굴곡 관절가동범위는 동질한 것으로 나타났으며, 실험 전·후의 경추 굴곡 관절가동범위의 변화는 다음과 같다(Table 4). 병행군의 실험 전 경추 굴곡 관절가동범위는 47.69°에서 실험 후 55.94로 8.25° 증가하였다( $p<0.05$ ). 신경가동술군은 49.13°에서 실험 후 54.27로 5.14 증가하였고( $p<0.05$ ), 관절가동술은 46.81°에서 실험 후 53.75로 6.94° 증가하였다( $p<0.05$ ). 모든 그룹 내 경추 굴곡 관절가동범위는 실험 전·후 통계적으로 유의한 차이를 나타내었지만, 그룹 간 비교에서 모든 그룹 간 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다( $p<0.05$ ).

세 군간 실험 전 경추 신전 관절가동범위는 동질한 것으로 나타났으며, 실험 전·후의 경추 신전 관절가동범위의 변화는 다음과 같다(Table 4). 병행군의 실험 전 경추 신전 관절가동범위는 39.44°에서 실험 후 49.38로 9.94° 증가하였다( $p<0.05$ ). 신경가동술군은 40.93°에서 실험 후 46.73°로 5.8° 증가하였고( $p<0.05$ ), 관절가동술은 37.94°에서 실험 후 47.13로 9.19° 증가하였다( $p<0.05$ ). 모든 그룹 내 경추 신전 관절가동범위는 실험 전·후 통계적으로 유의한 차이를 나타내었지만, 그룹 간 비교에서 모든 그룹 간 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다( $p<0.05$ ).

세 군간 실험 전 환측 경추 측방 굴곡 관절가동범위

는 동질한 것으로 나타났으며, 실험 전·후의 환측 경추 측방 굴곡 관절가동범위의 변화는 다음과 같다(Table 4). 병행군의 실험 전 환측 경추 측방 굴곡 관절가동범위는 31.38°에서 실험 후 37.31로 5.93° 증가하였다( $p<0.05$ ). 신경가동술군은 32.93°에서 실험 후 36.67로 3.74° 증가하였고( $p<0.05$ ), 관절가동술군은 33.06°에서 38°로 4.94° 증가하였다( $p<0.05$ ). 모든 그룹 내 환측 경추 측방 굴곡 관절가동범위는 실험 전·후 통계적으로 유의한 차이를 나타내었지만, 그룹 간 비교에서 모든 그룹 간 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다( $p<0.05$ ).

세 군간 실험 전 건측 경추 측방 굴곡 관절가동범위는 동질한 것으로 나타났으며, 실험 전·후의 건측 경추 측방 굴곡 관절가동범위의 변화는 다음과 같다(Table 4). 병행군의 실험 전 건측 경추 측방 굴곡 관절가동범위는 33.13°에서 실험 후 38.44로 5.31° 증가하였다( $p<0.05$ ). 신경가동술군은 34.4°에서 실험 후 38.2°로 3.8° 증가하였고( $p<0.05$ ), 관절가동술군은 34.06°에서 39.19로 5.13 증가하였다( $p<0.05$ ). 모든 그룹 내 건측 경추 측방 굴곡 관절가동범위는 실험 전·후 통계적으로 유의한 차이를 나타내었지만, 그룹 간 비교에서 모든 그룹 간 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다( $p<0.05$ ).

세 군간 실험 전 환측 경추 회전 관절가동범위는 동질한 것으로 나타났으며, 실험 전·후의 환측 경추 회전 관절가동범위의 변화는 다음과 같다(Table 4). 병행군의 실험 전 환측 경추 회전 관절가동범위는 55°에서 실험 후 63.19로 8.19° 증가하였다( $p<0.05$ ). 신경가동술군은 57.53°에서 실험 후 62.07로 4.54° 증가하였고( $p<0.05$ ), 관절가동술군은 56.38°에서 63.13로 6.75° 증가하였다( $p<0.05$ ). 모든 그룹 내 환측 경추 회전 관절가동범위는 실험 전·후 통계적으로 유의한 차이를 나타내었고, 그룹 간 비교에서 병행군이 신경가동술군과 비교하여 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다( $p<0.05$ ).

세 군간 실험 전 건측 경추 회전 관절가동범위는 동질한 것으로 나타났으며, 실험 전·후의 건측 경추

Table 4. Range of motion changes after each treatment

(n=47)

|                                                        |          | NM+JMG (A)              | NMG (B)            | JMG (C)            | F<br><i>post-hoc</i> |
|--------------------------------------------------------|----------|-------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| Neck flexion<br>ROM<br>(°)                             | Pre      | 47.69±6.46 <sup>a</sup> | 49.13±6.09         | 46.81±6.08         | 0.55                 |
|                                                        | Post     | 55.94±3.79              | 54.27±4.61         | 53.75±3.89         |                      |
|                                                        | Post-Pre | 8.25±5.35               | 5.14±3.11          | 6.94±5.14          | 1.73                 |
|                                                        | t        | -6.17 <sup>*</sup>      | -6.38 <sup>*</sup> | -5.39 <sup>*</sup> |                      |
| Neck extension<br>ROM<br>(°)                           | Pre      | 39.44±7.61              | 40.93±6.60         | 37.94±8.19         | 0.62                 |
|                                                        | Post     | 49.38±4.24              | 46.73±5.91         | 47.13±4.16         |                      |
|                                                        | Post-Pre | 9.94±7.49               | 5.80±3.75          | 9.19±7.74          | 1.69                 |
|                                                        | t        | -5.31 <sup>*</sup>      | -6.00 <sup>*</sup> | -4.75 <sup>*</sup> |                      |
| Affected side<br>neck lateral<br>flexion<br>ROM<br>(°) | Pre      | 31.38±4.24              | 32.93±3.43         | 33.06±4.14         | 0.89                 |
|                                                        | Post     | 37.31±2.47              | 36.67±1.50         | 38.00±2.68         |                      |
|                                                        | Post-Pre | 5.93±4.02               | 3.74±2.66          | 4.94±3.55          | 1.56                 |
|                                                        | t        | -5.90 <sup>*</sup>      | -5.44 <sup>*</sup> | -5.56 <sup>*</sup> |                      |
| Unaffected side<br>neck flexion<br>ROM<br>(°)          | Pre      | 33.13±4.38              | 34.40±2.95         | 34.06±4.19         | 0.45                 |
|                                                        | Post     | 38.44±2.68              | 38.20±1.52         | 39.19±2.71         |                      |
|                                                        | Post-Pre | 5.31±3.74               | 3.80±2.46          | 5.13±3.72          | 0.91                 |
|                                                        | t        | -5.69 <sup>*</sup>      | -5.99 <sup>*</sup> | -5.51 <sup>*</sup> |                      |
| Affected side<br>neck rotation<br>ROM<br>(°)           | Pre      | 55.00±3.85              | 57.53±5.85         | 56.38±3.70         | 1.21                 |
|                                                        | Post     | 63.19±4.20              | 62.07±3.77         | 63.13±3.10         |                      |
|                                                        | Post-Pre | 8.19±4.23               | 4.54±4.02          | 6.75±3.32          | 3.49 <sup>*</sup>    |
|                                                        | t        | -7.74 <sup>*</sup>      | -4.37 <sup>*</sup> | -8.14 <sup>*</sup> | A   B                |
| Unaffected side<br>neck rotation<br>ROM<br>(°)         | Pre      | 55.00±3.85              | 57.53±5.85         | 56.38±3.70         | 1.21                 |
|                                                        | Post     | 63.19±4.20              | 62.07±3.77         | 63.13±3.10         |                      |
|                                                        | Post-Pre | 8.19±4.23               | 4.54±4.02          | 6.75±3.32          | 3.49 <sup>*</sup>    |
|                                                        | t        | -7.74 <sup>*</sup>      | -4.37 <sup>*</sup> | -8.14 <sup>*</sup> | A   B                |

Note. <sup>a</sup>mean ± standard deviation<sup>\*</sup> p<0.05

Scheffe post-hoc test

NM+JMG: neural mobilization + joint mobilization group, NMG: neural mobilization group, JMG: joint mobilization group

회전 관절가동범위의 변화는 다음과 같다(Table 4). 병행군의 실험 전 건축 경추 회전 관절가동범위는 58.31°에서 실험 후 64.81°로 6.5°가 하였다(p<0.05). 신경가동술군은 60.6°에서 실험 후 63.4°로 2.8° 증가하였고(p<0.05), 관절가동술군은 61°에서 65.81°로 4.81° 증가하였다(p<0.05). 모든 그룹 내 건축 경추 측방 굴곡 관절가동범위는 실험 전·후 통계적으로 유의한 차이를 나타내었지만, 그룹 간 비교에서 모든 그룹 간 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(p<0.05).

#### IV. 고찰

경추 신경근병증은 정상적인 일상 생활을 하는데 영향을 끼치며, 이에 대한 치료적 접근 방법을 확립하는 것이 필요하다. Boyles 등(2011)은 경추 신경근병증 환자를 대상으로 한 체계적 문헌 고찰을 통해 선행 연구들에서 도수치료 기법을 구체적으로 나누어 적용하지 않아 어떠한 기법이 증상을 감소시키고 기능개선에 가장 효과적이었는지 알 수 없다고 하였다. 또한

경추 신경근병증 환자의 치료를 위한 구체적인 중재 방법과 향후 대조군을 포함한 무작위 실험 연구가 필요하다 하였고, 따라서 본 연구에서는 경추 신경근병증 환자의 기능 장애, 통증, 관절가동범위에 신경가동술과 관절가동술이 미치는 효과를 비교하고, 신경가동술과 관절가동술을 병행 한 치료 방법의 효과를 알아보고자 하였다.

본 연구의 대상자 선별은 임상적 진단 검사와 더불어 자기공명영상검사를 보완하였으며, 경추 6, 7번의 디스크 탈출로 인한 경추 신경근병증 환자를 대상으로 선정하여 수행하였다.

경추 신경근병증 환자는 통증, 감각이상, 저림감, 근력약화로 인한 기능장애로 장기간 활동제한이나 사회생활의 어려움을 초래한다(Abbed & Coumans, 2007; Waldrop, 2006). 기능장애를 평가하기 위한 방법으로 경부 통증과 일상생활활동에 미치는 장애를 파악하는데 검증되어 널리 사용되는 경부장애지수를 사용하였다. 본 연구에서 경부장애지수는 중재 전·후 모든 그룹 내 유의한 차이를 보였고, 그룹 간 비교하였을 때 병행군이 신경가동술과 관절가동술을 적용한 그룹에 비해 경부 장애 지수에서 더 효과적인 감소를 보였다( $p < 0.05$ ). Anandkumar (2015)의 단일 사례 연구에서 경추 신경근병증 환자를 대상으로 SNAG (sustained natural apophyseal glide) 기법과 신경가동술을 동시에 적용하였을 경우 경부장애지수가 중재 전 48 %에서 중재 후 4 %로 감소한 것을 보고하였고, Ragonese (2009)는 경추 신경근병증 환자에게 경추, 흉추 관절가동술과 신경가동술을 이용한 도수치료와 경추 심부근, 승모근, 전거근을 강화하는 운동치료를 병행하였을 때 경부장애지수에 효과적인 감소를 보고 하였다. 경부장애지수의 경우 통증강도, 개인관리, 물건들기, 책읽기, 두통, 집중, 일, 운전, 수면, 여가활동 총 10개의 항목으로 측정된다. 신경학적 증상의 감소를 목적으로 적용한 신경가동술과 관절의 정상적인 움직임을 회복시키기 위해 적용한 관절가동술이 각각 환자의 경부장애지수의 세부항목에 영향을 미친 것을 확인할 수 있었고, 두 기법을 병행하여 적용하는 것이 각각 적용하는 것 보다 경부·상지의 통증 감소와 이로 인

한 환측 회전 관절가동범위의 움직임을 증진시켜 검사 요소에 더 큰 영향을 미친 것으로 생각한다.

경추 신경근병증은 신경근 압박으로 인하여 경추 내부의 뼈와 인대 조직에 직접적으로 통증을 일으키는 경우와 더불어 신경 지배영역에 통증이나 저림감을 나타낼 수 있다(Cleland et al., 2005; Waldrop, 2006). 이에 환자의 통증은 경부와 상지로 나누어서 평가하였다. 경부 통증은 중재 전·후 모든 그룹 내 유의한 차이를 보였다. 그룹 간 비교하였을 경우 병행군이 신경가동술군과 비교하여 더 효과적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 이는 경추 신경근병증 환자의 경부 통증 감소를 위하여 신경가동술만 적용하는 것보다는 관절가동술과 병행하여 적용하는 것이 더 효과적이라는 것을 의미한다. Goupille 등(2006)은 디스크 탈출로 인한 신경 압박이 혈류순환을 저하시키고, 이로 인한 염증은 신경근 사이의 유착으로 이어질 수 있다고 하였다. 본 연구는 경추 6, 7번 디스크 탈출로 인한 경추 신경근병증 환자를 대상으로 하였기 때문에 관절가동술을 이용한 방법이 직접적으로 경부의 신경압박을 줄여주고 혈류 순환을 증가시켜 경추 신경근병증 환자의 경부 통증 감소에 더 큰 영향을 미친 것으로 생각한다. 하지만 상지 통증은 병행군과 신경가동술군이 관절가동술군에 비해 유의한 감소를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 이는 경추 신경근병증 환자의 상지 통증의 감소에는 관절가동술보다 신경가동술을 적용하는 방법이 더 효과적인 것을 의미한다. Ellis 등(2008)은 신경가동술이 신경의 유연성과 혈류의 흐름을 향상시켜 통증을 완화시키고, 이로 인하여 관절가동범위가 증가되어 신체를 움직이는데 도움이 된다고 하였다. 이에 신경가동술을 적용하는 방법이 관절가동술만 적용하는 것보다 상지의 통증 감소에 더 큰 영향을 미친 것으로 생각한다. 경추 신경근병증 환자의 통증은 경부와 상지 통증으로 나타난다. 본 연구의 결과를 통하여 경추 신경근병증 환자의 통증감소를 위해서 신경가동술이나 관절가동술을 병행하여 적용하는 것이 경추 신경근병증 환자의 경부 통증뿐만 아니라 상지 통증을 감소시킬 수 있는 더 효과적인 방법이라는 것을 확인하였다. 경부 관절가동범위는 중재 전·후 모든 그룹

내 유의한 차이를 보였다. 그룹 간 비교하였을 때 환측 방향 경추 회전 범위에서 병행군이 신경가동술군과 비교하여 유의하게 향상되었지만, 다른 관절가동범위에서는 그룹 간 유의한 차이를 보이지 않았다( $p < 0.05$ ). 경추 신경근병증 환자는 환측 방향 회전 동작에서 신경 압박의 증가로 인한 통증으로 가동 범위에 제한이 있는 경우가 대부분이다. 이는 임상적 진단방법 4가지 중 하나에(Wainner et al., 2003) 포함되어 환자의 신경근 문제의 유무를 확인하는데 도움을 주고 있다. 본 연구를 통하여 이러한 환측 방향 회전 동작 제한이 있는 환자에게 신경가동술만 적용하는 것은 관절 움직임에 직접적인 도움을 주는 관절가동술을 병행하는 것보다 환자의 가동 범위 증진에 영향을 미치지 못하는 것을 확인할 수 있었다. 경추 굴곡, 신전, 환측·건측 측방 굴곡, 건측 방향 회전 동작의 경우 전기, 광선 치료의 효과와 더불어 각각의 증재로 실험 전·후 관절가동범위에 증가를 나타냈다. 하지만 실험 전 환측 회전 방향을 제외한 대상자 평균 관절가동범위가 정상치에 크게 벗어나지 않아 천장효과로 인하여 증재에 따른 각 그룹 간 차이가 나타나지 않은 것으로 보인다. 본 연구의 제한점은 증재 전 자기공명영상검사를 통하여 환자의 구조적 상태를 파악하였지만, 증재 후에는 검사를 실시하지 못하여 실험 전·후 구조적 상태를 비교하지 못하였다. 또한 환자 상태에 대한 장기적인 관찰을 하지 못한 부분이 제한점으로 남는다. 추후 이러한 제한점을 보완하여 신경가동술과 관절가동술을 이용한 경추 신경근병증 환자의 재활에 대한 연구가 필요하다.

## V. 결론

관절가동범위관절가동범위본 연구를 통하여 신경가동술과 관절가동술이 경추 신경근병증 환자에게 각각 미치는 영향을 확인하였으며, 병행치료의 효과도 확인하였다. 향후 이에 대한 연구와 환자의 치료에 도움을 제공할 수 있을 것으로 생각한다.

## References

- Abbed KM, Coumans J-VCE. Cervical radiculopathy: pathophysiology, presentation, and clinical evaluation. *Neurosurgery*. 2007;60(suppl\_1):S1-28-S21-34.
- Anandkumar S. The effect of sustained natural apophyseal glide (snag) combined with neurodynamics in the management of a patient with cervical radiculopathy: a case report. *Physiotherapy Theory and Practice*. 2015;31(2):140-145.
- Beneciuk JM, Bishop MD, George SZ. Effects of upper extremity neural mobilization on thermal pain sensitivity: a sham-controlled study in asymptomatic participants. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2009;39(6):428-438.
- Bogduk N. The anatomy and pathophysiology of neck pain. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*. 2003; 14(3):455-472.
- Boyles R, Toy P, Mellon J, et al. Effectiveness of manual physical therapy in the treatment of cervical radiculopathy: a systematic review. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*. 2011;19(3):135-142.
- Carette S, Fehlings MG. Cervical radiculopathy. *New England Journal of Medicine*. 2005;353(4):392-399.
- Carragee EJ, Hurwitz EL, Cheng I, et al. Treatment of neck pain: injections and surgical interventions: results of the bone and joint decade 2000–2010 task force on neck pain and its associated disorders. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2009; 32(2):S176-S193.
- Carroll LJ, Hogg-Johnson S, van der Velde G, et al. Course and prognostic factors for neck pain in the general population: results of the bone and joint decade 2000–2010 task force on neck pain and its associated disorders. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2009;32(2):S87-S96.
- Cleland JA, Fritz JM, Whitman JM, et al. Predictors of short-term

- outcome in people with a clinical diagnosis of cervical radiculopathy. *Physical Therapy*. 2007;87(12): 1619-1632.
- Cleland JA, Whitman JM, Fritz JM, et al. Manual physical therapy, cervical traction, and strengthening exercises in patients with cervical radiculopathy: a case series. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2005;35(12):802-811.
- Coppieters MW, Butler DS. Do 'sliders' slide and 'tensioners' tension? An analysis of neurodynamic techniques and considerations regarding their application. *Manual Therapy*. 2008;13(3):213-221.
- Costello M. Treatment of a patient with cervical radiculopathy using thoracic spine thrust manipulation, soft tissue mobilization, and exercise. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*. 2008;16(3):129-135.
- Côté P, Kristman V, Vidmar M, et al. The prevalence and incidence of work absenteeism involving neck pain. *European Spine Journal*. 2008;17(Suppl 1):192-198.
- Ellis RF, Hing WA. Neural mobilization: a systematic review of randomized controlled trials with an analysis of therapeutic efficacy. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*. 2008;16(1):8-22.
- Eubanks JD. Cervical radiculopathy: nonoperative management of neck pain and radicular symptoms. *American Family Physician*. 2010;81(1):33-40.
- Farrar JT, Young Jr JP, LaMoreaux L, et al. Clinical importance of changes in chronic pain intensity measured on an 11-point numerical pain rating scale. *Pain*. 2001;94(2):149-158.
- Fritz JM, Thackeray A, Brennan GP, et al. Exercise only, exercise with mechanical traction, or exercise with over-door traction for patients with cervical radiculopathy, with or without consideration of status on a previously described subgrouping rule: a randomized clinical trial. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2014;44(2):45-57.
- Goupille P, Mulleman D, Valat J. Radiculopathy associated with disc herniation. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 2006;65(2):141-143.
- Hogg-Johnson S, van der Velde G, Carroll LJ, et al. The burden and determinants of neck pain in the general population: results of the bone and joint decade 2000-2010 task force on neck pain and its associated disorders. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2009;32(2):S46-S60.
- Hurwitz EL, Carragee EJ, van der Velde G, et al. Treatment of neck pain: noninvasive interventions: results of the bone and joint decade 2000-2010 task force on neck pain and its associated disorders. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2009;32(2):S141-S175.
- Kuijper B, Tans JTJ, Schimsheimer RJ, et al. Degenerative cervical radiculopathy: diagnosis and conservative treatment. A review. *European Journal of Neurology*. 2009;16(1):15-20.
- Loew M, Heichel TO, Lehner B. Intraarticular lesions in primary frozen shoulder after manipulation under general anesthesia. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2005;14(1):16-21.
- Nee RJ, Butler D. Management of peripheral neuropathic pain: Integrating neurobiology, neurodynamics, and clinical evidence. *Physical Therapy in Sport*. 2006;7(1):36-49.
- Nikolaidis I, Fouyas IP, Sandercock PA, et al. Surgery for cervical radiculopathy or myelopathy. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2010;(1).
- Ragonese J. A randomized trial comparing manual physical therapy to therapeutic exercises, to a combination of therapies, for the treatment of cervical radiculopathy. *Orthopaedic Physical Therapy Practice*. 2009;21(3): 71-76.
- Rubinstein SM, Pool JJ, Van Tulder MW, et al. A systematic review of the diagnostic accuracy of provocative tests of the neck for diagnosing cervical radiculopathy.

- European Spine Journal*. 2007;16(3):307-319.
- Sandow E. Case studies in cervicothoracic spine function evaluation and treatment of two dancers with mechanical neck pain. *Journal of Dance Medicine & Science*. 2011;15(1):37-44.
- Savva C, Giakas G. The effect of cervical traction combined with neural mobilization on pain and disability in cervical radiculopathy. A case report. *Manual Therapy*. 2013;18(5):443-446.
- Smania N, Corato E, Fiaschi A, et al. Repetitive magnetic stimulation a novel therapeutic approach for myofascial pain syndrome. *Journal of Neurology*. 2005;252(3):307-314.
- Van Middelkoop M, Rubinstein SM, Ostelo R, et al. Surgery versus conservative care for neck pain: a systematic review. *European Spine Journal*. 2013;22(1):87-95.
- Vernon H, Humphreys K, Hagino C. Chronic mechanical neck pain in adults treated by manual therapy: a systematic review of change scores in randomized clinical trials. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2007;30(3):215-227.
- Vernon H, Mior S. The neck disability index: a study of reliability and validity. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 1991;14(7):409-415.
- Wainner RS, Fritz JM, Irgang JJ, et al. Reliability and diagnostic accuracy of the clinical examination and patient self-report measures for cervical radiculopathy. *Spine*. 2003;28(1):52-62.
- Waldrop MA. Diagnosis and treatment of cervical radiculopathy using a clinical prediction rule and a multimodal intervention approach: a case series. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2006;36(3):152-159.
- Young IA, Michener LA, Cleland JA, et al. Manual therapy, exercise, and traction for patients with cervical radiculopathy: a randomized clinical trial. *Physical Therapy*. 2009;89(7):632-642.