

Original Article

발목 기능장애 개선을 위한 멀리건 관절가동술이 전방머리자세를 동반한 목통증 환자의 통증과 경부장애지수, 두개척추각에 미치는 영향

이재남, 정상모, 정영준¹⁾

경인의료재활센터병원 재활치료실, 3NS 운동센터¹⁾

Effects of MWM for Improving Ankle Dysfunction on Pain, Neck Disability, and Craniovertebral Angle in Patients with Neck Pain Accompanied by Forward Head Posture

Jae-nam Lee, Sang-mo Jung, Young-june Jeong¹⁾

Dept. of Physical Therapy, Gyeong-in Regional Rehabilitation Hospital
Dept. of Physical Therapy, Kim's 3NS Rehabilitation Center¹⁾

ABSTRACT

Background: This study aimed to investigate the effect of mobilization with movement (MWM) applied to the ankle joint, on the craniovertebral angle (CVA), pressure pain threshold, and neck disability index (NDI) in asymptomatic adults with a forward head posture (FHP).

Methods: A total of 32 subjects with FHP were assigned to either the MWM group (N=16) or the cranio-cervical flexion exercise (CCFE) group (n=16). The CVA, pressure pain threshold and NDI were measured before and 4 weeks after the intervention.

Results: A significant improvement in the CVA was observed in the MWM group ($p<.05$), whereas no significant changes ($p>.05$) were observed in the CCFE group. Both groups showed significant differences in the pressure pain threshold and NDI before and after the intervention ($p<.05$).

Conclusion: The results of the study suggest that MWM applied to the ankle joint can effectively improve the CVA, pressure pain threshold, and NDI of adults with a forward head posture. Based on this study, the ankle MWM technique for dorsiflexion can be used as an objective research method for additional studies targeting FHP patients in the future.

Key Words:

Craniovertebral angle, Forward head posture, Mobilization with movement, Neck disability index, Pressure pain threshold

I. 서론

전방머리자세(forward head posture)는 머리가 척추를 기준으로 신체의 중력선 앞으로 편위되는 상태를 말하며(Harman 등, 2005), 경추의 비정상적 만곡을 유발하여 추체와 디스크에 더 큰 부하가 가해지고 머리 자세와 척추의 안정을 위해 주변 근육의 긴장을 증가시켜 통증을 유발한다(Kim, 2006).

전방머리자세에 대한 선행연구들에서는 경추관절에 멀리건 기법을 적용한 그룹에서 관절가동범위와 자세 유지를 위한 근 활성도의 향상이 있었고(Kim, 2015), Gupta 등(2013)은 30명의 전방머리자세 환자를 대상으로 4주간 경추의 심부굴곡근 강화 운동을 실시한 결과, 전방머리자세, 통증 및 목의 장애 정도가 감소하였다고 보고하였다.

또한, Dimitriadis 등(2015)은 목의 바른 자세 유지와 스트레칭만으로 전방머리자세의 증상이 호전되고 예방할 수 있다고 하였다. 그러나 전방머리자세에 대한 원인은 경추 부위에 국한되지 않는다. 인체는 관절과 관절이 서로 연계되어 있고 한 관절의 운동은 연접한 관절의 운동을 일으킨다. 즉, 특정 관절의 기능장애가 원인적 문제를 제공하면 이와 상대적 길항관계에 놓인 관절도 보상적으로 문제를 야기한다는 한계점이 발생한다(Moon, 2000).

Knoller와 Haag(1999)의 연구에 의하면 척추의 변형은 체중을 지지하고 보행에 직접적으로 관계되는 발목관절에도 영향을 줄 수 있지만(Knoller와 Haag, 1999), 반대로 발목관절의 가동범위가 감소하면 균형을 보상하기 위해 이를 대체할만한 다른 동작 패턴이 필요하게 되고 이에 따른 자세조절능력의 감소는 고관절과 체간의 보상적 움직임을 초래하게 된다(Horak, 1987). 이는 척추 전만자세(lordosis), 후만증-전만증 자세(kyphotic-lordotic), 편평등 자세(flat back)에서 발목관절의 저축굴곡 상태가 머리를 전방으로 치우치게 만드는 것과 같다(Kendall 등, 2005).

또한, Menz 등(2005)은 발목관절은 체중부하 시 신체를 지지하고 자세 유지를 위해 하지 및 몸통 근육의 협동작용이 필요하다고 하였고, Hyong과 Kim(2012)은 머리가 지지대 바깥쪽으로 움직이면 균형을 유지하기 위해 발목관절, 무릎, 골반, 몸통에서 보상의 생체 역학이 발생한다고 하였다. 그리고 발목의 족저굴곡 상태는 비복근부터 슬딕근, 흉요추근막, 척추기립근까지 근막을 통해 연결되어 후방 경추 근육의 원심성 수축을 초래하여 전방머리자세를 유발한다(Myers, 2010).

또한, 이전 연구에 의하면 20명의 목 통증이 있는 성인을 대상으로 발목의 관절각도와 경추의 관절각도와와의 상관관계($r=.61\sim.74$)가 있음을 알 수 있다(Yoo, 2011). 따라서 발목관절의 배측굴곡 가동범위 제한은 체간 즉, 척추의 보상움직임을 가져올 것이며 이는 전방머리자세의 주요 원인이 될 수 있다.

발목관절의 배측 굴곡을 증가시키기 위해 적용할 수 있는 유용한 기법은 거골을 후방으로 활주 시키는 멀리건의 움직임을 동반한 관절가동술(mobilization with movements; MWM) 기법이다(Mulligan, 2016). 이 기법은 관절의 능동적인 움직임을 시행하는 동안 치료사에 의해 통증이 있거나 움직임의 제한이 있는 관절에 지속적인 활주 기법을 적용하는 것으로, 통증이 없는 동작으로 관절의 잘못된 위치를 교정할 수 있으며 비체중 부하 상태에서 시작하여 점차적으로 체중을 부하한 상태로 배측 굴곡을 유도하면서 진행할 수 있다(Vincenzino 등, 2011).

멀리건 관절가동술은 선행된 여러 연구에서 가동범위에 향상을 가져왔다. Collins 등(2004)은 아급성 발목 염좌를 가지고 있는 대상자에게 통증을 느끼지 않는 범위내에서 멀리건 관절가동술 적용 후 관절가동범위의 개선을 보여주었고, Vincenzino 등(2006)은 재발성 편측 염좌가 있는 대상자에게 멀리건 관절가동술을 적용한 결과 거골의 후방활주 증진을 통해 배측굴곡 가동범위 향상을 보고하였다.

현재까지는 많은 선행연구에서 전방머리자세에 대해서 경추와 어깨주위 근육의 스트레칭 또는 근력 향상 등 경추부 중재에 대한 임상효과는 보고하고 있으나 발목관절의 배측굴곡 가동범위에 대한 연구는 아직 부족한 상황이다. 따라서 본 연구는 전방머리자세를 동반한 목통증 환자에게 발목의 배측굴곡을 위한 멀리건 관절가동술을 적용하였을 때 두개척추각 및 통증, 기능장애에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 인천 소재 K병원에 2022년 1월부터 5월까지 목 통증으로 내원하는 20~40세의 환자 32명(남 18명, 여 14명)을 대상으로 실시하였다(Table 1). 본 연구의 표본의 크기는 G-power 프로그램(Franz Faul, University of Kiel, Kiel, Germany)을 이용하여 $\alpha=.05$, 검정력은 .80, 효과 크기는 .655로 설정하여 최소

표본 크기는 28명이었으며 탈락자 10%를 고려하여 총 32명의 대상자(16명의 실험군 그룹과 16명의 대조군에 대한 병력이 없는 대상자)를 선정하였다.

대상자의 선정기준은 첫째, 두개척추각(craniovertebral angle; CVA)을 측정하여 49° 미만으로 전방머리자세에 해당하는 자(Nemmers 등, 2009) 둘째, 경부장애지수 사전평가에서 경미한 장애 또는 중등도의 장애에 해당하는 5~24점인 자(Vernon과 Mior, 1991) 셋째, 경부통증이 자세의 이상으로 인한 통증이라고 진단 받은 자 넷째, 배측굴곡(dorsiflexion) 범위가 정상 각도인 20°에 못 미치는 자로 선정하였다.

연구대상자의 제외기준은 경추 골절, 수술, 측만증, 신경학적 장애, 류마티스 관절염 등의 전신 장애를 가진 자이다(Lau 등, 2010). 대상자는 실험 전 연구의 목적과 방법에 대한 충분한 설명을 듣고 자발적으로 실험 참여에 동의하였다. 대상자는 블록 무작위 배정으로 심부경부굴곡 운동을 실시한 대조군 16명과 심부경부굴곡 운동과 발목관절에 멀리건 관절가동술을 실시한 실험군 16명으로 배정하여 진행하였다.

2. 실험방법

두 그룹 중 실험군은 심부경부굴곡 운동을 20분간 진행하고 추가로 발목관절 멀리건 관절가동술을 10분간 진행하였다. 대조군은 심부경부굴곡 운동을 30분간 진행하였으며, 두 군 모두 주 3회씩 총 4주간 시행하였다.

1) 심부경부굴곡운동

심부경부굴곡운동(cranio-cervical flexion exercise; CCFE)은 빠르게 누운 자세에서 압력 바이오 피드백장치(pressure biofeedback unit, Chattanooga, USA, 2012)를 목 뒤에 위치시키고 턱을 아래쪽으로 당기면서 고개를 끄덕이는 동작이 일어나도록 하였다(Figure 1). 이 동작은 심부경부굴곡근을 활성화시키는 것으로 흉쇄유돌근과 전사각근 수축에 의한 경부 굴곡이 일어나지 않고 경장근과 두장근 수축이 일어나도록 한다. 동작을 수행할 때 장치의 압력은 20mmHg가 될 때까지 압력을 증가시킨 후 2mmHg씩 증가시켜 30mmHg까지 각 단계별로 10초 유지, 10회 반복 수행한다(Chiu 등, 2005; Falla 등, 2004)(Figure 1).

2) 발목관절 멀리건 관절가동술

발목관절 멀리건 관절가동술(MWM)은 거퇴관절

(talocrural joint)에 비체중 부하 상태에서 배측 굴곡을 위한 전후방 활주를 적용했다. 대상자는 바로 누워 관절이 치료대 끝을 지나 바깥 공간에 위치하도록 한다. 중재 방법은 한 손으로 종골을 잡고, 다른 손으로는 손가락 위(web-space)를 이용해 거골의 전면을 잡아서 거골의 전후방 활주를 돕는다. 전후방 활주를 적용하는 동안 대상자는 능동적으로 배측 굴곡을 실시한다. 가동술의 강도는 통증 없이 새로운 범위를 만들 정도로 적용하며, 6~10회 3~6세트로 3~5분간 실시하였다(Mulligan, 2016)(Figure 2).



Figure 1. Craniocervical flexion exercise



Figure 2. Ankle dorsiflexion mobilization with movement

3. 평가도구 및 측정방법

1) 두개척추각

두개척추각(CVA) 측정은 선 자세에서 경추의 굴곡과 신전을 3~4회 정도 반복하고 시선을 정면을 바라보게 한 후 7번 경추 극돌기를 지나는 수평선과 7번 경추 극돌기와 귀의 외이도를 잇는 선을 표시하고 두 선이 만나서 이루는 각도를 측정하였다(Braun과 Amundson, 1989)(Figure 3). 이전 연구에 따라 49° 미만을 전방머리 자세로 간주하였으며, 두개척추각이 작을수록 전방머리 자세가 많이 진행된 것으로 볼 수 있다(Shaghayegh Fard 등, 2016). 두개척추각을 측정하기 위하여 측각기(PC 7509, Transparent Plastic Goniometer, Korea)를 사용하였으며, 도구의 측정자 내 신뢰도는 $r=.88$ 로 신뢰성이 높음을 알 수 있다(Nemmers 등, 2009).



Figure 3. Craniovertebral angle(CVA)

2) 압력 통증 역치

통증은 전방머리 자세로 긴장이 유발되는 상승모근의 통증 유발점을 찾아 측정하였으며, 압통측정기(Algometer, FEI, USA)를 사용하였다. 측정방법은 대상자가 편안하게 서 있는 자세에서, 해당 지점에 수직 방향으로 압통측정기를 대고 압력 통증 역치(pressure pain threshold)를 측정하였다. 압통 측정을 위한 압박의 적용은 1lb/sec로 적용하였고, 대상자가 통증이 시작되는 시점에서 음성신호를 내면 그 순간의 압통측정기의 수치를 kg/cm^2 단위로 측정하였다. 1분씩 간격을 두고 총 3회 측정한 값의 평균을 최종 점수로 이용하였다(Lluch, 2013). 압력 통증 역치 장비는 반복측정에 대한 신뢰성이 $r=.990$ 으로 매우 높음을 알 수 있습니다(Figure 4).



Figure 4. Upper trapezius pressure pain threshold

3) 경부기능장애지수

한국판 경부기능장애지수(Korea neck disability index; NDI)는 목의 기능장애수준을 평가하기 위한 평가도구이다. 이 도구는 목 부위의 통증을 가진 환자가 직접 통증 강도, 두통, 일상생활동작, 수면, 여가활동 등과 같은 10가지로 구성된 문항을 평가한다.

점수의 합계가 높을수록 기능이 좋지 않음을 나타내며, 총합이 0~4점은 장애 없음(none), 5~14점은 경미한 장애(mild), 15~24점은 중등도의 장애(moderate), 25~34점은 중증 장애(severe), 35점 이상은 완전한 장애(complete)로 분류한다(Vernon & Mior, 1991). NDI는 내적 일치도(Cronbach's alpha)는 $\alpha=.90$ 로 신뢰도가 매우 높음을 알 수 있다(Lee 등, 2007).

4. 분석방법

본 연구의 결과는 평균±표준편차로 표기하였다. 정규성 검정을 위하여 Shapiro-Wilk test를 통하여 모수검정을 실시하였고, 독립표본 t-검정을 통하여, 그룹 간 유의성이 없음을 확인하였다. 본 연구에서는 반복측정 분산분석(ANOVA)를 사용하여, (1) CVA, (2)통증, (3) NDI 중재 전·후 그리고 그룹 간 차이를 반영하였다.

시간과 그룹 상호작용에서 유의한 차이가 나타났을 경우 사후 t-검정을 실시하였다. 중재 전·후 차이가 나는 경우 사후 t-검정을 수행하였다. 모든 통계는 SPSS version 26(IBM SPSS Statistics, IBM Co, USA)을 사용하였고, 통계적 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 정하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

본 연구의 대상자는 총 32명으로 실험군(남 8명, 여 8명), 대조군(남 10명, 여 6명)이 각각 16명이었으며 인구학적 특성은 두 군 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 사전에 실시한 동질성 검증결과 모두 유의한 차이가 없었다(Table 1).

Table 1.
General characteristics of the subjects

	Experimental group(N=16)	Control group(N=16)	P
Sex(M/F)	8/8	10/6	.492
Age(yrs)	30.13±2.90 ^a	31.07±5.18	.534
Height(cm)	164.38±7.72	163.81±8.20	.843
Weight(kg)	61.81±1053	63.44±9.89	.656

^aMean±SD, Experimental group: Ankle MWM, Control group: Craniocervical flexion exercise

2. 두개척추각의 변화

두개척추각의 변화를 확인한 결과 그룹간에는 차이가 없었으며, 시간 사후검정에서는 실험군에서만 유의한 차이가 있었다(p=.001). 상호작용 사후검정에서는 실험군이 대조군에 비해 증가하였음을 알 수 있다(p=.001)(Table 2).

3. 압력통증역치의 변화

통증의 변화로 압력통증역치의 차이를 확인한 결과 시

Table 2.
Comparison of CVA, pain threshold level, NDI between the pre and post test on each group

	Experimental Group(N=16)		Control Group(N=16)		P-Value		
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Time x Group	Time	Group
CVA(°)	41.94±3.13 ^a	48.00±4.68	42.63±3.52	43.13±4.53	.001*	.001*	.095
Pain(score)	6.27±1.42	10.15±1.26	5.99±.98	8.14±1.53	.002*	.001*	.006*
NDI(score)	17.06±3.09	11.56±3.63	16.00±3.50	12.88±3.10	.046*	.001*	.904

^aMean±SD, *p<.05 Experimental group: Ankle MWM, Control Group: Craniocervical flexion exercise, CVA: Craniovertebral angle, NDI: Neck disability index

간 사후검정에서 두 그룹 모두 유의한 차이가 나타났으며, 상호작용 사후검정에서는 실험군이 대조군에 비해 크게 통증 조절에 향상을 미쳤음을 알 수 있다(p=.001)(Table 2).

4. 경부기능장애지수의 변화

경부기능장애지수의 차이를 확인한 결과 시간 사후검정에서는 두 그룹 모두 유의한 차이를 나타냈으며, 상호작용에서는 실험군이 대조군에 비해 크게 목 기능이 향상을 미쳤음을 알 수 있다 (p=.001)(Table 2).

IV. 고찰

본 연구의 목적은 전방머리자세를 동반한 목 통증 환자에게 발목의 배측굴곡 가동범위 향상을 목표로 하는 멀리건 관절가동술을 적용하였을 때 두개척추각, 통증, 그리고 기능의 변화를 알아보려고 하였다.

본 연구에서 두개척추각은 실험군에서 발목관절의 멀리건 관절가동술 적용 이후 유의한 개선이 나타났다. 이것은 골반의 기울기, 허리의 전만, 그리고 흉추후만의 증가 등에 의해 유발되는 전방머리자세(Kendall 등, 2005)가 발목의 배측굴곡 향상을 통해 척추만곡의 개선이 이뤄졌고, 결과적으로 머리의 움직임 보상이 감소되어 두개척추각에도 효과가 나타났을 것이라 생각된다. 선행연구에서, 발목관절의 배측굴곡 제한은 고관절과 척추로 영향을 미치며(Kwon 등, 1999; Horak, 1987), 저측굴곡된 상태로 하지 후면부 근육의 단축이 나타나면 고관절의 굴곡과 요추의 전만을 더욱 증가시킨다고 하였다(Moon, 2000). 또한, 자세 유지를 위해 골반과 요추 사이에는 상관관계가 높다고 하였으며(Chanplakorn 등, 2011) 골반의 기울기 증가는 요추의 전만을 증가시키고, 보상적으로 전방머리자세가 나타난다고 하였다(Aliaa, 2021). 이는 본 연구에서 중재 후

에 두개척추각이 유의하게 증가한 이유라고 생각된다.

한편, 대조군에서의 두개척추각은 유의한 차이가 없었다. 선행연구에서 Harman 등(2005)은 전방머리자세를 가진 대상자에게 10주간 심부경부굴곡운동 프로그램을 실시한 결과 두개척추각의 유의한 향상이 있었고, Lee(2019)는 전방머리자세 노인을 대상으로 6주간 심부경부굴곡운동을 적용한 결과 유의한 향상이 있었다. 그러나 이러한 선행연구들에서 두개척추각의 측정 자세는 앉은 자세에서 머리가 편안한 위치에 놓이도록 하는 방법(Watson 등, 1993)을 사용하였다. 이는 지지면으로서 역할을 하는 발목관절의 역할이 감소된 상태에서 측정되었기 때문에, 선 자세에서 두개척추각에 대한 효과를 정확히 평가하기는 어렵다고 생각된다. 또한, Shumway-cook과 Horak(1986)은 자세와 균형을 조절하기 위해 중요한 감각 입력은 지지면과 접촉한 체성감각 정보이며, Aliaa(2021)는 시상면에서 신체 정렬의 중심이 되는 중력선(line of gravity)은 지지면의 변화에 따라 이동한다고 하였다. 이러한 결과들로 미루어볼 때 본 연구에서 대조군의 두개척추각에 유의한 차이가 없었던 이유는 다음과 같다. 대조군에 적용된 심부경부굴곡운동은 경추 부위에 국한된 중재법으로서 경추 이외의 원인에 대한 접근이 부족했으며, 대조군의 중재는 실험군과는 달리 선 자세에서 지지면의 역할을 하는 발목관절의 중재가 없었기 때문이라고 생각된다.

본 연구에서 실험군과 대조군 모두 통증의 역치와 경부 기능장애지수는 유의한 차이가 있었다. 전방머리자세가 되면 목 근육의 피로도가 증가하고, 비정상적인 경추 정렬상태를 안정시키기 위해 과도한 근육의 긴장과 수축이 반복되어 통증 유발점이 발생한다(Tozzi, 2012). Jull 등(2009)은 심부경부굴곡근 강화에 따른 근력과 지구력이 증가했다고 보고하였으며, 두 그룹 모두 이러한 중재를 통해 통증과 기능의 개선이 나타난 것으로 생각된다. 또한, Kim 등(2017)이 전방머리자세 성인에게 심부경부굴곡운동을 적용한 결과 통증에 유의한 차이가 있었다는 결과와 일치한다.

본 연구의 중재 방법은 경추의 안정성 증진을 위한 심부경부굴곡운동과 중재의 효과가 지속되기 위해 환자의 능동적인 참여가 가능한 멀리건 관절가동술을 적용하여 대상자의 전방머리자세가 중립적인 위치에서 유지되는 장점이 있었고, 정상적인 위치의 회복은 연관된 통증과 기능의 문제점을 회복시키는 데 도움이 되었다. 또한, 선 자세에서 나머지 관절 위치에 영향을 줄 수 있는 발목관절에 중재를 적용했다는 점이 전방머리자세의 원인을 해결하는 데 도움이 된다고 사료된다.

본 연구의 제한점으로는 발목관절의 배측굴곡 각도에 따라 얼마만큼의 머리 자세 개선이 이뤄졌는지에 대한 측

정이 부족하였기 때문에 향후 연구에서는 발목관절의 상세 각도에 따른 문제점을 추가로 비교할 수 있는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 목 통증 환자 32명을 대상으로 전방머리자세에 대한 발목관절의 배측굴곡을 위한 전후방 멀리건 관절가동술이 미치는 영향에 대하여 알아보기 위해 실험군 16명, 대조군 16명을 대상으로 실시하였다.

그에 따른 연구 결과는 다음과 같다.

1. 두개척추각에서 실험군은 중재 전과 후 비교에서 유의한 향상이 있었다.
2. 압력 통증 역치에서 실험군과 대조군 모두 중재 전과 후 비교에서 유의한 향상이 있었고, 그룹 간 비교에서 유의한 차이가 있었다.
3. 경부기능장애지수에서 실험군과 대조군 모두 중재 전과 후 비교에서 유의한 향상이 있었고, 그룹 간 비교에서 유의한 차이가 있었다.

이러한 결과는 임상에서 전방머리자세를 동반한 목통증 환자에게 발목의 기능장애가 있는 경우 멀리건 관절가동술을 적용한다면 두개척추각과 통증, 기능장애에 효과적일 것이라 사료된다.

참고문헌

- Aliaa M, Omar M. Relationships between forward head posture and lumbopelvic sagittal alignment in older adults with chronic low back pain. *J Bodyw Mov Ther.* 2021;28:150-156. <http://doi:10.1016/j.jbmt.2021.07.036>.
- Braun BL, Amundson LR. Quantitative assessment of head and shoulder posture. *Arch Phys Med Rehabil.* 1989;70(4):322-329.
- Chanplakorn P, Sa-ngasoongsong P, Wongsak S, et al. The correlation between the sagittal lumbopelvic alignments in standing position and the risk factors influencing low back pain. *Orthop Rev (Pavia).* 2012;4(1):e11. doi: 10.4081/or.2012.e11.
- Chanplakorn P, Wongsak S, Woratanarat P, et al. Lumbopelvic alignment on standing lateral radiograph of adult volunteers and the classification in the sagittal alignment of lumbar

- spine. *Eur Spine J.* 2011;20(5):706-12. <http://doi:10.1007/s00586-010-1626-0>.
- Chiu TT, Law EY, Chiu TH. Performance of the craniocervical flexion test in subjects with and without chronic neck pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005;35(9):567-571. <http://doi:10.2519/jospt.2005.35.9.567>
- Choi YJ, Hwang R. Effect of cervical and thoracic stretching and strengthening exercise program on forward head posture. *The Journal of the Korea Contents Association.* 2011; 11(10):293-300. <http://doi:10.5392/jkca.2011.11.10.293>
- Collins N, Teys P, Vicenzino B. The initial effects of a Mulligan's mobilization with movement technique on dorsiflexion and pain in sub-acute ankle sprains. *Man Ther.* 2004;9:77-82. [http://doi:10.1016/S1356-689X\(03\)00101-2](http://doi:10.1016/S1356-689X(03)00101-2)
- Dimitriadis Z, Podogyros G, Polyviou D, et al. The reliability of lateral photography for the assessment of the forward head posture through four different angle-based analysis methods in healthy individuals. *Musculoskeletal Care.* 2015;13(3):179-186. <http://doi:10.1002/msc.1095>
- Joshi DG, Balthillaya G, Prabhu A. Effect of remote myofascial release on hamstring flexibility in asymptomatic individuals - A randomized clinical trial. *J Bodyw Mov Ther.* 2018;22(3):832-837. <http://doi:10.1016/j.jbmt.2018.01.008>
- Falla DL, Jull GA, 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;29(19):2108-2114. <http://doi:10.1097/01.brs.0000141170.89317.0e>
- Fernandez-De-Las-Penas C, Albert-Sanchis JC, Buil M, et al. Cross-sectional area of cervical multifidus muscle in females with chronic bilateral neck pain compared to controls. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(4):175-180. <http://doi:10.2519/jospt.2008.2598>
- Freeman MA, Dean MR, Hanham IW. The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J Bone Joint Surg Br.* 1965;47(4):678-685.
- Gupta BD, Aggarwal S, Gupta B, et al. Effect of deep cervical flexor training vs. conventional isometric training on forward head posture, pain, neck disability index in dentists suffering from chronic neck pain. *J Clin Diagn Res.* 2013;7(10):2261-2264. <http://doi:10.7860/JCDR/2013/6072.3487>
- Hack GD, Koritzer RT, Robinson WL, et al. Anatomic relation between the rectus capitis posterior minor muscle and the dura mater. *Spine.* 1995;20(23):2484-2486. <http://doi:10.1097/00007632-199512000-00003>
- Harman K, VCheryl L, Heather B. Effectiveness of an exercise program to improve forward head posture in normal adults: A randomized, controlled 10-week trial. *The JMMT.* 2005;13(3): 163-176. <http://doi.org/10.1179/106698105790824888>
- Horak FB. Clinical measurement of postural control in adults. *Phys Ther.* 1987;67(12):1881-1885. <http://doi:10.1093/ptj/67.12.1881>
- Hyong IH, Kim JH. The effect of forward head on ankle joint range of motion and static balance. *Journal of Physical Therapy Science.* 2012;24(9):925-927. <https://doi.org/10.1589/jpts.24.925>
- Jull GA, 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(6):696-701. <http://doi:10.1016/j.math.2009.05.004>
- Jensen K, Andersen HO, Olesen J, et al. Pressure-pain threshold in human temporal region. Evaluation of a new pressure algometer. *Pain.* 1986;25(3):313-323. [doi:10.1016/0304-3959\(86\)90235-6](doi:10.1016/0304-3959(86)90235-6)
- Kang MH, Yoon JY, Yang JL, et al. The effect of visual biofeedback on EMG activity of trunk muscles and endurance holding time for correct position during whole-body tilt exercise. *Phys Ther Korea.* 2011;18(1):9-17.
- Katherine H, Cheryl L, Hubley K, et al. Effectiveness of an exercise program to improve forward head posture in normal adults: A randomized,

- controlled 10-week trial. *The JMMT*. 2005;13(3):163-176. <https://doi.org/10.1179/106698105790824888>
- Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, et al. *Muscles Testing and Function with Posture and Pain*. 5th Ed. Lippincott, Williams&Wilkins, Baltimore. 2005.
- Kim CH, Kim, JY, Jung SH. The effect of McKenzie and Mulligan exercise training on the cervical spine. *The Journal of Korean Academy of Orthopedic Manual Therapy*. 2015;21(2):15-24.
- Kim JS. *The Study about the Effect of Chiropractic Physical Therapy on Patients with Cervical Hypolordosis*. Myongji University Dotoral Dissertation. 2006.
- Kim YJ, Lee SB, Jeon BS, et al. The effects of shoulder stabilization and thoracic extensor exercises combined with deep neck flexor exercise on posture and pressure pain threshold of physical therapist and occupational therapist with turtle neck syndrome. *The Journal of Korean Academy of Orthopedic Manual Therapy*. 2017;23(1):45-53.
- Knoller SM, Haag M. Paralysis of the foot as the first symptom of a herniated thoracic disc. *Zentralbl Neurochir*. 1999;60(4):191-195.
- Kong YS, Kim YM, Shim JM. The effect of modified cervical exercise on smartphone users with forward head posture. *Journal of Physical Therapy Science*. 2017;29(2):328-331. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.328>
- Kwon HC, Jung DH. A Study on control of posture and balance. *The Journal of Korean Society of Physical Therapy*. 1999;11(3):23-36.
- Lau HM, Chiu TT, Lam TH. Measurement of craniovertebral angle with electronic head posture instrument: Criterion validity. *J Rehabil Res Dev*. 2010;47(9):911-918. <https://doi.org/10.1682/jrrd.2010.01.0001>.
- Lee EW, Shin WS, Jung KS, et al. Reliability and validity of the neck disability index in neck pain patients. *Kor. Phys Ther*. 2007;14(3):97-106.
- Lee JS. Effects of Deep Cervical Flexion Exercise on Muscle endurance, Pain, Cervical alignment and Pulmonary function in Forward Head Posture Elderly. *Sahmyook University. Master Thesis*. 2019.
- Lluch E, Arguisuelas MD, Coloma PS, et al. Effects of deep cervical flexor training on pressure pain thresholds over myofascial trigger points in patients with chronic neck pain. *J Manipulative Physiol Ther*. 2013;36(9):604-611. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2013.08.004>
- Menz HB, Morris ME, Lord SR. Foot and ankle characteristics associated with impaired balance and functional ability in older people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005;60:1546-1552. <https://doi.org/10.1093/gerona/60.12.1546>
- Moon SH. The assessment study on which the forms of foot arch and planta have been changed according to the tilting of scapular & ilium. *Journal of Korean Physical Therapy Science*. 2000;7(2):219-232.
- Mulligan B. *The Mulligan Concept of Manual Therapy*, 1st ed. 2016.
- Myers TW. *Anatomy train: Myofascial meridians for manual and movement therapists*, 2nd ed. Elsevier Korea LLC. 2010;1(14):95-123.
- Nemmers TM, Miller JW, Hartman MD. Variability of the forward head posture in healthy community-dwelling older women. *J Geriatr Phys Ther*. 2009;32(1):10-14. <https://doi.org/10.1519/00139143-200932010-00003>
- Neumann DA. *Kinesiology of the musculoskeletal system-e-book: Foundations for rehabilitation*. Elsevier Health Sciences. 2013;1-725.
- Shaghayeghfard B, Ahmadi A, Maroufi N, et al. Correction to: Evaluation of forward head posture in sitting and standing positions. *Eur Spine J*. 2021;30(10):3135. <https://doi.org/10.1007/s00586-021-06923-z>
- Sahrmann S. *Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes*. Elsevier Health Sciences. 2001;1-459.
- Shumway C, Horak FB. Assessing the influence of sensory interaction on balance: Suggestion from the field. *Phys Ther*. 1986;66(10):1548-

1550. <https://doi.org/10.1093/ptj/66.10.1548>
- Tozzi P. Selected fascial aspects of osteopathic practice. *J Bodyw Mov Ther.* 2012;16(4):503-519. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2012.02.003>
- Vernon H, Mior S. The neck disability index: A study of reliability and validity. *J Manipulative Physiol Ther.* 1991;14(7):409-415.
- Vincenzino B, Hing W, Rivett D. *Mobilisation with Movement: The Art and The Science.* Elsevier Australia. 2011.
- Vincenzino B, Branjerdporn M, Teys P, et al. Initial changes in posterior talar glide and dorsiflexion of the ankle after mobilization with movement in individuals with recurrent ankle sprain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36:464-471. <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.2265>
- Watson DH, Trott PH. Cervical headache: an investigation of natural head posture and upper cervical flexor muscle performance. *Cephalalgia.* 1993;13(4):272-284.
- Brian R. Mulligan. *Manual Therapy "NAGS", "SNAGS", "MWMS" etc,* 5th edition. 2011.
- Yoo WG, Park SY, Lee MR. Relationship between active cervical range of motion and flexion-relaxation ratio in asymptomatic computer workers. *J Physiol Anthropol.* 2011;30(5):203-207. <https://doi.org/10.2114/jpa2.30.203>.
- 논문접수일(Date received) : 2022년 11월 03일
논문수정일(Date Revised) : 2022년 12월 05일
논문게재확정일(Date Accepted) : 2022년 12월 06일