

목 근육에 대한 근에너지기법 적용이 전방머리자세에 미치는 영향

김현수¹ · 이건철^{1*} · 김대진² · 안정훈³

¹ 경남정보대학교 물리치료과 교수, ²365 하하병원 물리치료실 실장, ³만세 365 병원 물리치료사

The Effect of Applying the Muscle Energy Technique to Neck Muscles on the Forward Head Posture

Hyeon-Su Kim, PT, Ph.D¹ · Keon-Cheol Lee, PT, Ph.D^{1*} · Dae-Jin Kim, PT² · Jeong-Hoon Ahn, PT³

¹Dept. of Physical Therapy, Kyungnam College of Information & Technology, Professor

²Dept. of Physical Therapy, 365Haha Hospital, Manager

³Dept. of Physical Therapy, Manse365 Hospital, Physical Therapist

Abstract

Purpose : The purpose of this study is to compare muscle activity after applying two muscle energy techniques (MET) to subjects with forward head posture to see if the post isometric relaxation (PIR) technique is more effective than the reciprocal inhibition (RI) technique.

Methods : The muscle activity was measured using EMG after applying the PIR and RI techniques to 30 adults at K College. Subjects were selected for forward head posture whose ear center was 2.5 cm front of the center of the shoulder. EMG equipment was used to measure muscle activity, and the measurement sites were measured in cervical flexor and extensor muscles. The experiment period was performed once a week for a total of two weeks, and after the pre-measurement was performed for 5 minutes PIR and RI exercise. In the PIR technique, the head is tilted back in a sitting position, and the experimenter applies resistance with the same force for 7~10 seconds and repeats 3-5 times after rest. In the RI technique, in a sitting position, the subject gives the force to bend the head forward, and the experimenter applies resistance with the same force for 7 to 10 seconds, and repeats 3 to 5 times after rest.

Results : The result is same as the following. In the comparison of muscle activity, there was a significant decrease in both PIR and RI at 1 and 2 weeks. And there was a greater decrease in muscle activity in PIR. There was no difference in the comparison of decrease in muscle activity at 1 week and 2 week.

Conclusion : Both PIR and RI can be said to be effective in improving the function of the forward head posture in the neck muscles. Therefore, the selection of the two techniques in clinical practice should be appropriately performed under the judgment of experts according to the patient's situation.

Key Words : forward head posture, MET, muscle activity, PIR, RI

*교신저자 : 이건철, kitpt2002@nate.com

논문접수일 : 2021년 1월 22일 | 수정일 : 2021년 2월 5일 | 게재승인일 : 2021년 2월 10일

I. 서론

1. 연구의 필요성

산업안전공단(2014)이 근육뼈대계 질환자를 대상으로 조사한 바에 의하면, 목과 허리 염좌(59.7 %)가 가장 많았다. 또한 습관적으로 불안정한 자세를 취하거나 과도하게 반복되는 작업을 하는 인구의 67 %는 만성적인 목 통증을 경험하고 있다(Jung, 2012). 목 통증이 만성화되면 다양한 치료적인 접근에도 불구하고 회복하는 데 어려움이 있으며(Kim 등, 2010), 관절가동범위 제한, 근 긴장도 증가, 목 통증 증가 등과 같은 목 기능장애를 동반한 정서지표(스트레스, 우울증, 심리적 안정감)에도 악영향을 미치게 된다(Jung, 2012).

목 통증과 기능장애를 만드는 대표적인 비정상적 자세 중에서 전방머리자세(forward head posture)가 가장 흔하게 관찰할 수 있는 유형 중 하나이다(Akodu 등, 2018). 전방머리자세는 해부학적인 정상 선상에 대해 머리가 앞으로 이동한 자세에서 머리를 뒤쪽으로 회전한 형태를 취하게 된다(Won 등, 2011). 이러한 비정상적 자세는 머리, 목에 통증을 유발하는 원인이 되며 사물을 잘 보기 위하여 머리를 앞으로 이동시키고 이러한 자세는 자세 유지 근육들의 길이와 안정 시 기능을 변환시켜 머리가 앞으로 이동하는 자세로 전환된다고 보고하였다(Neumann, 2002). 이 자세를 지속적으로 유지하게 되는 경우 어깨뼈 뒤당김근과 깊은 목 굽힘근들은 약화되고 반대로 가슴근과 목 펴는근들이 짧아지게 되어 목의 정상적 앞굽이를 상실하게 된다(Katherine & Cheryl, 2005).

근육은 과긴장이나 과수축 상태가 되면 구조적으로 허혈 상태가 유발되고, 근육의 대사, 에너지 부족 상태가 되면서 근육 긴장도가 높아지게 되어 통증 유발점을 형성한다(Sola & Bonica, 1990). 임상에서 근육의 긴장도가 높아짐으로 발생하는 문제를 치료하기 위해 근에너지기법, 수동뻘침운동, 심부마찰마사지, 허혈성압박, 초음파 치료 등 여러 가지 중재 방법들을 적용할 수 있다. 관절 및 신체 내 물렁조직의 뻘침에 양호한 효과를 보이는데 최근 들어 근육뼈대계 통증 감소와 관절가동범위의 증진을 위해서 근에너지기법(Muscle energy technique;

MET)이 많이 사용되고 있다(Joo 등, 2007).

근에너지기법이란 치료사에 의해 정확하게 조절된 자세와 일정한 저항에 대항하여 치료사의 지시에 따라 신체를 자발적으로 움직이면서 실시하는 진단과 치료라고 정의하고 있는데(Choi, 2017), 일반적으로 근에너지기법은 등척성(isometric) 수축, 동심성 등장성(concentric isotonic) 수축, 편심성 등장성(eccentric isotonic) 수축, 등분성(isolytic) 수축 등을 이용하여 단축 또는 구축된 근육이나 경련성 근육의 뻘침(lengthening), 생리학적으로 약화된 근육이나 근육군의 근력강화, 국소부종의 감소, 운동성이 감소된 관절의 가동기법 등에 사용되고 있다(Chaitow & Crenshaw, 2006).

이러한 근에너지기법에서 기법 중에서 등척성 수축 후 이완 기법(Post isometric relaxation; PIR)은 뻘침시킬 근육을 대상자의 통증 유발 전의 중간 범위에 위치시키고, 약 20 % 정도의 힘으로 7~10 초간 등척성 수축 후 이완하면서 가볍게 뻘침시키는 기법이며, 또 다른 방법인 상호억제 기법(Reciprocal inhibition; RI)은 외상이나 통증이 심한 단축 조직의 이완을 위해 사용하는 방법으로 한 근육이 등척성 수축을 할 때 대항근은 억제되어 이완된다는 점을 이용하여 근육을 단축시킨 자세에서 10 초간 강한 대항근 등척성 수축을 하고 이완 후 부드럽게 작용근에 뻘침을 적용하는 기법이다(Chaitow & Crenshaw, 2006).

근에너지기법은 짧아진 물렁조직에 효과적이며, 특히 선행연구에서 단축 또는 구축된 짧아진 근육에 뻘침기법 적용 후 최대 등척성 근수축 시 근활성도는 감소한다고 하였다(McHugh & Nesse, 2008). 하지만 선행연구에서는 근에너지기법 중 등척성 수축 후 이완 기법만이 적용된 사례가 대부분이었다(Lim 등, 2009). 반면, 근에너지기법 중 등척성 수축 후 이완 기법과 상호억제 기법을 직접적으로 비교한 연구는 찾기가 어려웠다. 등척성 수축 후 이완기법과 상호억제기법의 적용 시에 근 이완이 일어나는 신경학적 기전을 보면 직접적인 방법으로 등척성 수축 후 이완 기법은 자가 억제(autogenic inhibition)에 의해 근 이완이 일어나는 것이고, 상호억제 기법은 간접적인 방법으로 상호 억제(reciprocal inhibition)에 의해 근 이완이 일어나는 것으로 구분이 된다(Adler 등, 2008, Chaitow, 2001). 그러므로 두 방법 간의 효과에도

차이가 있을 것이라고 생각된다.

따라서 본 연구에서는 전방머리자세를 가진 대상자에게 근에너지기법 두 가지를 적용하고 목 근육의 근활성도를 비교하여 등척성 수축 후 이완 기법과 상호억제 기법을 비교하여 더 효과적인 방법을 알아보려고 한다.

II. 연구방법

1. 연구의 대상자

본 연구는 부산의 K 대학교 재학생 중 전방머리자세를 보이는 남·여 30 명을 대상으로 임의표본 추출하여

등척성 수축 후 이완 기법 적용 그룹과 상호억제 기법 적용 그룹으로 나누어 실시하였다. 연구대상자의 선정기준은 연구의 목적과 방법에 대하여 충분히 이해하고 실험 참여에 동의한 자, 선천적이나 후천적인 근육뼈대계 질환을 가지지 않은 자, 전신자세측정시스템을 통한 자세측정 결과 전방머리자세에 해당하는 자(귀의 중심이 어깨의 중심보다 2.5 cm 이상 앞에 위치한 자)(Salahzadeh 등, 2014), 목 장애지수 사전평가에서 경미한 장애에 해당하는 5 점~14 점 인자(Kang & Yang, 2018)로 하였다.

모든 연구 대상자는 실험 전에 연구의 목적과 실험 방법에 대해서 구체적인 설명을 듣고 실험에 동의하였고 연구 참여 동의서에 서명하였다. 연구대상자의 일반적인 특성은 다음과 같다(Table 1).

Table 1. General physical characteristics of subjects (n=30)

Variables	PIR	RI
Age (yr)	22.41±2.03	22.00±1.00
Height (cm)	173.71±6.28	171.46±5.67
Body weight (kg)	69.00±9.86	69.77±7.07
BMI (kg/m)	22.82±2.61	23.02±3.33
GPS distance (cm)	2.92±0.57	2.83±0.20

PIR; post isometric relaxation, RI; reciprocal inhibition

2. 연구방법

1) 적용방법

(1) 등척성 후 이완 기법(Post isometric relaxation; PIR)
목 펴근에 대한 등척성 후 이완 기법을 위해 대상자는



Fig 1. PIR technique for neck extensor

바로 누운자세에서 머리를 뒤로 젖히는 힘을 주고 중재자는 복장뼈를 고정주고, 뒷머리뼈 아래에 목 펴근에 대한 저항을 주었다. 중재자는 대상자와 같은 힘으로 저항을 7~10 초간 실시한다. 지속 후 휴식 3~5 회 반복해서 실시한다(Fig 1)(Park, 2007).

(2) 상호억제 기법(Reciprocal inhibition; RI)

목 펴근에 대한 상호억제 기법을 위해 대상자는 바로 누운자세에서 머리를 앞으로 굽히는 힘을 주고 중재자는 뒷머리뼈에 보조를 주고, 목 굽힘근에 대한 저항을 주었다. 중재자는 대상자와 같은 힘으로 저항을 7~10 초간 실시한다. 지속 후 휴식 3~5 회 반복해서 실시한다(Fig 2)(Park, 2007).



Fig 2. RI technique for neck extensor

3. 측정도구 및 방법

1) 전신자세측정시스템

본 연구의 전방머리자세 대상자의 선정을 위한 자세 측정은 전신자세측정시스템(GPS 400, Red Balance, Italy)을 이용하였다. 전신자세측정시스템은 사진 촬영으로 자세변화 측정을 하여 신체의 전·후와 좌·우 모습을 수직선, 수평선, 중심선을 이용하여 신체의 비대칭을 알아볼 수 있는 도구이다(Song 등, 2014). 자세측정을 위해 3 m 거리에서 실험자는 선 자세에서 시상면상의 같은 자리에서 카메라 촬영을 하여 어깨봉우리뼈에 스티커를 부착하고 귀의 바깥귀길 중심선과 어깨봉우리뼈를 축으로 수직선을 그었을 때 두 선 사이의 거리를 측정하였다(Fig 3).

전방머리자세군의 선정분류 기준은 뉴욕 주 자세 판정기준(Lee, 2011)에 따라 발목뼈, 어깨봉우리뼈, 귀의 바깥귀길 중심선이 정상선에서 2.5 cm 이상 벗어난 자를 선정하였다(Salahzadeh 등, 2014).

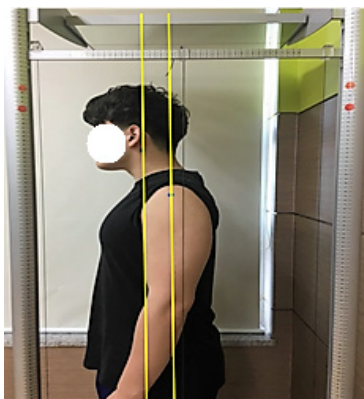


Fig 3. GPS 400

2) 표면 근전도

본 연구에서는 근에너지기법이 전방머리자세의 목뼈 굽힘근과 펴근의 근활성도를 측정하기 위해 표면전극을 이용하여 근 전체의 합성단위를 도출하는 무선 표면 근전도기(Telemyo-DTS, NORAXON, USA)를 사용하였다.

피부에서 생성된 근전도 신호에 대한 저항력을 최소화시키기 위해 알코올 솜으로 이물질(피부)을 닦아낸 후 전극을 부착하였다. 기록전극은 왼쪽 목빗근, 오른쪽 목빗근, 왼쪽 목 펴근, 오른쪽 목 펴근에 부착하였으며, 목의 굽힘과 펴의 5 초 동안 최대 수의적 등척성 수축(maximal voluntary isometric contraction; MVIC)을 유도한 후, 처음과 마지막 1 초를 제외한 3 초 동안의 평균값을 측정하였다(Fig 4).

기법 적용 전 사전측정 후 등척성 수축 후 이완 기법 적용과 상호억제 기법을 5 분 정도 실시하였다. 각 운동 사이 휴식시간은 2 분으로 하였다.



Fig 4. EMG measurement

4. 자료분석

본 연구에서 수집된 자료는 윈도우용 SPSS version 25.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 1 주차와 2 주차에서 근활성도 차이를 비교하기 위하여 등척성 후 이완 기법과 상호억제 기법 적용 전·후 비교를 위해 대응표본 t 검정(paired t-test)를 실시하였다. 통계학적 유의 수준 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 등척성 후 이완 기법 적용에 따른 근활성도 변화

1 주차 등척성 후 이완 기법 적용 전과 후에서 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 차이 값 비교는 왼쪽 목빗근 2.69 ± 0.95 이고, 오른쪽 목빗근 2.90 ± 1.14 , 왼쪽 목 펴

근 3.91 ± 1.81 , 오른쪽 목 펴근 3.76 ± 1.68 로 나타났다 (Table 2).

2 주차 등척성 후 이완 기법 적용 전과 후에서도 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 차이 값 비교는 왼쪽 목빗근 2.79 ± 1.11 이고, 오른쪽 목빗근 2.83 ± 0.99 , 왼쪽 목 펴근 2.56 ± 1.03 , 오른쪽 목 펴근 2.37 ± 1.05 로 나타났다 (Table 3).

Table 2. Variation of muscular activity by PIR technique to 1 week (unit: μV)

Muscle	Pre	Post	Difference values	t	p
Lt. SCM	18.59±4.89	15.90±4.72	2.69±0.95	15.537	.000
Rt. SCM	19.06±3.55	16.16±3.42	2.90±1.14	13.975	.000
Lt. extensor	14.75±4.09	10.84±3.66	3.91±1.81	11.809	.000
Rt. extensor	15.26±4.02	11.50±3.90	3.76±1.68	12.225	.000

SCM; sternocleidocipitomastoid

Table 3. Variation of muscular activity by PIR technique to 2 week (unit: μV)

Muscle	Pre	Post	Difference values	t	p
Lt. SCM	18.19±4.86	15.40±4.81	2.79±0.95	15.537	.000
Rt. SCM	18.46±3.63	15.63±3.74	2.83±0.99	15.642	.000
Lt. extensor	14.49±4.09	11.93±3.93	2.56±1.03	13.638	.000
Rt. extensor	14.93±4.03	12.55±3.98	2.37±1.05	12.342	.000

SCM; sternocleidocipitomastoid

2. 상호억제 기법 적용에 따른 근활성도 변화

1 주차 상호억제 기법 적용 전과 후에서 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 차이 값 비교는 왼쪽 목빗근 1.11 ± 0.53

이고, 오른쪽 목빗근 0.94 ± 0.64 , 왼쪽 목 펴근 0.64 ± 0.37 , 오른쪽 목 펴근 0.78 ± 0.48 로 나타났다 (Table 4).

2 주차 상호억제 기법 적용 전과 후에서도 유의한

Table 4. Variation of muscular activity by RI technique to 1 week (unit: μV)

Muscle	Pre	Post	Difference values	t	p
Lt. SCM	17.97±4.57	16.86±4.50	1.11±0.53	11.444	.000
Rt. SCM	18.22±3.53	17.28±3.50	0.94±0.64	8.123	.000
Lt. extensor	14.33±3.50	13.69±3.52	0.64±0.37	9.359	.000
Rt. extensor	15.00±3.90	14.22±3.81	0.78±0.48	8.824	.000

SCM; sternocleidocipitomastoid

차이가 있었다($p < .05$). 차이 값 비교는 왼쪽 목빗근 0.80 ± 0.39 이고, 오른쪽 목빗근 0.86 ± 0.58 , 왼쪽 목 펴

근 0.68 ± 0.47 , 오른쪽 목 펴근 0.68 ± 0.40 로 나타났다 (Table 5).

Table 5. Variation of muscular activity by RI technique to 2 week (unit: μV)

Muscle	Pre	Post	Difference values	t	p
Lt. SCM	17.83±4.45	17.03±4.43	0.80±0.39	11.250	.000
Rt. SCM	18.09±3.57	17.23±3.39	0.86±0.58	8.077	.000
Lt. extensor	14.14±3.45	13.46±3.25	0.68±0.47	7.915	.000
Rt. extensor	14.61±3.39	13.92±3.23	0.68±0.40	9.254	.000

SCM; sternocleidoccpitomastoid

IV. 고 찰

최근 들어 근육뼈대계 통증 감소와 관절가동범위의 증진을 위해서 근에너지기법이 많이 사용되고 있다(Joo, 2007). 특히, 근에너지기법은 작용근과 대항근의 근수축을 이용하여 단축이나 구축이 있는 근육의 이완과 길이를 조절하는 방법이다 Chaitow & Crenshaw, 2006).

본 연구는 전방머리자세를 가진 대상자에게 근에너지기법 두 가지를 적용하고 목 근육의 근활성도를 비교하여 등척성 후 이완 기법과 상호억제 기법 중 더 효과적인 방법을 알아보려고 하였다.

근에너지기법은 아급성기부터 만성기까지 근육의 단축이나 근섬유화가 있을 때 매우 효과적인 치료 방법이며(Nicholas, 2008), 효과에 대한 많은 선행연구들이 있다. Lee(2017)는 근에너지기법이 수동뺨침운동과 심부마찰마사지보다 큰허리근의 근육 두께를 변화시키는 중재 방법으로 효과적이라고 하였고, 카이로프랙틱과 근에너지기법을 복합적으로 활용한 연구에서는 근에너지기법 적용 시 만성 목 통증 환자의 가동범위와 통증에 효과가 있었다는 Park 등(2007)의 연구와 어깨 유착성 관절낭염 환자에게 관절 가동범위가 증진되었다는 연구(Contractor 등, 2016) 등 있다. 또한 근에너지기법은 동결견 환자의 어깨 관절 통증 감소에서 관절가동술 보다 효과적이라고 하였으며, 기능장애 개선과 관절가동범위 증가에도 긍정적인 영향을 미친다고 하였다(Kumar, 2015; Suri &

Anand, 2013).

근에너지기법은 기존의 긴장된 근육을 수동적으로 늘려주는 치료 접근법과는 달리, 치료자의 힘과 환자의 힘이 정확하게 일치하는 등척성 운동 후 해당 근육의 대항근에 상호 억제(RI)반응이 일어나게 하며, 또한 수축하고 있는 근육에는 수축 후 이완(PIR)효과를 이용하게 되는 것이다(Cha 등, 2012). 근에너지기법에는 다양한 기법이 존재하는 데 대부분의 논문에서는 근에너지기법 중 등척성 후 이완 기법만이 적용된 사례가 대부분이었고, 다른 치료와 병행하는 연구들이 많았다. 반면 근에너지기법 중 등척성 후 이완 기법과 상호억제 기법을 단독 적용 후 비교하거나 기법 간의 직접 비교 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 등척성 후 이완 기법과 상호억제 기법을 비교하기 위해 기법의 적용을 1 주와 2 주로 나누어 실시하였다. 기법 적용 전 목 근육의 근활성도를 측정하고 기법 적용 후 비교하였다. 목 근육의 근활성도 감소가 기능장애 개선에 영향을 미친다는 선행연구에서 Falla 등(2004)은 10 명의 만성 목 통증 환자와 10 명의 건강한 대상자들에게 깊은 목 굽힘 운동을 시행하는 동안 목빗근의 근활성도를 측정하여 비교 분석한 결과 만성 목 통증 환자들은 건강한 대상자에 비해 목빗근의 활성도가 증가되어 있다고 하였고, Zito 등(2006)은 27 명의 경추성 두통 환자와 25 명의 편두통 환자 그리고 25 명의 건강한 대상자를 모집하여 머리 목 굽힘 운동을 시행하

V. 결 론

는 동안 각 그룹의 목빗근의 활성도를 비교한 결과 경추성 두통 그룹에서 목빗근의 근활성도가 다른 그룹에 비해 높게 나타났다. 본 연구에서는 1 주와 2 주 모두에서 등척성 후 이완 기법과 상호억제 기법 적용 후 근활성도에서 감소가 있었고 유의한 차이가 있었다. 또한 기법 간 차이 비교에서는 등척성 후 이완 기법이 상호억제 기법보다 적용 후 목의 굽힘근과 펴기근 모두에서 더 큰 감소를 보였다. 이러한 연구 결과에서 보듯이 본 연구에서의 목 근육의 근활성도 감소는 목의 통증 및 기능개선에 효과적이라고 할 수 있다. 하지만 1 주차와 2 주차의 감소된 근활성도 비교에서는 큰 차이가 없는 것으로 나타나서 기법의 적용 시 처음 적용이나(1 주차) 일정 시간이 흐른 뒤인 2 주차에 적용하거나 근활성도 감소에서 두 기법 모두 차이는 없었다.

Nachtwey 와 Stricker(2003)는 넙다리뒤근의 유연성 개선을 위해 유지-이완 기법에서 넙다리뒤근을 등척성 수축하는 직접적 방법과 넙다리내갈래근을 등척성 수축하는 간접적 방법을 적용하였을 때 두 방법 모두에서 유의한 증가가 있었으며, 두 방법 간에는 차이가 없다고 하였다. Nagrwal 등(2010)은 작용근을 동반한 수축-이완 기법이 수축-이완기법이나 유지-이완에 비해 효과적이라고 보고하였고, Youdas 등(2010)의 연구에서는 간접적 방법이 효과적이라고 하였다. 수축-이완 기법은 직접적 방법으로 자가억제에 의해 근 이완을 일으키고, 작용근을 동반한 수축-이완 기법은 수축-이완 기법을 적용한 후 즉시 바로 수동으로 다시 뻗었다 후 단축이 있는 근육의 반대 근육에 근수축하는 방법이다. 본 연구에서도 근에너지기법 중 등척성 후 이완 기법이라는 직접적 방법과 상호억제 기법이라는 간접적 방법을 적용함에 있어 두 기법 모두 근활성도의 변화로 전방머리자세에 효과적임을 알 수 있었다.

본 연구에서는 목 근육의 근활성도에 대한 연구 결과를 가지고 전방머리자세에 대한 두 기법의 효과를 비교하였다. 하지만 근활성도라는 연구의 결과만으로 두 기법 간의 차이가 있다고 단정할 수는 없으며, 목 근육의 근활성도 외에 기능장애에 대한 다양한 여러 평가가 필요하다. 따라서 이러한 제한점으로 추후 연구에서는 연구기간과 대상자의 수, 자세변화, 관절가동범위, 통증 등이 고려된 연구들이 필요할 것이라 생각된다.

본 연구는 전방머리자세를 가진 대상자의 목 근육에 등척성 후 이완 기법과 상호억제 기법의 근활성도를 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 등척성 후 이완 기법과 상호억제 기법 적용 시 모두 목 근육에서 근활성도에 유의한 감소가 있어 목 근육의 단축이나 구축으로 인한 전방머리자세의 기능개선에 효과적이라고 할 수 있다. 기존 연구에서 근에너지기법 중 등척성 후 이완 기법만이 적용된 사례가 많았지만 본 연구의 결과를 보면 상호억제 기법 또한 전방머리자세에 긍정적인 효과가 있음을 알 수 있었다. 따라서 임상에서 등척성 후 이완 기법이라는 직접적 방법과 상호억제 기법이라는 간접적 방법을 적용함에 있어서 두 기법의 단독적용 또는 병행 적용의 선택은 환자의 상황에 따라 전문가의 판단 아래 적절히 시행되어야 할 것이다.

참고문헌

- Adler SS, Beckers D, Buck M(2008). PNF in practice: an illustrated guide. 3rd ed, Berlin, Springer-Verlag, pp.155-167.
- Agrawal SS(2016). Comparison between post isometric relaxation and reciprocal inhibition manuever on hamstring flexibility in young healthy adults: randomizaed clinical trial. *Int J Med Res Health Sci*, 5(1), 33-37. <https://doi.org/10.5958/2319-5886.2016.00008.4>.
- Akodu AK, Akinbo SR, Young QO(2018). Correlation among smartphone addiction, craniovertebral angle, scapular dyskinesis, and selected anthropometric variables in physiotherapy undergraduates. *J Taibah Univ Med Sci*, 13(6), 528-534. <https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2018.09.001>.
- Chaitow L(2001). Muscle energy techniques. 2nd ed, New York, Churchill Livingstone, pp.218.
- Chaitow L, Crenshaw K(2006). Muscle energy techniques. 4th ed, New York, Elsevier, pp.319.

- Cha SJ, Im Ck, Kim KJ(2012). Study on relationship between meridian muscles and modern manual therapy centered on positional release therapy and muscle energy techniques. *J Physiol Pathol Korean Med*, 26(5), 630-640.
- Choi IS(2017). The effects of the combination of muscle energy technique and acupressure on pain, range of motion, muscle strength and disability in patient with frozen shoulder. Graduate school of Sahmyook University, Republic of Korea, Master's thesis.
- Contractor ES, Agnihotri DS, Patel RM(2016). Effect of spencer muscle energy technique on pain and functional disability in cases of adhesive capsulitis of shoulder joint. *IAIM*, 3(8), 126-131.
- Falla DL, Jull GA, Hodges PW(2004). Patients with neck pain demonstrate reduced electromyographic activity of the deep cervical flexor muscles during performance of the craniocervical flexion test. *Spine*, 29(19), 2108-2114. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000141170.89317.0e>.
- Jung MG(2012). The effects of proper posture memorizing exercise on neck disability index and pain in workers with chronic neck pain. Graduate school of Yonsei University, Republic of Korea, Master's thesis.
- Joo DY, Kim YB, Jung DH, et al(2007). The effects of compound program of muscle energy technique and therapeutic massage on patient with chronic low back pain. *Res On Phys Fitness*, 29(1), 87-98.
- Kang HJ, Yang HS(2018). The effects of the action observation and visual feedback convergence exercise on the alignment, pain and function of forward head posture and round shoulder posture. *J Korea Converg Soc*, 9(12), 123-128. <https://doi.org/10.15207/JKCS.2018.9.12.123>.
- Katherine H, Cheryl L(2005). Effectiveness of an exercise program to improve forward head posture in normal adults: a randomized, controlled 10-week trial. 13(3), 163-176. <https://doi.org/10.1179/106698105790824888>.
- Kim SH, Kwon BA, Lee WH, et al(2010). Effects of cervical spinal stabilization training in private security on chronic neck pain and cervical function, neck pain, ROM. *Korean Security J*, 1(25), 89-107.
- Kumar A(2015). A comparative study on the efficacy of Maitland's mobilization and muscle energy technique on frozen shoulder. *Indian J Physiother Occup Ther*, 9(4), 39-43. <https://doi.org/10.5958/0973-5674.2015.00143.4>.
- Lee DH(2011). (The) effects of balance exercise and stretching exercise on forward head posture. Graduate school of Daegu University, Republic of Korea, Doctoral dissertation.
- Lee HJ(2017). Immediate effects of muscle energy technique on pelvic angle, muscle tone, muscle thickness of psoas major muscle in patients with low back pain with hip flexor shortening. Graduate school of Baekseok University, Republic of Korea, Master's thesis.
- Lee HO, Park DJ(2012). Scapular stabilizing muscle activity during PNF backward rocking exercise in four point kneeling. *PNF and Movement*, 10(3), 1-6.
- Lim SH, Son JM, Park DS, et al(2009). A comparative study on the muscle energy technique (MET) and stretching exercise effect of hamstring flexibility improvement. *J Oriental Rehab Med*, 19(1), 201-211.
- Nachtwey MN, Stricker K(2003). Effects of the PNF-hold-relax-technique, direct and indirect, on hamstring muscle flexibility. *Inter Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association; IPNFA Report*.
- Nagarwal AK, Zutshi K, Ram CS, et al(2010). Improvement of hamstring flexibility: a comparison between two PNF stretching technique. *Int J Sports Sci Engineering*, 4(1), 25-33.
- Neumann DA(2002). *Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for physical rehabilitation*. 1st ed, St. Louis, Mosby, pp.597.
- Nicholas AS, Nicholas EA(2008). *Atlas of osteopathic techniques*. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, pp.506.
- Park GH, Kim BW, Kim CW(2007). The effect of chiropractic & MET therapy on the ROM of cervical

- joint and the level of pains in the patients with chronic subluxation complex. *J Korea Sport Res*, 18(6), 789-800.
- Sola AE, Bonica JJ(1990). *Myofascial pain syndromes*. 2nd ed, Philadelphia, Lea & Febiger, pp.352-367.
- Suri SA, Anand M(2013). Comparative study on the effectiveness of Maitland mobilization technique versus muscle energy technique in treatment of shoulder adhesive capsulitis. *Indian J Physiother Occup Ther*, 7(4), 1-6. <https://doi.org/10.5958/j.0973-5674.7.4.112>.
- Won DY, Kim SY, Kim YS, et al(2011). The effects of the neck extensor strength exercise and the thoracic extensor strength exercise on the forward head posture and the cervical range of motion. *J Korean Phys Ther Sci*, 18(2), 41-49.
- Youdas JW, Haeflinger KM, Kreun MK, et al(2010). The efficacy of two modified proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques in subjects with reduced hamstring muscle length. *Physiotherapy Theory Practice*, 26(4), 240-250. <https://doi.org/10.3109/09593980903015292>.
- Zito G, Jull G, Story I(2006). Clinical tests of musculoskeletal dysfunction in the diagnosis of cervicogenic headache. *Man Ther*, 11(2), 118-129. <https://doi.org/10.1016/j.math.2005.04.007>.
- Korea Occupational Safety & Health Agency. Analysis of industrial accident status, 2014. Available at <http://www.kosha.or.kr/kosha/data/industrialAccidentCause.do?mode=view&articleo=347626&article.offset=0&articleLimit=10> Accessed December 25, 2020.