

# 일반인에서의 근에너지 기법 시술 전과 후의 척추기립근 경근전도 변화

최진서 · 안재민 · 박동수 · 정수현 · 김순중

세명대학교 한의과대학 한방재활의학과교실

Received : 2012. 11. 20 Reviewed : 2012. 12. 3 Accepted : 2012. 12. 12

## The Clinical Study of Muscle Energy Techniques in Elector Spinae Muscle through Meridian Electromyography on Subjects

Jin-Seo Choi, O.M.D. · Jae-Min Ahn, O.M.D. · Dong-Su Park, O.M.D.  
Su-Hyeon Jeong, O.M.D. · Soon-Joong Kim, O.M.D.

*Dept. of Oriental Rehabilitation Medicine, college of Oriental Medicine, Se-Myung University*

**Objectives** : To evaluate the clinical utility of Muscle Energy Techniques(MET) in Elector Spinae Muscle on subjects.

**Methods** : We compared electrical activity between a before MET and a after MET in Elector Spinae Muscle on subjects in same group(n=26) in dynamic flexion-reextension state during five seconds. We analyzed amplitudes and areas of electrical activity and Asymmetry Index(AI) and Median Edge Frequency(MEF).

**Results** : 1. After MET in Elector Spinae Muscle on subjects were lower electrical activity than before MET in Elector Spinae Muscle on subjects but it is not a pointless observation( $p<0.05$ ).  
2. AI of the after MET in Elector Spinae Muscle on subjects significantly decreased compared with before MET in Elector Spinae Muscle on subjects( $p<0.05$ ).  
3. MEF of the after MET in Elector Spinae Muscle on subjects decreased compared with before MET in Elector Spinae Muscle on subjects but it is not a pointless observation( $p<0.05$ ).

**Conclusions** : According to above results, there is clinical effect MET on subjects.

**Key Words** : Muscle Energy Techniques, Meridian Electromyography, Elector Spinae Muscle, Root Mean Square.

## I. 서론

질병치료를 위한 한방의료기관을 이용하는 목적 중 가장 높은 비율을 차지하는 것이 요통이고 4번째가 허리 염좌일 정도로 요통은 흔한 질환이며<sup>1)</sup>, 최근

25년간 지속적으로 요통으로 인한 사회적 비용이 증가하고 있는 실정이다<sup>2)</sup>. 이런 현실에 비추어 볼 때 요통의 치료뿐 아니라 요통의 발생을 줄이기 위한 노력도 중요하다.

요통에는 많은 원인이 있으며 그 중 하나로 근육사

■ 교신저자 : 김순중, 충청북도 제천시 세명로 65 세명대학교 부속 한방병원 한방재활의학과교실  
Tel : (043) 649-1920 Fax : (043) 645-1382 E-mail : kimsj@semyung.ac.kr

이에 불균형에 의한 통증 유발 즉, 척추 후방 근육인 양측 척추기립근 사이의 불균형에 의한 요통 발생도 예상할 수 있다<sup>3)</sup>.

척추기립근은 직립자세를 일으키는 근육으로, 중력에 대해 항시 긴장 상태에 놓여있으며, 근육의 약화나 과긴장은 척추의 만곡에 관여되어 체형을 불균형을 일으키게 된다<sup>4)</sup>. 척추기립근은 체표에서 쉽게 촉지가 가능한 근육이며 치료에 많이 사용하지만 건강 상태 유지에 관한 연구는 부족한 실정이다.

추나의학(Chuna Manual Medicine)이란 양적 요소인 기능과 음적 요소인 구조간의 계통적 상호관련성을 기초로 인체의 불균형한 근골격계 구조를 정형 의학적 방법으로 회복하고 기능적 균형을 이루도록 하는 것으로, 기혈을 정상적으로 순환시켜 증상을 개선하고 질병의 원인이 되는 요소들을 자연 치유력으로 스스로 제거하여 질병이 발생하지 않도록 미리 양생하는 방법을 연구하는 학문이다<sup>5)</sup>.

근에너지 기법(Muscle Energy Techniques, MET)은 환자에 의해 시작되는 등척성·등장성 수축을 통합하는 것으로<sup>6)</sup>, 이는 한의학적 경근 추나와 유사성을 찾을 수 있다<sup>7)</sup>. 근에너지 기법을 이용한 일반인을 대상으로 한 연구는 슬괵근의 근육 신장에 유의한 효과를 보고한 연구<sup>8)</sup>, 슬관절 신전 범위 증가에 유의한 효과를 보고한 연구<sup>9)</sup>, 척추 신전근에 대한 Modified fingertip-to-floor(MFIF)의 유의한 증가를 보고한 연구<sup>10)</sup>와 경추부의 회전과 측굴에 유의한 증가를 보고한 연구<sup>11)</sup>가 있었으나 일반인을 대상으로 한 연구 중 근에너지 기법의 효과를 근전도로 연구한 사례는 찾을 수 없었다.

이에 저자는 일반인을 대상으로 척추기립근에 대하여 근에너지 기법을 시술한 이후 비대칭 분율과 근 피로도의 변화를 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

## II. 연구 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

2012년 4월 2일부터 2012년 5월 23일까지 세명대학교 부속 제천한방병원에서 모집한 신체 건강한 대학생 중 본 연구에 대한 설명 후 연구 참여에 동의하고 선정기준을 모두 만족하고 제외기준에 해당사항이 없는 26명을 선정하였다.

#### 1) 선정기준

- (1) 20세 이상 40세 미만의 남녀 성인.
- (2) Visual analogue scale(VAS) 상 1미만인 사람.

#### 2) 제외기준

- (1) 최근 1개월간 통증으로 병원 치료를 받은 경험이 있는 사람.
- (2) 기타 연구자의 판단에 의해 경근전도 시행이 어렵다고 판단된 사람.

### 2. 연구 방법

#### 1) 경근전도측정

경근전도는 8채널 전산화 무선 근전도 측정시스템 LXM3208-RF((株)Laxtha, Korea)을 사용하였다. 표면전극은 16mm 일회용 은전극을 사용하여 기록전극은 좌우 척추기립근(요추 2번 극돌기의 양방 3cm지점, 요추 4번의 극돌기의 양방 3cm 지점<sup>12)</sup>에 부착하였다. 기준전극은 흉추 11번 극돌기에 부착하였다.

피험자는 근에너지 기법을 받기 전과 후에 자연스럽게 두 팔은 체간에 붙이게 하고 양 발은 10cm 벌리게 한 상태에서 인사한다는 기분으로 자연스럽게

최대 관절 가동 범위까지 요추 굴곡을 시킨 후 중립 자세로 돌아온 후 바로 최대 신전을 시킨 후 다시 중립 자세로 오는 과정을 5초간 각각 5회씩 반복하여 좌우 척추기립근간의 전기적 활동전위를 구하였다.

## 2) 근에너지 기법

근에너지 기법의 시술은 다음과 같이 진행하였다.

- (1) 피험자는 측외위로 눕게 하고 아래의 팔은 피험자의 뒤에 두고 위의 상체는 앞으로 회전시켜 위의 팔이 테이블 아래로 자연스럽게 떨어지도록 하고 아래의 하지는 무릎과 고관절을 굴곡시켜 안정시킨다.
- (2) 시술자는 피험자의 앞에 위치하여 한손으로는 환자의 골반의 전상장골극을 고정하고 다른 한손으로는 위쪽의 요추부근육을 넓게 잡은 후 전상장골극을 후방으로 밀어서 시술자의 몸에서 멀어지게 하여 척추기립근의 최대 이완까지 오게 한다.
- (3) 피험자는 숨을 들이 쉬면서 상체를 저항에 반하여 후방으로 회전시키는 방향으로 힘을 주게 하여 5초간 유지하게 한 후 피험자에 힘을 완전히 빼게 하여 이완시켜 5초간 안정 상태에서 유지시킨다.
- (4) 안정 상태 이후 다시 척추기립근을 최대 이완까지 오게 하여 피험자의 호흡을 이용한 등척성 수축 운동을 4번 더 반복한 후 반대편 측외위로 눕게 하여 같은 기법으로 5회 반복한다(13).

## 3) 근에너지 기법의 평가

근에너지 기법의 평가는 다음과 같이 진행하였다.

- (1) 비대칭 분율은 Visser<sup>14)</sup> 등의 연구 방법에 착안하여 피험자에서의 좌측과 우측의 RMS (Root Mean Square) 진폭 차이의 절대값을 우측과 좌측의 합으로 나눈 분율을 이용해 근육의 불균

형을 구하였다. 이는 좌측과 우측 중에 기준이 되는 곳의 RMS 진폭값의 크고 낮음을 이용하여 변화를 관찰한 것이 아니라 어느 쪽이든 RMS 진폭값의 차이를 이용하여 비대칭 분율을 알아보고 그의 변화를 알아보기 위해서였다.

- (2) 근피로도도는 MEF(Median Edge Frequency)를 이용하여 분석하였다. MEF는 근육이 피로해지면 근육세포의 탈분극 이후 회복과정이 지연되어 근육세포의 전기적 불응기간이 길어질 때 탈분극간 간격에 해당하는 한 주기가 길어지게 되어 저주파로 편향된 분포로 변화함을 이용한 수치이다<sup>15)</sup>.

## 4) 연구 대상의 안전 및 정보 보호를 위한 조치

- (1) 연구 대상의 안전을 위한 조치  
근에너지 기법 시술 중 통증이나 불편감을 호소하면 즉각 시술을 중단하고 증상 소실 이후 휴식 후 다시 시행하였다. 이후 다시 통증이나 불편감을 재차 호소하면 시술을 중단하고 증상의 소실을 확인하였다.
- (2) 연구 대상이 정보 보호를 위한 조치  
본 연구에서 기초 조사에 필요한 정보 외에는 차트에 기록하지 않았고 차트는 본 연구에 참여한 연구원 이외에는 접근을 허용하지 않았다.

## 5) 통계학적 분석

통계처리는 SPSS version 18.0 for windows를 이용하여 통계 처리 하였다. 실험군의 근에너지 기법 시술 전과 시술 후의 통증 변화, 좌·우 척추기립근 근긴장도, 비대칭 분율, 근피로도의 변화를 알아보기 위하여 대응표본 검정(paired t-test)을 실시하였으며 유의수준은  $p < 0.05$ 로 하였다.

### Ⅲ. 결 과

#### 1. 일반적인 특성

피험자 26명 중 남자는 15명(57.69%), 여자는 11명(42.31%)이고 평균 연령은 26.65±3.55(세), 평균 신장은 170.62±8.80 (cm), 평균 체중은 62.04±13.74 (kg)이었다(Table I).

#### 2. 근에너지 기법 시술 전과 후의 피험자의 척추 기립근 근긴장도 변화

피험자의 근에너지 기법 시술 전의 근긴장도는 좌측에서 114.24±12.97  $\mu$ V, 우측에서 110.91±13.45  $\mu$ V이었으며, 근에너지 기법 시술 후의 근긴장도는 좌측에서 113.33±13.13  $\mu$ V, 우측에서 111.81±12.44  $\mu$ V이었다. 좌측과 우측 모두에서 근에너지 기법 시술 전에 비하여 시술 후의 근긴장도의 감소는 있었으나 유의성은 없었다( $p < 0.05$ )(Table II).

#### 3. 근에너지 기법 시술 전과 후의 피험자의 척추 기립근 비대칭 분율 비교

근에너지 기법 시술 전의 피험자의 척추 기립근 비대칭 분율은 3.16±2.72%이고, 근에너지 기법 시술 후의 비대칭 분율은 2.50±2.29%이었다. 근에너지 기법 시술 후의 피험자의 척추 기립근 비대칭 분율이 유의성있게 낮았다( $p < 0.05$ )(Table III)(Fig. 1).

#### 4. 근에너지 기법 시술 전과 후의 피험자의 척추 기립근 근피로도 비교

근에너지 기법 시술 전의 피험자의 척추 기립근 근피로도는 좌측에서 35.94±4.41 Hz, 우측에서 36.77±4.51 Hz이었으며, 근에너지 기법 시술 후의 근피로도는 좌측에서 36.81±4.04 Hz, 우측에서 37.52±4.33 Hz이었다. 좌측과 우측 모두에서 근에너지 기법 시술 전에 비하여 시술 후의 근피로도의 감소는 있었으나 유의성은 없었다( $p < 0.05$ )(Table IV).

Table I . Physical Characteristic of Subject

Gender	Experimental group	
	Male(n)	15
	Female(n)	11
Age(year)		26.65±3.55
Height(cm)		170.62±8.80
Weight(kg)		62.04±13.74

Values are mean±SD.

Table II . Comparison of Meridian-electromyography Activity between before Muscle Energy Techniques and after Muscle Energy Techniques in Elector Spinae Muscle on Subjects

	Left side( $\mu$ V)	Right side( $\mu$ V)
Before MET*	114.24±12.97 <sup>†</sup>	110.91±13.45 <sup>†</sup>
After MET*	113.33±13.13 <sup>†</sup>	111.81±12.44 <sup>†</sup>

Values are mean±SD.

\* : Muscle Energy Techniques.

<sup>†</sup> :  $p < 0.05$  comparison between before MET and after MET in Elector Spinae Muscle on subjects.

Table III. Comparison of Asymmetry Index between before Muscle Energy Techniques and after Muscle Energy Techniques in Elector Spinae Muscle on Subjects

	Before MET*(%)	After MET*(%)
AI†(%)	3.16±2.72†	2.50±2.29†

Values are mean ± SD.

\* : Muscle Energy Techniques.

† : Asymmetry Index.

† : p<0.05 comparison between before Muscle Energy Techniques and after Muscle Energy Techniques in Elector Spinae Muscle on subjects.

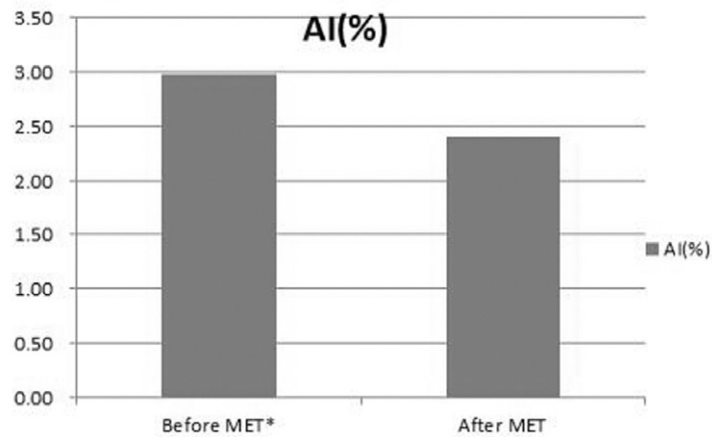


Fig. 1. The asymmetry index of the after muscle energy techniques significantly decreased compared with before muscle energy techniques in elector spinae muscle on subjects(p<0.05).

\* : Muscle Energy Techniques.

Table IV. Comparison of Median Edge Frequency between before Muscle Energy Techniques and after Muscle Energy Techniques in Elector Spinae Muscle on Subjects

	Left side MEF*(Hz)	Right side MEF*(Hz)
Before MET†	35.94±4.41†	36.77±4.51†
After MET†	36.81±4.04†	37.52±4.33†

Values are mean ± SD.

\* : Median Edge Frequency.

† : Muscle Energy Techniques.

† : p<0.05 comparison between before MET and after MET in Elector Spinae Muscle on subjects.

## IV. 고찰

척추기립근은 대부분 척추 축에 평행하게 배열되어 있으며<sup>4)</sup>, 신전시 척추기립근은 척추회전근, 요방형근, 요근 등과 함께 수축을 하며, 이 경우 척추기립근의 수축력이 전체의 37~50%를 차지할 정도로 요부 신전에서 근 비중을 차지하며<sup>16)</sup>, 측굴운동, 회전운동, 척추가 굴곡된 자세로 앞으로 숙일 때 그 속도와 각도를 제어하는 하는 등 많은 기능을 하는 근육이다<sup>13)</sup>.

척추기립근의 이상은 근육 부위 자체의 통증과 경우에 따라서는 둔부와 복부의 통증을 호소하며 일상생활에 제한까지 일으키게 된다<sup>4)</sup>. 척추기립근은 그 별칭이 요통을 뜻하는 단어인 lumbago라 붙여질 정도로 요통의 발생에 중요한 근육으로<sup>13)</sup> 근력의 약화와 일상생활 영위 과정에서 유발되는 체위 비대칭으로 인한 척추의 생리적 만곡도 변화시켜 체형 변형으로 인한 근력 저하 및 불균형으로 나타나며 그 결과 한쪽으로 치우친 근육경결과 관절 가동범위가 줄어들어 근육의 무기력을 초래하여 통증이 나타나며<sup>17)</sup> 요통 환자에서 척추주위근의 근력약화와 위축을 확인할 수 있다<sup>18)</sup>. 따라서 양측 척추기립근의 균형을 유지하는 것이 중요하다.

근에너지 기법은 정골의학적 수기요법 중 직접요법 중 능동기법으로<sup>7)</sup> 근골격계 기능을 향상시키고 통증을 감소시키기 위해 고안된 요법으로 기전은 시술자의 힘과 환자가 주동근에 주는 힘이 정확하게 일치하는 등척성 운동 시에 수축하고 있는 근육의 길항근에 상호 억제(Reciprocal Inhibition) 반응이 일어나며, 생리학적, 신경학적 반응에 의해 수축하고 있는 근육에 수축 후 이완 효과(Postisometric Relaxation)가 발생되어 단축된 근육과 조직을 이완시킬 수 있는 현상을 이용하는 것으로<sup>6)</sup>, 단축 또는 구축된 근육이나 경련성 근육의 신장, 생리학적으로 약화된 근육이나 근육군의 근력강화, 국소부종의 감소, 운동성이 감소된 관절의 기능 및 가동성을 호전시키는데 사용될 수 있다<sup>19)</sup>.

경근전도는 표면 근전도 기기(Surface Electro-

myography)를 이용하여 근육에서 발생하는 활동전위를 유도하고 이것을 증폭 기록한 것으로 근육의 수축에 따르는 활동전위를 바탕으로<sup>20)</sup> 각 근육별 또는 운동 단위별로 기록하여 도출된 결과를 십이경근 중 해당하는 경근에 귀속하여 병소가 되는 경근을 파악하고, 한의학적인 경락이론과 경근이론으로 재해석할 수 있으며<sup>21)</sup>, 치료 과정 중 평가에도 유용하다.

본 연구에서 경근전도를 해석하기 위해 사용한 지표인 RMS는 근에너지를 정량화하기 위해 사용하는 지표로 근수축 또는 근긴장 정도를 반영한다. 근육이 수축하는 동안 값이 증가하는 양상을 보여, 정상 근육과 비정상 근육의 근전도 특징을 더욱 정확하게 파악할 수 있으며<sup>22)</sup>, 한 개체 내에서 RMS를 비교한 값이 40% 이상 비대칭적 차이가 있는 경우 통증이 발생할 수 있다<sup>23)</sup>.

MEF는 근육이 피로해지면 평균 근전도 주파수가 고주파에서 저주파로 이동하는 것을 이용한 수치로 그 이유는 첫째, 동원된 운동단위들이 피로해져서 신경전도속도가 낮아지며 둘째, 피로도가 높은 속근 섬유 운동단위들이 피로해져서 더 이상 신경발사를 하지 않고 남아 있는 지근운동단위만 신경반사를 하는데 지근운동단위는 신경전도속도가 느리기 때문이다. 이러한 이유들로 근피로도가 증가할수록 MEF 값은 낮아지게 된다<sup>24)</sup>.

본 연구 결과 피험자의 근에너지 기법 시술 전의 근긴장도는 좌측에서  $114.24 \pm 12.97 \mu V$ , 우측에서  $110.91 \pm 13.45 \mu V$ 이었으며, 근에너지 기법 시술 후의 근긴장도는 좌측에서  $113.33 \pm 13.13 \mu V$ , 우측에서  $111.81 \pm 12.44 \mu V$ 이었다. 좌측과 우측 모두에서 근에너지 기법 시술 전에 비하여 시술 후의 근긴장도의 감소는 있었으나 유의성은 없었다.

근에너지 기법 시술 전의 피험자의 척추 기립근 비대칭 분율은  $3.16 \pm 2.72\%$ 이고, 근에너지 기법 시술 후의 비대칭 분율은  $2.50 \pm 2.29\%$ 이었다. 근에너지 기법 시술 후의 피험자의 척추 기립근 비대칭 분율이 유의성있게 낮았다.

근에너지 기법 시술 전의 피험자의 척추 기립근 근

피로도(좌측에서  $35.94 \pm 4.41\text{Hz}$ , 우측에서  $36.77 \pm 4.51\text{Hz}$ )이었으며, 근에너지 기법 시술 후의 근피로도(좌측에서  $36.81 \pm 4.04\text{Hz}$ , 우측에서  $37.52 \pm 4.33\text{Hz}$ )이었다. 좌측과 우측 모두에서 근에너지 기법 시술 전에 비하여 시술 후의 근피도로의 감소는 있었으나 유의성은 없었다.

이와 같은 결과로 일반인에서 좌우 척추기립근의 비대칭 분율을 확인할 수 있었고 근에너지 기법의 척추기립근 비대칭 분율 감소에 관한 효과를 확인할 수 있었다. 이는 요통의 여러 원인 중 근육불균형으로 인한 요통<sup>3)</sup> 예방을 기대할 수 있을 것으로 기대된다. 하지만 다음과 같은 한계를 가지고 있다. 첫째는 피험자의 수가 26명으로 충분치 않다는 점이다. 둘째는 장기간의 추적 관찰을 통한 양측 척추기립근의 비대칭 분율 감소와 요통의 발병률의 연관성에 대한 연구가 진행되지 못한 점이다. 셋째는 척추기립근에 한정되어 연구가 진행된 점이다. 이와 같은 점을 보완하는 연구가 진행되고 다른 방면으로 연구가 진행되면 치료 의학 뿐 아니라 예방 의학으로 추나 시술을 기대할 수 있을 것이라 판단된다.

## V. 결 론

2012년 4월 2일부터 2012년 5월 23일까지 세명대학교 부속 제천한방병원에서 모집한 신체 건강한 대학생을 대상으로 근에너지 기법 시술 전과 시술 후의 양측 척추기립근의 근긴장도 차이, 비대칭 분율의 변화 및 근피로도의 변화를 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 좌측과 우측 모두 근에너지 기법 시술 전에 비하여 시술 후의 척추기립근의 근긴장도가 감소하였으나 유의성은 없었다( $p < 0.05$ ).
2. 근에너지 기법 시술 전의 피험자의 척추 기립근 비대칭 분율은  $3.16 \pm 2.72\%$ 이고, 시술 후의 비

대칭 분율은  $2.50 \pm 2.29\%$ 이었다. 근에너지 기법 시술 후의 피험자의 척추 기립근 비대칭 분율이 유의성있게 낮았다( $p < 0.05$ ).

3. 좌측과 우측 모두에서 근에너지 기법 시술 전에 비하여 시술 후의 근피도로의 감소는 있었으나 유의성은 없었다( $p < 0.05$ ).

이상으로 일반인에서의 근에너지 기법의 시술이 양측 척추기립근의 비대칭 분율 감소에 효과가 있음을 알 수 있다.

## VI. 참고문헌

1. 한의약정책과. 한방의료이용 및 한약소비 실태 조사. 2012:5.
2. 한태륜, 방문석. 재활의학. 3판. 서울:군자출판사. 2006:761.
3. Renkawitz T, Boluki D, Grifka J. The association of low back pain, neuromuscular imbalance, and trunk extension strength in athletes. *The Spine Journal*. 2006;6:673-83.
4. 박희수, 정희원. 근육임상학(하). 서울:일중사. 1999:19-36.
5. 한방재활의학과학회. 한방재활의학. 3판. 서울:군자출판사. 2011:40-1, 254.
6. Leon Chaitow. 대한정형도수치료학회 역. 최신 근에너지 기법. 3판. 서울:군자출판사. 2008:1-20.
7. 권정주, 임형호, 송윤경. 정골의학적(Osteopathic) 수기요법 분석 및 경근추나와의 관련성 연구. *한방재활의학과학회지*. 2011;21(2):171-88.
8. 임상훈, 손정민, 박동수, 정수현, 김순중. 슬릭근 유연성 증가에 대한 근에너지기법(MET)과

- 스트레칭 운동의 효과 비교연구. 한방재활의학과학회지. 2009;19:201-11.
9. Ballantyne F, Fryer G, McLaughlin P. The effect of muscle energy technique on hamstring extensibility: the mechanism of altered flexibility. *Am J Ther.* 2003;6(2):59-63.
10. 김영빈. 정적 스트레칭과 MET 스트레칭이 척추신전근 신장성에 미치는 영향. 한국스포츠리서치. 2006;17(3):401-10.
11. Burns DK, Wells MR. Gross range of motion in the cervical spine: the effects of osteopathic muscle energy technique in asymptomatic subjects. *J Am Osteopathy Assoc.* 2006;106(3):137-42.
12. Stevens VK, Bouche KG, Mahieu NN, Coorevits PL, Vanderstraeten GG, Danneels LA. Trunk muscle activity in healthy subjects during bridging stabilization exercises. *BMC Musculoskelet Disord.* 2006;7:75.
13. 최호영. 그림으로 풀어 쓴 임상근육학. 서울:대성의학사. 1999:348-9.
14. Visser A, McCarroll RS, Oosting J, Naeije M. Masticatory electromyographic activity in healthy young adults and myogenous craniomandibular disorder patients. *J Oral Rehabil.* 1994;21:67-76.
15. Basmajian JV, DeLuca CJ. *Muscle Alive.* Baltimore:Williams and Wilkins. 1985:125-7.
16. Troup JDG. Driver's back pain and its preventions. *Applied Ergonomics.* 1978;9(4):207-14.
17. 김영국, 김규태. 만성요통 환자들의 요가운동이 척추 근기능에 미치는 영향. 한국체육과학회지. 2009;18(4):949-57.
18. Grabiner MD, Koh TJ, El Ghazawi A. Decoupling of bilateral Paraspinal excitation in subjects with low back pain. *Spine.* 1992;17:1219-23.
19. 이형수, 조병모. PNF, PIC, MET 신장 기법의 효과에 대한 문헌적 고찰. 한국체육학회지. 2005;23:379-90.
20. Bolek JE. A preliminary study of modification of gait in realtime using surface electromyography. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2003;28(2):129-38.
21. 조재홍, 이종수, 김성수. 경근전도 검사의 임상 활용에 관한 연구. 한방재활의학과학회지. 2005;15(4):89-104.
22. 백승현, 강희성, 신명희, 성지만. 운동 후 회복기 스포츠마사지가 근 기능에 미치는 영향. 한국운동생리학회. 2009;18(2):265-72.
23. Donaldson S, Donaldson M. Multi-channel EMG assessment and treatment techniques. In: Cram JR. *Clinical EMG for surface recordings.* 2nd ed. Nevada:Clinical Resources. 1990:143-74.
24. 문영진. 스포츠 과학:EMG(근전도) 분석법에 대하여. 스포츠과학. 2009;107:38-44.