

복부 및 사지 부위의 전기침 자극이 전두근에서 측정된 SEMG 변화에 미치는 영향 - 자율신경계의 변화에 대한 임상적 접근을 위한 사전 연구 -

제준태¹, 최산호¹, 신선호¹, 임진영², 이상관¹

¹원광대학교 한의과대학 한방내과, ²원광대학교 광주한방병원 재활의학과

Changes of Surface Electromyography on Frontalis Muscle during Electro-Acupuncture Stimulation of Abdomen or Legs - A Pilot Study for Clinical Approach to Autonomic Nervous System Changes -

Jun-tae Je¹, San-ho Choi¹, Sun-ho Shin¹, Jin-young Lim², Sang-kwan Lee¹

¹Dept. of Oriental Internal Medicine, College of Oriental Medicine, Won-Kwang University

²Dept. of Rehabilitation Medicine, Won-Kwang University Medical Center, Gwangju

ABSTRACT

Objectives : To observe physiological changes during clinical acupuncture treatment.

Methods : We recruited 40 healthy volunteers who had experienced an acupuncture treatment at least once within the past three years. The experimental group was divided into four groups according to the needling site and frequency of electrical stimulation. Sites consisted of abdomen and legs. Frequencies consisted of 100 Hz and 2 Hz. The procedures of experimental treatment consisted of seven phases, Resting I phase (Resting I), Needle insertion phase (Insertion), Maintenance of needle insertion I phase (Maintain I), Electrical stimulation phase (ES), Maintenance of needle insertion II phase (Maintain II), Needle removal phase (Removal) and Resting II phase (Resting II). We measured the surface electromyography (SEMG) through an electrode on the frontalis muscle during all phases consecutively.

Results : When SEMGs of all seven phases were analyzed, they significantly increased or decreased according to phases. SEMGs of Insertion, Maintain I, ES and Maintain II phase significantly increased more than Resting I in abdomen and legs groups.

SEMGs of the abdomen group were measured as being $4.78 \pm 0.74 \mu V$ on Resting I, $16.48 \pm 3.97 \mu V$ on Insertion, $46.31 \pm 10.56 \mu V$ on Maintain I, $45.88 \pm 9.72 \mu V$ on ES, $45.56 \pm 9.69 \mu V$ on Maintain II, $18.76 \pm 3.05 \mu V$ on Removal, and $3.75 \pm 0.65 \mu V$ on Resting II. SEMGs of the legs group were measured as being $3.34 \pm 0.35 \mu V$ on Resting I, $12.11 \pm 1.76 \mu V$ on Insertion, $36.74 \pm 6.99 \mu V$ on Maintain I, $33.57 \pm 6.30 \mu V$ on ES, $32.66 \pm 6.03 \mu V$ on Maintain II, $14.08 \pm 2.15 \mu V$ on Removal, and $2.88 \pm 0.32 \mu V$ on Resting II.

Conclusions : SEMG changed differently according to processes of acupuncture. Electrical stimulation showed different change of SEMG. Thus, acupuncture treatment may change the status of the autonomic nervous system.

Key words : surface electromyography, electro-acupuncture, distal acupoint

1. 서론

· 교신저자: 이상관 광주시 남구 주월동 543-8
원광대학교 광주한방병원 한방내과
TEL: 062-670-6526 FAX: 062-670-6767
E-mail: sklee@wonkwang.ac.kr

전기침 치료에 대한 임상 연구는 세계적으로 증가하고 있다¹. 전기침 효과에 대한 연구들은 전기

자극의 주파수, 자극 강도, 자극 시간, 파형 등 주로 전기 자극의 특성에 따른 차이를 고려하고 있다.

그 중, 주파수에 관련된 연구는 2 Hz와 100 Hz를 주로 사용해 왔다. 2 Hz 전기침은 염증 억제²⁻⁷, 인슐린 민감성 증강⁸, 뇌혈류 증가^{9,10}, 난소혈류량 증가¹¹, 오디 팔약근 수축의 가역적 억제¹², 항산화 작용¹³, 월경통의 완화¹⁴ 등의 효과가 있고, 100Hz 전기침은 병적인 장운동 항진 방지¹⁵⁻¹⁷, 위궤양의 방지¹⁸, 혈압의 상승¹⁹ 등의 효과가 있다.

한의학은 이론적으로 경혈에 따른 차이를 인정하고 있다. 그러나 기존의 실험적 연구들은 특정 경혈이나 특정 주파수만 선택한 연구²⁰들이 대부분이므로, 그 결과가 다른 경혈에서 일반화될 수 있는 효과인지 알 수 없다. 또한, 실제 임상에서처럼 경혈의 위치와 주파수를 함께 고려한 연구가 드물어 자율 신경 관련 증상을 호소하는 환자의 임상 응용에는 어려움이 있다.

그러므로 본 연구는 임상 침 치료와 유사한 조건에서 복부와 사지로 구분하여 전기침 자극의 주파수를 달리하였을 때, 각각의 자율신경계의 변화를 관찰하였다.

II. 대상과 방법

1. 연구대상

피험자는 최근 3년 이내 침 시술을 받아 본 경험이 있으면서 선정기준에 부합하고 제외기준에 해당되지 않는 성인 건강 남성이다. 일반적으로 남성에 비해 여성이 통증에 대해 더 민감하게 반응^{21,22}하기 때문에 성별에 따른 차이를 통제하기 위해 본 연구의 대상은 남성으로 제한하였다. 시험 전에 연구의 목적과 시험 과정을 충분히 설명한 후 서면으로 동의를 받았다. 시험 전 이상반응이나 본인의 의사에 의해 언제든지 시험을 중단할 수 있음을 설명하였다. 모집된 피험자들은 40명으로 평균 연령은 28.90±4.40세였다. 모집된 피험자들은 자극 위치와(복부와 하지)와 주파수(2Hz와 100 Hz) 조

합에 따라 4개의 집단으로 나뉜 후, 각각 10명씩 무작위로 배정되었다. 실험 집단은 각각 복부 2 Hz 자극군(Abd-2 Hz), 복부 100 Hz 자극군(Abd-100 Hz), 하지 2 Hz 자극군(Leg 2 Hz), 하지 100 Hz 자극군(Leg 100 Hz) 등이다(Fig. 1).

1) 선정 기준

- (1) 만 25세 이상 만 50세 이하의 남자
- (2) 최근 3개월간 두통, 위장관 장애, 다한증 등의 자율신경계통과 관련된 증상 등으로 진단 및 치료를 받지 않은 자
- (3) 과거에 침 시술을 받은 경험이 있는 자

2) 제외 기준

- (1) 침에 대한 과도한 두려움을 보이는 자
- (2) 과거 질환 및 외상 등으로 복강 및 하지의 수술을 받은 적이 있는 자
- (3) 실험 당일 복통, 설사 등의 소화기 증상을 호소하는 자
- (4) 실험 당일 자침부위의 통증, 불편감 등 증상을 호소하는 자
- (5) 실험 당일의 수면 시간이 4시간 이하인 자

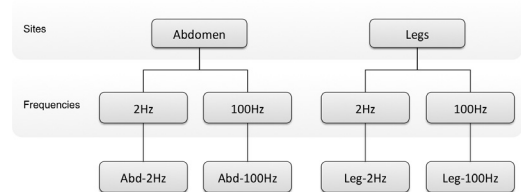


Fig. 1. The 2×2 factorial design with two factors, site and frequency.

Site has two levels, abdomen and leg, according to the site of needling. Frequency has two levels, 2Hz and 100Hz, according to the frequency of electrical stimulation. Thus, experimental groups are consisted of four groups, abdomen 2 Hz (Abd-2Hz), abdomen 100 Hz (Abd-100 Hz), leg 2 Hz (Leg-2 Hz) and leg 100 Hz (Leg-100 Hz).

2. 무작위 배정

무작위 배정은 중재에 참여하지 않는 실험자에 의해 시행되었고, 피험자의 참여 순서에 따라 난수

표에 의해 배정되었다. 피험자는 본인이 속한 집단을 알 수 없었다.

3. 도구

전두근(frontalis)의 surface electromyography (SEMG) 측정을 위해 바이오피드백(ProComp Infiniti and BioGraph Infiniti 5.0, Thought Technology, 캐나다)을 사용하였고, 침은 동방침 0.30 mm×40 mm (秀, 동방침구제작소, 한국)를 사용하였으며, 전기 자극은 전기침 치료기(DBE-301, 동부메디칼, 한국)를 사용하였다.

4. 증 재

저자들의 합의 하에 침구학 교과서²³⁻²⁵로부터 다양한 소화기 증상과 高血壓, 狂言狂惚 등의 자율신경계와 관련을 가진 주치를 가진 경혈이 선정되었다. 足陽明胃經 상의 모혈인 양측의 天樞(ST25)²³와 下合穴인 양측의 上巨虛(ST37)와 下巨虛(ST39)²⁴, 그리고 임상적으로 天樞(ST25)와 함께 배오되는 경혈^{23,25}인 中脘(CV12)²⁵과 下脘(CV10)²⁵을 사용하였다.

선택된 8개의 경혈은 복부에 4개, 양측 하지에 각 2개이며, 침은 침관을 사용하여 15.0-20.0 mm 길이로 한의사가 시술하였다.

전침 자극은 기존의 유사 연구²⁶와 동일하게 주파수는 2 Hz와 100 Hz, 강도는 0.06 mA인 정전류를 적용하였다. 4개의 군에 사용된 8개의 경혈은 모두 동일하며, 단지 전기침 자극의 부위와 주파수만 다르게 적용하였다.

5. 맹 검

피험자와 실험자의 주파수 맹검을 위해 시험에 사용된 모든 경혈에 자침을 하고, 모든 침병에 전기침 치료기의 전극을 연결하였다. 시험 중 전기 자극은 각 집단의 조건에 따라 해당 경혈에만 주어졌다. 주파수가 미리 설정된 전기침 치료기를 피험자와 실험자가 볼 수 없는 위치에 두어 시험 중 어떤 주파수의 전기 자극이 어떤 경혈에 적용되는지 알 수 없게 하였다.

6. 측 정

시험의 전과정은 조용한 실내에서 상온 환경 하에 진행하였고, 피험자들을 실내 환경에 충분히 적응시킨 상태에서 측정을 시작하였다. 시험 측정 전 피험자들의 운동, 흡연, 음주 등 자율신경계에 영향을 주는 행위에 대해 제한하였다. 피험자들은 등받이를 조절할 수 있는 의자에서 무릎을 약간 구부린 자세(반좌위: Semi-Fowler's position)를 취하였다. 피험자의 전두근 부위에 SEMG 전극을 부착하고 시험의 시작부터 종료까지 지속적으로 SEMG를 측정하여 1초당 8개의 측정치를 얻었다.

본 연구와 유사한 기존 연구²⁷는 전기침 자극 전, 자극 중, 자극 후 등의 단계에서 전기침의 효과를 파악하였으나, 본 연구는 실제 임상에서 진행되는 침 치료의 과정과 유사한 조건하에 전두근의 SEMG 변화를 관찰하고자, 아래와 같이 7단계로 세분화하여 측정 분석하였다(Fig. 2).

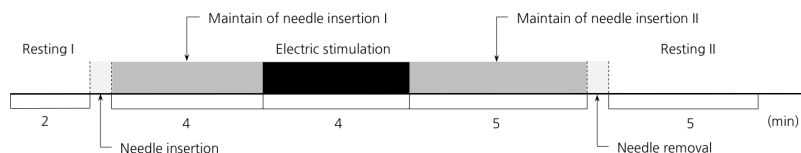


Fig. 2. Consecutive seven phases of experimental procedure.

SEMG were measured over the all seven phases, which were consist of Resting I, Needle insertion (Insertion), Maintenance of needle insertion I (Maintain I), Electric Stimulation (ES), Maintenance of needle insertion II (Maintain II), Needle removal (Removal) and Resting II. Although the duration of Insertion and Removal were a little varied, the ones of rest phases were fixed and 2, 4, 4, 5 and 5 minutes, respectively.

1) 1단계 : Resting I

피험자들의 적응을 위하여 SEMG 전극을 전두근 부위에 부착한 상태로 아무 자극 없이 2분간 안정을 취하였다.

2) 2단계 : Needle insertion(Insertion)

Resting phase 후 모든 피험자들을 8개 경혈 모두에 15.0-20.0 mm 길이로 자침하고, 침병과 전기침 치료기를 연결하였다. 이 과정은 90초 이내에 시행되었다.

3) 3단계 : Maintenance of needle insertion I (Maintain I)

Needle insertion 직후 자침이 된 상태에서 다른 자극 없이 4분간 유지하였다.

4) 4단계 : Electric Stimulation(ES)

자침된 부위에 따라 나뉜 2개의 집단에 2 Hz와 100 Hz의 자극을 침병에 4분간 전달하였다.

5) 5단계 : Maintenance of needle insertion II (Maintain II)

전기침 자극이 종료된 후 유침이 된 상태를 5분간 유지하였다.

6) 6단계 : Needle removal(Removal)

침병 끝의 전극을 분리한 후, 모든 침을 발침하였다. 이 과정은 90초 이내에 시행되었다.

7) 7단계 : Resting II

발침 후 침 치료전과 같은 상태를 5분간 유지하였다. 이후 실험을 종료하였다.

7. 표본수 산출

이 연구는 침 치료에 따른 피부근전도 반응 변화를 확인하기 위한 pilot study로 대상수 산출은 하지 않고, 임의로 각 군당 10명씩 총 40명으로 설정하였다.

8. 통계 분석

실험과정 7단계에 따른 SEMG의 변화 차이를 확인하기 위해, 반복측정 분산분석(Repeated measured ANOVA)를 시행하였고, 반복측정 결과의 구형성

가정 충족여부를 확인하기 위해 Mauchly 구형성 검정을 시행하였으며, 구형성 가정에 충족되지 않으면 다변량 검정(multivariate analysis)의 Wilks' lambda 값으로 유의성 여부를 결정하였다. 침 시술 과정에서 단계별 차이를 확인하기 위하여 개체-내 대비(within-group contrast) 검정을 시행하였다.

전기침 자극의 효과를 확인하기 위해, 7개의 단계 중에 전침 자극의 영향을 받는 ES, Maintain II, Removal, Resting II 단계의 측정치만을 사용하여 위와 동일한 방법으로 분석하였고, 개체-간 효과(between group effect) 검정에서 주파수에 따른 차이가 유의한 경우, 각 시점에 따른 집단 간의 차이를 확인하기 위하여 Independent t-test를 사후 검증으로 시행하였다.

통계패키지 프로그램은 SPSS for Windows 15.0을 사용하였고, $p < 0.05$ 인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 인정하였다. 모든 결과값은 평균 \pm 표준오차의 형태로 기술하였다.

III. 결 과

1. 복부의 7단계에서 SEMG 변화

복부에 전기 자극을 한 집단에서 SEMG는 Resting I 단계에서 $4.78 \pm 0.74 \mu V$, Insertion 단계에서 $16.48 \pm 3.97 \mu V$, Maintain I 단계에서 $46.31 \pm 10.56 \mu V$, ES 단계에서 $45.88 \pm 9.72 \mu V$, Maintain II 단계에서 $45.56 \pm 9.69 \mu V$, Removal 단계에서 $18.76 \pm 3.05 \mu V$, Resting II 단계에서 $3.75 \pm 0.65 \mu V$ 로 측정되었다(Fig. 3).

침 치료 전반적인 과정에 따른 SEMG의 변화가 있는 지 확인하기 위해 반복측정 분산분석을 시행하였다. Mauchly의 구형성 검정에서 구형성이 충족되지 않아(Mauchly $W < 0.001$, $df = 20$, $p < 0.001$), 다변량검정을 확인한 결과, 유의한 차이를 보였다(Wilks' lambda = 0.336, $F = 3.296$, $p = 0.047$). 단계별 개체-내 대비(within group contrast) 검정을 시행한 결과, Insertion, Maintain I, ES, Maintain II, Removal이 Resting I에 비해 유의하게 높았으나

(Resting I vs Insertion: $F=12.166$, $df=1$, $p=0.003$, Resting I vs Maintain I: $F=19.880$, $df=1$, $p<0.001$, Resting I vs ES: $F=23.327$, $df=1$, $p<0.001$, Resting I vs Maintain II: $F=22.698$, $df=1$, $p<0.001$, Resting I vs Removal: $F=26.297$, $df=1$, $p<0.001$), Resting II는 Resting I에 비해 유의한 차이를 보이지 않았다(Resting I vs Resting II: $F=2.564$, $df=1$, $p=0.130$)(Fig. 3).

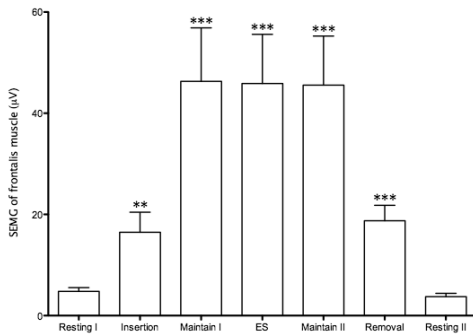


Fig. 3. Change of surface electromyography(SEMG) according to the seven phases in abdomen electric stimulation group.

SEMG showed the significant change according to phases(Wilks' lambda=0.336, $F=3.296$, $p=0.047$). It significantly increased after needle insertion and decreased after needle removal. SEMGs of Insertion, Maintain I, ES, Maintain II, and Removal were significantly higher than one of resting I (Resting I vs Insertion: $F=12.166$, $df=1$, $p=0.003$, Resting I vs Maintain I: $F=19.880$, $df=1$, $p<0.001$, Resting I vs ES: $F=23.327$, $df=1$, $p<0.001$, Resting I vs Maintain II: $F=22.698$, $df=1$, $p<0.001$, Resting I vs Removal: $F=26.297$, $df=1$, $p<0.001$). There was no significant difference between SEMG of Resting I and Resting II (Resting I vs Resting II: $F=2.564$, $df=1$, $p=0.130$). The values were represented mean±SEM. ***: $p<0.001$, **: $p<0.01$.

2. 복부의 전침 자극과 관련된 단계에서 SEMG 변화 전기침 자극 전까지 동일한 프로토콜이 사용되었으며, 복부의 전기침 자극은 ES 단계에 주어졌다. 전기침 자극의 주파수에 따른 차이를 파악하기 위해 ES, Maintain II, Removal, Resting II의 4단계만을 분석하였다.

전기침 자극 시행 후 과정에 따른 SEMG의 변화가 있는 지 확인하기 위해 반복측정 분산분석을 시행하였다. Mauchly의 구형성 검정에서 구형성이 충족되지 않아(Mauchly $W=0.008$, $df=5$, $p<0.001$), 다변량검정을 확인한 결과, 유의한 차이를 보였다(Wilks' lambda=0.353, $F=7.948$, $p=0.003$). 단계별 개체-내 대비(within group contrast) 검정을 시행한 결과 Removal과 Resting II는 ES에 비해 유의하게 낮았다(ES vs Maintain II: $F=0.043$, $df=1$, $p=0.839$, ES vs Removal: $F=18.672$, $df=1$, $p=0.001$, ES vs Resting II: $F=23.322$, $df=1$, $p<0.001$)(Fig. 4). 개체-간 효과 (between group effect) 검정에서 2Hz 전기침 자극군이 100 Hz 전기침 자극군보다 유의하게 높았다($F=5.269$, $df=1$, $p=0.037$).

각 단계별 주파수 차이를 파악하기 위해 시행한 independent t-test에서 ES과 Maintain II에서 2 Hz 전기침 자극군이 100 Hz 전기침 자극군 보다 유의하게 높았다(ES: $t=2.377$, $df=15$, $p=0.031$, Maintain II: $t=2.364$, $df=15$, $p=0.032$, Removal: $t=1.868$, $df=15$, $p=0.081$, Resting II: $t=0.683$, $df=15$, $p=0.505$)(Fig. 5).

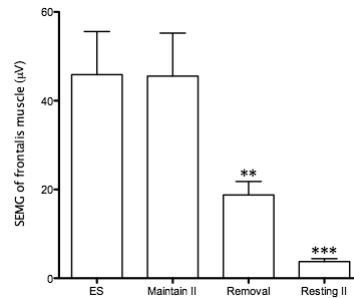


Fig. 4. Change of surface electromyography(SEMG) after electrical stimulation(ES) in abdomen electric stimulation group.

SEMG showed the significant change according to phases(Wilks' lambda=0.353, $F=7.948$, $p=0.003$). It significantly decreased on Removal and Resting II than on ES(ES vs Maintain II: $F=0.043$, $df=1$, $p=0.839$, ES vs Removal: $F=18.672$, $df=1$, $p=0.001$, ES vs Resting II: $F=23.322$, $df=1$, $p<0.001$). The values were represented mean±SEM. ***: $p<0.001$, **: $p<0.01$.

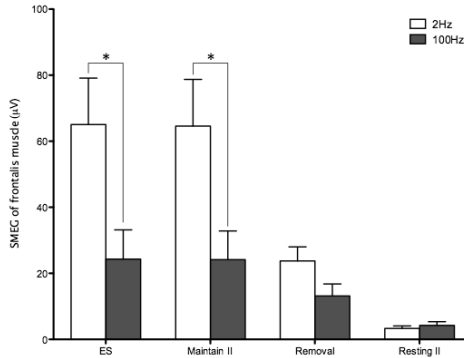


Fig. 5. Difference of surface electromyography (SEMG) between 2 Hz and 100 Hz in abdomen electric stimulation group.

SEMG of 2 Hz stimulation group were significantly higher than one of 100 Hz stimulation group ($F=5.269$, $df=1$, $p=0.037$). SEMG of 2 Hz was significantly higher than one of 100 Hz on ES and Maintain II. However, there was no significant difference between 2 Hz and 100 Hz on Removal and Resting II (ES: $t=2.377$, $df=15$, $p=0.031$, Maintain II: $t=2.364$, $df=15$, $p=0.032$, Removal: $t=1.868$, $df=15$, $p=0.081$, Resting II: $t=0.683$, $df=15$, $p=0.505$). The values are represented mean \pm SEM. *: $p<0.05$.

3. 하지의 7단계에서 SEMG 변화

하지에 전기 자극을 한 집단에서 SEMG는 Resting I 단계에서 $3.34\pm 0.35 \mu V$, Insertion 단계에서 $12.11\pm 1.76 \mu V$, Maintain I 단계에서 $36.74\pm 6.99 \mu V$, ES 단계에서 $33.57\pm 6.30 \mu V$, Maintain II 단계에서 $32.66\pm 6.03 \mu V$, Removal 단계에서 $14.08\pm 2.15 \mu V$, Resting II 단계에서 $2.88\pm 0.32 \mu V$ 로 측정되었다(Fig. 6).

침 치료 전반적인 과정에 따른 SEMG의 변화가 있는 지 확인하기 위해 반복측정 분산분석을 시행하였다. Mauchly의 구형성 검정에서 구형성이 충족되지 않아(Mauchly $W<0.001$, $df=20$, $p<0.001$), 다변량검정을 확인한 결과, 유의한 차이를 보였다(Wilks' $\lambda=0.258$, $F=5.747$, $p=0.005$). 단계별 개체-내 대비(within group contrast) 검정을 시행

한 결과, Insertion, Maintain I, ES, Maintain II, Removal이 Resting I에 비해 유의하게 높았으나(Resting I vs Insertion: $F=27.903$, $df=1$, $p<0.001$, Resting I vs Maintain I: $F=22.798$, $df=1$, $p<0.001$, Resting I vs ES: $F=22.830$, $df=1$, $p<0.001$, Resting I vs Maintain II: $F=23.560$, $df=1$, $p<0.001$, Resting I vs Removal: $F=26.367$, $df=1$, $p<0.001$), Resting II는 Resting I에 비해 유의한 차이를 보이지 않았다(Resting I vs Resting II: $F=2.378$, $df=1$, $p=0.141$)(Fig. 6).

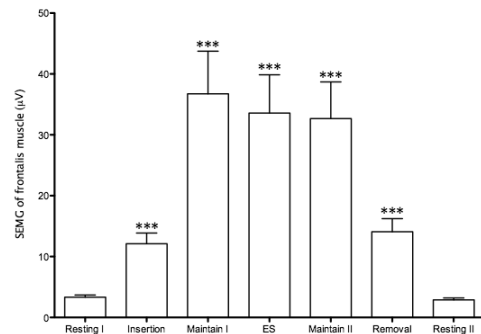


Fig. 6. Change of Surface electromyography(SEMG) according to the seven phases in legs electric stimulation group.

SEMG showed the significant change according to phases(Wilks' $\lambda=0.258$, $F=5.747$, $p=0.005$). It significantly increased after needle insertion and decreased after needle removal. SEMGs of Insertion, Maintain I, ES, Maintain II and Removal were significantly higher than one of resting I (Resting I vs Insertion: $F=27.903$, $df=1$, $p<0.001$, Resting I vs Maintain I: $F=22.798$, $df=1$, $p<0.001$, Resting I vs ES: $F=22.830$, $df=1$, $p<0.001$, Resting I vs Maintain II: $F=23.560$, $df=1$, $p<0.001$, Resting I vs Removal: $F=26.367$, $df=1$, $p<0.001$). There was no significantly difference between SEMG of Resting I and Resting II (Resting I vs Resting II: $F=2.378$, $df=1$, $p=0.141$). The values were represented mean \pm SEM. ***: $p<0.001$.

4. 하지의 전침 자극과 관련된 단계에서 SEMG 변화

하지에서 시행된 전기침 자극의 주파수에 따른 차이를 파악하기 위해 ES, Maintain II, Removal,

Resting II의 4단계만을 분석하였다.

전기침 자극 시행 후 과정에 따른 SEMG의 변화가 있는 지 확인하기 위해 반복측정 분산분석을 시행하였다. Mauchly의 구형성 검정에서 구형성이 충족되지 않아(Mauchly $W=0.003$, $df=5$, $p<0.001$), 다변량검정을 확인한 결과, 유의한 차이를 보였다(Wilks' $\lambda=0.635$, $F=8.682$, $p=0.001$). 단계별 개체-내 대비(within group contrast) 검정을 시행한 결과 Removal과 Resting II는 ES에 비해 유의하게 낮았다(ES vs Maintain II: $F=1.033$, $df=1$, $p=0.324$, ES vs Removal: $F=17.417$, $df=1$, $p=0.001$, ES vs Resting II: $F=22.854$, $df=1$, $p<0.001$)(Fig. 7). 개체-간 효과(between group effect) 검정에서 2Hz 전기침 자극군과 100Hz 전기침 자극군은 유의한 차이를 보이지 않았다($F=0.559$, $df=1$, $p=0.465$)(Fig. 8).

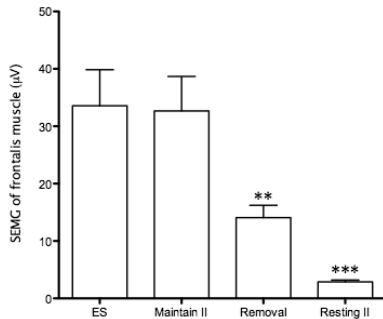


Fig. 7. Change of surface electromyography(SEMG) after electrical stimulation(ES) in legs electric stimulation group.

SEMG showed the significant change according to phases(Wilks' $\lambda=0.635$, $F=8.682$, $p=0.001$). It significantly decreased on Removal and Resting and II than on ES(ES vs Maintain II: $F=1.033$, $df=1$, $p=0.324$, ES vs Removal: $F=17.417$, $df=1$, $p=0.001$, ES vs Resting II: $F=22.854$, $df=1$, $p<0.001$). The values were represented mean \pm SEM. ***: $p<0.001$, **: $p<0.01$.

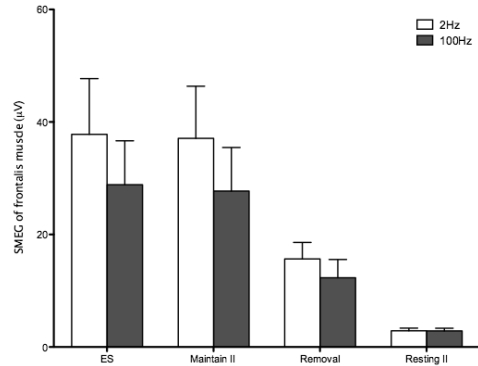


Fig. 8. Difference of surface electromyography (SEMG) between 2 Hz and 100 Hz in legs electric stimulation group.

There was no significant difference between 2 Hz and 100 Hz in all four phases($F=0.559$, $df=1$, $p=0.465$). The values are represented mean \pm SEM.

IV. 고찰

SEMG는 복부 자극군과 하지 자극군 모두 Insertion부터 증가하기 시작하여 Maintain I부터 증가된 상태를 지속하다 Removal부터 감소하기 시작하여 Resting II는 Resting I 수준으로 회복되었다. 전기침 자극의 주파수에 따른 SEMG 변화를 파악하기 위해 전기침 자극을 준 이후에 해당하는 ES, Maintain II, Removal, Resting II의 네 단계에서 다변량 검정을 시행한 결과 복부 자극군과 하지 자극군 모두 시술 과정에 따른 유의한 차이가 존재하였다. 그러나 주파수에 따른 반응은 복부와 하지가 차이가 존재하였다. 복부 2 Hz 자극군은 ES와 Maintain II에서 복부 100 Hz 자극군 보다 유의하게 높은 SEMG를 보인 반면에 하지 자극군은 모든 단계에서 주파수에 따른 차이를 보이지 않았다.

교감신경의 활성화는 골격근의 수축을 직접적으로 유발하므로²⁸, SEMG를 통해 자율신경계의 변화를 측정할 수 있다²⁹. 특히 Criswell³⁰은 전두근에서 측정된 SEMG는 특히 일반적인 감정상태, 불안이나

천식, 과민성 장증후군 등의 자율신경 증상을 평가하는데 유용하다고 하였다. SEMG는 피부 표면에 부착한 전극으로 비침습적으로 근육의 신호를 정확하고 간편하게 측정할 수 있어³¹ 측정으로 인해 야기될 수 있는 오염변인을 제한할 수 있다. 그러므로 전두근에서 측정된 SEMG는 침 치료의 단계에 따라 교감신경의 활성화 정도가 변화됨을 의미한다. 이 결과는 침 시술이 근육의 교감신경 활성을 증가시켰다는 기존 연구 결과²⁹와 일치한다.

특히 Maintain I, ES, Maintain II의 세 단계는 임상적으로 유침을 의미하는데, 이 단계들에서 전반적으로 나타난 SEMG의 유의한 상승은 침에 의해 일시적으로 교감신경이 활성화됨을 의미한다. 증가된 SEMG는 발침과 동시에 감소하기 시작하였다. 이 연구 결과는 침치료 과정이 자율신경계 지표에 즉시적으로 영향을 주며 침 치료 종료 후 회복된다는 기존 연구 결과와 일치한다^{32,33}. 또한, 본 연구에서 복부와 사지에 자침하여 전두근에서 측정된 SEMG에 유의미한 변화가 보였는데, 頭面의 병은四肢에 있는陽經의五俞穴을 취한다는 경혈의 취혈 원칙³⁴과 일치하고, 팔과 다리 부위에만 시행된 원위 취혈로 긴장성두통을 완화시켰다는 임상연구³⁵와도 일치한다. 다만 기존의 두통에 대한 임상 연구들은 두부, 경항부, 사지 등의 경혈을 활용하였지만, 복부의 경혈만을 활용한 연구는 없었다. 그러나 足陽明胃經의 流注는 머리와 복부, 하지를 모두 통과³⁶하며, 《東醫寶鑑:頭》³⁷에 “편두통, 정두통에는 …… 中腕, 解谿, 足三里 혈을 쓴다.”고 하였고, 《舍巖道人鍼法:頭痛》³⁸에 “眞頭痛 中腕補 氣海瀉 ……”라 하여 두통을 복부의 경혈을 사용하여 치료한다고 기재되어 있어, 복부의 경혈에 대한 머리 부위의 반응은 문헌적으로 서로 관련성이 있음을 보여준다.

근전도를 활용한 다른 연구³⁹에서는 자침과 염전 자극 시 근전도가 증가 되었다가 자극이 종료되면 유침 중이라도 근전도가 즉시 감소된다고 하였는데 본 연구에서는 발침 후에도 유지되었다. 이와

같은 차이는 근전도 측정방법의 차이와 피험자의 차이 때문일 것으로 사료된다. 왜냐하면 본 연구는 기존연구에서 사용되는 바늘을 사용하는 근전도를 사용하는 대신 비침습적인 SEMG를 사용하였다. EPN(end-plate noise) 측정을 위한 바늘 삽입은 침의 자침 효과에 어떤 영향을 주는지 명확하게 파악되지 않았다. 또한 본 연구는 건강한 성인 남성을 대상으로 하였고 전두근 부위에서 측정하였지만, 기존 연구³⁹는 환자가 통증을 호소하는 부위에서 직접적으로 근전도 측정을 하였기 때문에 상이한 결과를 보일 수 있다.

본 연구에서 복부와 하지 모두 2 Hz 자극이 100 Hz 자극에 비해 상대적으로 높은 경향을 보였으나 하지에서는 그 차이가 통계적으로 유의하지 않았다. 기존 연구⁴⁰에서 2 Hz 자극은 상척수성 기전(supraspinal mechanism)에 의해 부위에 관계없이 전신에 동일한 효과가 나타나지만, 100 Hz 자극은 척수성 기전에 의해 부위에 따라 상이한 효과가 나타난다고 하였다. 본 연구도 자극 부위와 떨어진 전두근에서 SEMG를 측정하였기 때문에 복부와 하지에 관계없이 2 Hz 자극이 100 Hz 자극에 비해 더 높은 경향을 보였을 것으로 생각된다. 또 본 실험은 문헌적으로 주치와 혈성이 가장 유사한 募穴^{23,25}과 下合穴²⁴을 비교하였기 때문에 복부와 하지에 관계없이 비슷한 경향을 보였을 수 있다.

또한 본 연구에서 복부에서 2 Hz 자극은 100 Hz 자극에 비해 유의한 차이를 보인 반면에 하지는 주파수에 따른 차이가 유의하지 않았다. 이와 같은 결과는 부위에 따른 차이가 존재함을 의미한다. SEMG 측정 부위와 전기침 자극 부위 사이의 거리는 복부와 하지 모두 충분히 멀리 떨어져 있고, 전기침 자극의 전류가 통과하지 않기 때문에 측정 위치에 따른 차이로 볼 수 없다. 또한 같은 경락 노선상의 주치가 비슷한 경혈이라고 하더라도 침에 대한 자율신경 반응이 다를 수 있다는 기존 연구를 고려하였을 때⁴¹ 이와 같은 결과는 선택된 경혈 간의 차이에 의한 것으로 볼 수 있다. 그

러나 현재의 연구 결과만으로는 복부의 100 Hz 자극이 SEMG를 감소시킨 것인지 복부의 2 Hz 자극이나 하지의 자극이 SEMG를 증가시킨 것인지 알 수 없다는 한계가 있다. 이에 대해서 추후 연구가 필요하다.

소화기계는 자율신경계에 의한 영향을 받으므로⁴², 소화기 질환을 치료하는 경혈은 자율신경계에 대한 영향을 줄 것으로 가정할 수 있다. 또한 足陽明胃經에 대해 《黃帝內經·素問》『脈解』에는 “絡屬心”⁴³, 《黃帝內經·靈樞》『經別』에 “屬胃散脾上通於心”⁴⁴ 등으로 足陽明胃經의 기능이心和 관련이 있음을 제시하고 있으며, 《陰陽十一脈經》에 “惡人與火 聞木音則惕然驚心 心惕”⁴⁵을 치료한다고 하여 足陽明胃經의 경혈이 자율신경계에 일정한 영향을 줄 것으로 사료된다. 《黃帝內經·靈樞》『官鍼 第七』 “遠道刺者 病在上 取之下 刺府輸也”⁴⁶라고 하여 복부나 하지의 침 치료가 머리에까지 영향을 줄 수 있음을 제시하였는데 足陽明胃經은 SEMG의 측정부위로 적합한 전두부를 포함하여 복부와 하지 모두에 분포하기³⁶ 때문에 가장 적절한 경락으로 선정되었다. 足陽明胃經의 경혈 중 天樞(ST25), 上巨虛(ST37), 下巨虛(ST39)는 그 主治가 유사^{23,24}하며 募穴²³과 下合穴²⁴이므로 복부와 하지의 대표 경혈로 선정되었으며, 中腕(CV12)²⁵과 下腕(CV10)²⁵은 임상적으로 天樞(ST25)²³와 함께 配穴²³⁻²⁵되어 소화기질환과 高血壓 등을 치료하는 등 자율신경계와 관련성이 높은 경혈로 선정되었다.

본 연구는 pilot study로 통계적인 의의를 가지기에는 피험자의 숫자가 충분하지 않고, 침 치료 동안 SEMG의 변화를 측정할 기존 연구가 아직 충분하지 않으므로 이 결과만으로 부위나 주파수에 따른 차이가 분명하다고 결론을 내릴 수는 없다. 본 연구 결과에서 나타난 차이에 대해서 추후 피험자의 규모를 늘린 후속 연구가 필요하다.

본 연구는 침 시술에 따른 직접적인 근육의 수축이나 전기침 자극의 간섭을 피하기 위해 침 시술부위와 원거리에 있는 전두근에서 SEMG를 측

정하였다. 또한 침 치료 중의 통증에 의한 변수를 통제하기 위하여 피험자를 남성으로 제한^{21,22}하였고, 전기침 자극의 강도는 사전 실험을 통해 통증을 느끼지 않은 0.06 mA로 설정하였다. 실험 전 통증을 느낄 시 즉시 왼손을 들어 불편함을 표현할 수 있도록 사전에 설명하였고, 측정 후 통증에 대하여 질문하였으나 자침하는 순간의 단계를 제외한 단계에서 통증을 호소한 경우는 없었으며, 연구 전 과정 중 침 치료에 의한 이상반응을 호소한 경우 역시 없었다.

본 연구는 임상에서의 전기침 치료 과정과 유사한 과정으로 설계하였다. 따라서 본 연구의 결과는 추후실험을 통해 자율신경 증상을 치료하는 데 있어 부위와 주파수 등의 적정 시술 방법을 모색하는 후속 연구에 도움이 될 수 있을 것으로 기대한다.

V. 결 론

복부와 하지의 침 치료 과정 중, 특히 침이 자입되어 있는 상태와 전기침 자극을 주었을 때 원위부인 전두근에서 측정된 SEMG의 유의한 증가가 나타난다. 전두근의 SEMG 변화는 침 시술 과정 중 교감신경이 활성화됨을 의미한다. 복부에서는 2 Hz 자극이 100 Hz 자극에 비해 더 유의한 증가를 보였으나 하지는 주파수에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다. 이러한 차이에 대한 후속 연구가 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2011 학년도 원광대학교의 교비지원에 의해서 수행 됨.

참고문헌

1. Han JS, Ho YS. Global trends and performances of acupuncture research. *Neurosci Biobehav Rev* 2011;35:680-7.
2. Yang EJ, Jiang JH, Lee SM, Hwang HS, Lee MS, Choi SM. Electroacupuncture reduces neuroinflammatory responses in symptomatic amyotrophic lateral sclerosis model. *J Neuroimmunol* 2010;223(1-2):84-91.
3. Hahm TS. The Effect of 2Hz and 100Hz Electrical Stimulation of Acupoint on Ankle Sprain in Rats. *J Korean Med Sci* 2007;22:347-51.
4. 박희준, 임사비나, 이향숙, 하영추, 왕운, 한제생, 이혜정. 저빈도 전침이 만성 단발성 관절염 흰쥐의 관절염 치료효과 및 척수에서의 P 물질과 tRNA, mRNA 발현조절에 미치는 영향. *대한침구학회지* 2002;19(6):97-110.
5. 박성익, 구성태, 황재호, 신종근, 손인철, 김경식. 足三里 電鍼이 白鼠의 膝關節炎 痛症에 미치는 影響. *대한경락경혈학회지* 2004;21(1):113-27.
6. 김계엽, 성락선, 김용억, 장미경, 유영대, 최기복, 정현우. 류마티스 관절염에서 우슬과 전침자극의 항관절염 효과. *동의생리병리학회지* 2007;21(2):425-31.
7. 김선영, 구성태, 김경식, 손인철. 原絡 配穴 전침 자극이 백서의 足踝 捻挫 통증에 미치는 影響. *대한경락경혈학회지* 2005;22(1):7-21.
8. Liang F, Chen R, Nakagawa A, Nishizawa M, Tsuda S, Wang H, et al. Low-Frequency Electroacupuncture Improves Insulin Sensitivity in Obese Diabetic Mice through Activation of SIRT1/PGC-1 α in Skeletal Muscle. *Evid Based Complement Alternat Med* 2011;doi:10.1155/2011/735297.
9. 김일두, 오희홍, 송호천, 범희승, 변재영, 안수기. 足三里 電鍼刺戟이 腦血流에 미치는 影響에 관한 核醫學的 考察. *대한침구학회지* 2001;18(2):18-26.
10. 문상관, 김영석, 박성욱, 정우상, 고창남, 조기호, 등. SPECT를 이용한 뇌경색환자의 건측 합곡-곡지 전침치료가 뇌관류에 미치는 영향. *대한침구학회지* 2004;21(1):111-8.
11. Stener-Victorin E, Kobayashi R, Watanabe O, Lundeberg T, Kurosawa M. Effect of Electroacupuncture Stimulation of Different Frequencies and Intensities on Ovarian Blood Flow in Anaesthetized Rats with Steroid-Induced Polycystic Ovaries. *Reprod Biol Endocrinol* 2004;2:16.
12. 이성구, 김명환, 김홍자, 서동완, 이상수, 김동일 등. 전침 자극에 의한 오디 괄약근 운동성 변화에 관한 연구. *대한소화관운동학회지* 2000;6:44-51.
13. 송종근, 이병렬, 양기영, 전주현, 임윤경. 三陰交 전침이 노화과정 흰쥐의 항산화능 및 면역능에 미치는 영향. *경락경혈학회지* 2010;27(1):87-106.
14. 김봄님, 장경호, 김세현, 김상우, 월경통에 대한 전침의 임상효과. *대한한방부인과학회지* 2004;17(2):138-46.
15. 전현정, 임성철, 이경민, 이봉호, 김재수, 정태영, 등. 태충혈의 유침과 저주파 및 고주파 전침이 백서의 항진된 장운동에 미치는 영향. *동서의학* 2009;34(4):123-39.
16. 이은경, 최은희, 전주현, 김영일, 하거허 유침 및 고주파 전침이 흰쥐의 장운동에 미치는 영향. *대한침구학회지* 2009;26(2):79-89.
17. 최주영, 이현. 해계 유침 및 전침의 전후 처치가 실험적으로 항진된 흰쥐의 장운동에 미치는 영향. *대한침구학회지* 2010;27(3):117-26.
18. 조미형, 최병태, 장경진. Cold-Restraint 스트레스 유발 위점막 손상에 미치는 고빈도 120Hz 전침의 효과. *대한침구학회지* 2003;20(3):177-93.
19. 윤상협. 흰쥐 水溝穴 電鍼刺戟이 血壓, 脈搏 및

- 局所腦血流量에 미치는 影響. *경희의학* 1992;8(4):412-8.
20. 서동민, 강성길. Pub Med 檢索을 통한 電鍼의 最新 研究에 관한 考察 - 臨床 論文 中心으로 -. *대한침구학회지*. 2002;19(3):168-79.
 21. Aslaksen RM, Myrbakk IN, Høifødt RS, Flaten MA. The effect of experimental gender on autonomic and subjective responses to pain stimuli. *Pain* 2007;129:260-8.
 22. Fillingim RB, Maixner W. Gender Differences in the Responses to Noxious Stimuli. *Pain Forum* 1995;4(4):209-21.
 23. 대한침구학회교재편찬위원회. *經穴學 上*. 경기도 파주: 집문당; 2008, p. 56-7.
 24. 대한침구학회교재편찬위원회. *經穴學 上*. 경기도 파주: 집문당; 2008, p. 64-6.
 25. 대한침구학회교재편찬위원회. *經穴學 上*. 경기도 파주: 집문당; 2008, p. 304-6.
 26. Ulett GA, Han S, Han JS. Electroacupuncture: Mechanisms and Clinical Application. *Biol Psychiatry* 1998;44(2):129-38.
 27. 김민수, 광민아, 장우석, 이기태, 정기삼, 정태영, 등. 전침 자극이 정상 성인의 심박변동에 미치는 영향. *대한침구학회지* 2003;20(4):157-69.
 28. Grassi C, Passatore M. Action of the sympathetic system on skeletal muscle. *Ital J Neurol Sci* 1988;9:23-8.
 29. Knardahl S, Elam M, Olausson B, Wallin BG. Sympathetic nerve activity after acupuncture in humans. *Pain* 1998;75:19-25.
 30. Criswell E. Cram's Introduction to Surface Electromyography, Second Edition. Canada: Jones and Bartlett Publishers; 2010, p. 117-8.
 31. Leijnse JNAL, Campbell-Kyureghyan NH, spekter D, Quesada PM. Assessment of Individual Finger Muscle Activity in the Extensor Digitorum Communis by Surface EMG. *J Neurophysiol* 2008;100:3225-35.
 32. Uchida S, Kagitani F, Hotta H. Neural mechanisms of reflex inhibition of heart rate elicited by acupuncture-like stimulation in anesthetized rats. *Auton Neurosci* 2010;157(1-2):18-23.
 33. Kang OS, Chang DS, Lee MH, Lee H, Park HJ, Chae Y. Autonomic and subjective responses to real and sham acupuncture stimulation. *Auton Neurosci* 2011;159(1-2):127-30.
 34. 黃龍祥 著, 朴炫局, 尹鐘和, 金基郁 譯. 中國鍼灸學術史大綱. 서울: 法仁文化社; 2007, p. 1098-9.
 35. Xue CC, Dong L, Polus B, English RA, Zheng Z, Da Costa C, et al. Electroacupuncture for Tension-type Headache on Distal Acupoints Only: A Randomized, Controlled, Crossover Trial. *Headache* 2004;44:333-41.
 36. 許浚 著, 조현영, 박위근, 김동일, 김영호, 윤각병, 노용갑 이응섭 등 역. 原文 對譯 東醫寶鑑 2차 개정판. 서울: 여강출판사; 2003, p. 3158-9.
 37. 許浚 著, 조현영, 박위근, 김동일, 김영호, 윤각병, 노용갑 이응섭 등 역. 原文 對譯 東醫寶鑑 2차 개정판. 서울: 여강출판사; 2003, p. 644.
 38. 김달호. 圖解校勘 舍巖道人鍼法. 부산: 小康; 2002, p. 143-8.
 39. Chou LW, Hsieh YL, Kao MJ, Hong CZ. Remote Influences of Acupuncture on the Pain Intensity and the Amplitude Changes of Endplate Noise in the Myofascial Trigger Point of the Upper Trapezius Muscle. *Arch Phys Med Rehabil* 2009;90:905-12.
 40. Ogata A, Sugenoja J, Nishimura N, Matsumoto T. Low and high frequency acupuncture stimulation inhibits mental stress-induced sweating in humans via different mechanisms. *Auton Neurosci* 2005;118(1-2):93-101.
 41. Kuruno Y, Minagawa M, Ishigami T, Yamada A, Kakamu T, Hayano J. Acupuncture to

- Danzhong but not to Zhongting increase the cardiac vagal component of heart rate variability. *Auton Neurosci* 2011;161:116-20.
42. Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM. The Autonomic Nervous System and the Hypothalamus. In: Principles of Neural Science Fourth Edition. US: McGraw-Hill; 2000, p. 960-81.
43. 진주표 저. 임상활용 황제내경독송본. 서울: 法仁文化社; 2009, p. 276.
44. 진주표 저. 임상활용 황제내경독송본. 서울: 法仁文化社; 2009, p. 593-5.
45. 黃龍祥 著, 朴炫局, 尹鐘和, 金基郁 譯. 中國鍼灸學術史大綱. 서울: 法仁文化社; 2007, p. 311-23.
46. 진주표 저. 임상활용 황제내경독송본. 서울: 法仁文化社; 2009, p. 540-3.