

## 전기자극이 체성분에 미치는 효과

김 용 성

(가톨릭대학교 성빈센트병원 물리치료실)

방 상 분

(제주한라대학 물리치료과)

## The Effect of Electrical Stimulation of Body Composition in Obese Person

Kim, Yong Seong

(Dept. of Physical Therapy, St. Vincent Hospital, Catholic University)

Bang, Sang Bun

(Dept. of Physical Therapy, Cheju Halla College)

### ABSTRACT

The purpose of this study is to reveal the effect of electrical stimulation of body composition in obese person. Subjects were 30s to 40s aged healthy workers(2004. 3. 8~4. 17) in the S general Hospital in Suwon and they were brought to manage obesity.

Subjects were divided into control group(Female<0.85, Male<0.90) and study group(Female>0.85, Male>0.90) by WHR(waist-hip ratio) that is measured by Automatic body composition analyzer(InBody 3.0). And we divided the study group with randomized methods into group A(n=8) and group B(n=8). Then we compared and

analyzed the change of muscle mass, body fat, abdominal girth, WHR, BMI(body mass index) after application of electrical stimulation, three times a week, for 30 minutes in each session with 50 Hz of pulse frequency, 20  $\mu$ s or 250  $\mu$ s of pulse duration.

There was statistically meaningful decrement of body fat( $p<0.05$ ) and abdominal girth( $p<0.05$ ) but not of body weight, muscle mass, WHR and BMI in the control group after application of electrical stimulation with 50 Hz, 20  $\mu$ s. There were meaningful change of abdominal girth( $p<0.05$ ), WHR( $p<0.05$ ) and BMI( $p<0.05$ ), but not of body weight, muscle mass and body fat after application of electrical stimulation with 50 Hz, 20  $\mu$ s in group A. We applied electrical stimulation with 50 Hz, 250  $\mu$ s in group B, then there were meaningful change of body weight( $p<0.05$ ), body fat( $p<0.01$ ), abdominal girth( $p<0.01$ ), WHR( $p<0.05$ ) and BMI( $p<0.01$ ) but not of muscle mass only.

Consequently, the pulse duration is the main parameter of electrical stimulation that affect the body composition of obese person in this study and if we combined the diet control to reduce blood components we could have better result.

So it would be more effective to manage localized obesity(in abdomen, thigh, upper arm, etc.) if you apply electrical stimulation considering the pulse duration.

**Key words :** Electrical Stimulation, Body Composition

## 1. 서론

물질적 풍요로움은 인간의 생활을 편하게 해주고 있지만 그와 반대로 신체의 활동은 점점 줄어들게 된다. 또한 음식물의 풍요는 신체가 필요로 하는 에너지양보다 많은 에너지를 섭취하게 하여 잉여에너지는 체내에 축적하게 되어 소위 성인병이라는 위험 속에 노출된다(심상수와 김창중, 2002). 그리하여 비만은 일반적으로 건강을 위협하는 위험인자로 인식되어 가고 있으며 이러한 신체활동 부족과 과잉에너지 섭취는 비만,

당뇨, 관상동맥질환, 고혈압, 고지혈증 등과 운동부족으로 오는 근·골격계 질환의 발생 위험이 높아지고 있다(대한비만학회, 2003). 비만은 골격근에서의 인슐린 저항성 증대 및 고지혈증을 포함한 심장질환을 유발할 수 있을 뿐만 아니라 각종 대사성 질환을 유발하는 잠재적 위험 요인으로서 세계적으로 중요한 건강 저해요소로 문제시되고 있다(Horowitz, 2001).

비만을 관리하는 방법은 비만의 원인에 따라 다소 차이가 있긴 하지만 식이요법, 운동요법, 약물요법 그리고 자극요법 등으로 크게 분류할 수 있다. 경우에 따라서는 이들 중 하나 혹은 전부를 혼용한 프로그램

을 적용하기도 한다. 어떤 프로그램이 비만을 감소시키는데 가장 효과적인가 하는데 있어서는 많은 이견이 있으며 주장하는 방향도 서로 다르다.

이기열(2000)과 모수미 등(2002)은 식이요법의 경우 섭취하는 지방의 양을 조절하거나 저칼로리식을 처방하는 것이 주된 프로그램이라고 했지만, 인내와 의지가 절대적으로 필요로 하기 때문에 성공을 하는 경우도 있고 실패를 하는 경우도 많다고 하였다.

운동요법을 이용한 비만관리는 현재 가장 보편화되어 있는 프로그램의 하나로 섭취한 지방이나 칼로리를 운동을 통하여 소모시킴으로써 체내에 지방이 축적되지 않도록 하는 방법이다. 그러나 비만자들의 경우 정상인들에 비해 안정시 분당 환기량은 높은 반면 최대 운동수행 시 최대산소섭취량과 환기량, 심박수, 호흡교환율(RQ) 등은 낮은 것으로 알려져 있어 비만해소를 위한 장시간 운동수행의 어려운 신체적 능력을 지니고 있는 것으로 보고되고 있다(Babb 등, 1991). 대부분의 비만자들은 동맥경화증이나 심비대증, 인슐린 비의존형 당뇨병 혹은 퇴행성관절염 등을 동반하고 있기 때문에 운동프로그램을 처방할 때 어려운 경우가 많다고 했다(최신운동처방론 2000).

이득주(1999)는 약물요법을 권장하면서, 최근 세계적으로 약물요법이 보편화되어 서양인의 경우 체질량 지수가 30 kg/m<sup>2</sup> 이상이거나, 27 kg/m<sup>2</sup> 이상이면 심혈관계 합병증이나 수면 중 무호흡증이 동반된 경우에 시도되며, 아시아인에서는 체질량 지수가 25 kg/m<sup>2</sup> 이상인 경우, 혹은 23 kg/m<sup>2</sup> 이상이

면서 위와 같은 합병증이 동반된 경우에 3~6개월 정도 시도해 볼 수 있다. 현재 우리나라에는 비만 치료제로서의 사용약물이 제한적이지만 향후 많은 약물요법을 할 수 있을 것으로 예상하면서, 이러한 치료제의 경우 어느 정도의 부작용이 있어 반드시 의사의 처방을 받아야하며 시중에 비만치료 보조제가 비만치료 약물로 둔갑하여 광고되어 소비자를 현혹하는 경우가 많이 있으므로 함부로 남용해서는 안 된다고 하였다(대한비만학회, 2000). 위와 같은 식이요법, 운동요법과 약물요법의 단점을 보강하기 위하여 개발된 새로운 비만관리법 중의 하나가 자극요법이다.

자극요법은 크게 심리적 자극요법과 외적 자극요법으로 나눌 수 있는데, 심리적 자극요법은 음식을 섭취하고자 하는 욕구를 정신적인 측면에서 조절하여 음식 섭취량을 스스로 줄여감으로써 비만을 줄여가고자 하는 방법이며, 외적 자극요법은 외적으로 신체에 특별한 자극을 주어 비만을 조절하고자 하는 방법이다(김순희, 1995).

외적 자극요법은 침술을 이용하여 비만을 관리하는 방법과 전기자극을 이용하여 비만을 관리하는 방법 등을 말한다. 이들 방법이 외부에서 신체에 어떤 자극을 주는 자극요법이라고 하는데 있어서는 동일한 방법이지만 이론적 배경은 매우 다르다.

장영주 등(2001)은 침술을 이용하여 비만을 관리하는 방법은 특별한 경혈점에 침을 적용하였을 때 식욕의 조절과 함께 체내에서의 신진대사가 촉진됨으로써 에너지를 소모하게 하여 체지방을 감소시키는 것이고, 전기자극(민경옥, 2001)은 전기적 임펄스

(electrical impulse)가 직접 신경이나 근육을 자극하여 근육의 수축과 이완을 주파수에 따라 빠르게 혹은 느리게 반복시킴으로써 대량으로 에너지를 소모하게 하여 비만을 관리하게 하는 방법이다. 전기자극에 의한 비만관리의 장점은 운동수행 능력이 뒤떨어지거나 운동을 심하게 할 수 없는 환자에게도 안심하고 사용할 수 있다. 그러나 이 방법의 가장 큰 단점은 전기자극이 가해지고 있는 근육이나 피하지방 쪽에서만 지방의 소모가 일어나기 때문에 전신적 비만 관리에는 적합하지 않은 면도 있다. 그럼에도 불구하고 현재 세계적으로 전기자극에 의한 비만관리법이 관심을 모으고 있는 것은, 전술한바와 같이 대부분의 비만자가 운동을 효과적으로 수행하기에는 부적절한 조건을 갖고 있다는 데 있다. 특히 복부비만의 경우 복근의 운동능력이 함께 저하되기 때문에 복근의 직접적인 운동을 통한 지방감소는 상당히 어려워 이런 경우에는 전기자극에 의한 부분적인 비만관리가 매우 효과적이다(Byran, 1959; Frederic, 1990). 또한 복부 등, 단일 부위에 대한 전기자극법이 비만관리에 매우 효과적이라는 사실이 문헌적으로 또는 경험적으로 상당부분 알려져 국내의 비만관리 센터나 스포츠 클리닉 등에서도 매우 광범위하게 이용되고 있다.

이와 같이 많은 전기자극에 의한 비만의 연구가 있으나 아직은 미약하고 체계적이지 못하므로, 안전하고 조작과 처치가 간편한 전기자극요법에 관한 연구가 더욱더 필요하다고 생각된다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상 및 연구기간

본 연구에 참여한 대상자들은 S 병원에 근무하는 사람으로서 연구 참여 전, 가족력 및 과거병력 등을 문의하여 신체적으로 연구에 이상 소견이 없는 30~40대로서 성별은 불문하였다. 또한 대상자들의 연구 참여에 대한 자발적 의사를 구하기 위해 전체적인 연구 절차에 대해 미리 설명한 후 연구에 동의한자로 한정하였으며(N=24명), 기간은 2004년 3월 8일~2004년 4월 17일까지 6주간 실시하였다.

### 2. 연구방법

#### 1) 연구설정

전체 연구 대상자들에게 측정에 따른, 생화학적 검사수치에 영향을 최소화하기 위하여, 계측 전 식수를 포함하여 10시간 이상 음식물 섭취를 제한하였다.

체성분 검사실에서 자동체지방측정기(InBody 3.0, Biospace(co), Korea)로 측정된 복부지방률에 따라 대조군(n=8)과, 연구군으로 나누고, 다시 연구군을 무작위로 연구군 A(n=8)와 연구군 B(n=8)로 분류하였다. 각 그룹별 신체적 특성은 표 1과 같다.

표 1. 각 그룹별 신체적 특성

| 항목                       | 그룹 | 대조군          | 연구A군        | 연구B군         |
|--------------------------|----|--------------|-------------|--------------|
| 연령(Yrs)                  |    | 33.46± 4.96  | 33.71±5.41  | 39.57± 4.31  |
| 신장(cm)                   |    | 160.00± 8.29 | 154.86±5.58 | 163.14± 8.76 |
| 체중(kg)                   |    | 55.26±11.01  | 58.99±9.38  | 71.74±12.28  |
| 복부비만률(WHR)               |    | 0.83± 0.02   | 0.89±0.03   | 0.91± 0.05   |
| BMI(kg/ m <sup>2</sup> ) |    | 21.43± 2.13  | 24.47±2.27  | 26.89± 3.87  |

Value are mean±SD

## 2) 연구도구 및 측정방법

대조군과 연구군을 환경적 오차를 줄이기 위해 실내적정 온·습도인 18±2℃, 60~70±10%에서 실시하고, 일관성을 높이기 위해 동일인이 체성분, 체지방 및 복부둘레를 측정하였다.

### (1) 체성분 측정

계측 전, 손과 발의 수분에 의한 오차를 최소화하기 위해 면수건으로 수분을 제거 한 후, InBody 3.0(Biospace Co., Seoul, Korea)을 이용하여 체성분 변인인 체중(weight), 근량(soft lean mass; SLM), 제지방량(lean-body mass; LBM), 체지방량(free fat mass; FFM), 체지방률(% BF, body fat), 복부지방률(waist hip ratio; WHR), 체질량지수(body mass index, BMI=Wt/Ht<sup>2</sup>) 등을 측정하였다.

### (2) 허리둘레 측정

허리둘레는 복부내장 지방분포를 평가하는 방법으로 허리/엉덩이 둘레비 측정보다

는 오차가 적어서 최근에는 비만의 지표로 많이 이용되고 있다.

허리둘레는 직립자세에서 최하위 늑골하부와 골반 장골능과의 중간부위를 측정했는데, 이는 전상장골극의 3 cm 상부와 일치하기 때문이다. 그러나 심한 비만인 경우나 출산 후 혹은 폐경 여성에서는 피하지방이 과도하여 허리와 겹쳐져 실제보다 길게 측정되는 경우가 있는데 이러한 경우에는 직립자세에서 피하지방을 들어 올려 측정하는 것을 원칙으로 한다(대한비만학회, 2003).

### (3) 전기자극

① 대조군과 연구군에게 복부에 대한 자극부위의 저항을 최소로 감소시키기 위하여, 전기자극을 가하였을 때 피부에서 일어나는 반응과 감각 등에 대하여 자세히 설명하고, 근육의 가시수축(visible contraction)을 관찰하는데 지장이 없도록 약 200 Lux 정도의 밝기로 하고, 실내적정 온·습도를 유지하였다.

② 전기자극기는 ENDOMED-CV405

(Enraf Nonius, Holland)로 활성전극(active electrode)과 분산전극(dispersive electrode)은 rubber pad electrode 6×8 cm, 2쌍을 사용하여, 침대에 바로 누운 자세에서 전극의 부착은 배꼽을 중심으로 상, 하 5 cm씩 두고 부착하였고, 장골능 부위에서는 복사근(oblique muscle)에 자극을 주기 위해 액와선(axilla line)을 기점으로 장골능 바로 위 부분과 그 교차점에서 약 5 cm 떨어진 상단 부분에 전극을 부착하여 자극을 부여하였다.

③ 전기자극의 종속변수(parameter)는, 불균형적 비대칭성 양상맥동(unbalanced asymmetrical biphasic pulse)이며, 맥동주파수(pulse frequency)는 50 Hz, 맥동기간(pulse duration)은 대조군과 연구군 A는 20  $\mu$ s로, 연구군 B는 250  $\mu$ s로 하였으며, 맥동열(pulse train)은 스펙트럼(spectrum)으로 정하고, 자극시간은 30분씩, 주 3회 실시하였다.

### 3. 자료분석

본 연구에서 수집된 자료의 모든 통계분석은 SAS program을 이용하여 평균과 표준오차를 산출하였으며, 각 연구군 간의 차

이는 one-way ANOVA에 의하여 검정하고, Duncans multiple range test를 실시하여 p=0.05 수준에서 유의성을 검증하였다.

## III. 연구결과

### 1. 각 그룹별 신체조성의 변화

본 연구에서 나타난 체중의 변화는 연구군 B에서만 연구 전, 71.74 kg에서 연구 후, 70.23 kg으로 유의하게 감소한(p<0.05) 반면, 다른 두 집단에서는 유의한 변화가 없었다. 대조군은 0.82 kg, 연구군 A에서는 0.28 kg, 연구군 B는 1.51 kg이 감소하였다. 그리고 근량은 모든 그룹에서 유의한 변화가 없었지만, 대조군에서는 0.41 kg, 연구군 A는 0.24 kg, 연구군 B는 0.36 kg이 늘어났다. 또한, 체지방량은 대조군에서 연구 전, 14.81 kg에서 연구 후, 13.63 kg으로 유의한 변화가 있었고(p<0.05), 연구군 B에서도 23.04 kg에서 19.74 kg으로 유의하게 감소한(p<0.01) 반면, 연구군 A는 유의한 변화가 없었다. 하지만 19.39 kg에서 18.94 kg으로 0.45 kg이 줄었다(표 2-1).

표 2-1. 각 그룹별 연구 전·후 신체조성의 변화

| 그룹       |   | 대조군         | 연구군 A      | 연구군 B        |
|----------|---|-------------|------------|--------------|
|          |   | 평균±표준편차     | 평균±표준편차    | 평균±표준편차      |
| 체중(kg)   | 전 | 55.26±11.01 | 58.99±9.38 | 71.74±12.28  |
|          | 후 | 54.44±10.44 | 58.71±9.52 | 70.23±12.41* |
| 근량(kg)   | 전 | 39.04±10.51 | 37.30±6.81 | 46.00±9.40   |
|          | 후 | 39.46± 9.98 | 37.54±6.46 | 46.36±9.95   |
| 체지방량(kg) | 전 | 14.81±1.20  | 19.39±3.07 | 23.04±6.54   |
|          | 후 | 13.63±1.18* | 18.94±3.29 | 19.74±8.01** |

\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

Means with different letters within a column are significantly different from each other at  $p < 0.05$

## 2. 각 그룹별 허리둘레, 복부지방률, BMI의 변화

허리둘레는 모든 그룹에서 유의하게 변화하였는데( $p < 0.05$ ), 연구군 B는 더 유의한 변화가 있었다( $p < 0.01$ )(표 2-2).

복부지방률은 연구군 A에서 0.89%에서 0.88%로 유의하게 변화하였고( $p < 0.05$ ), 연구군 B도 0.91%에서 0.90%로 유의하게 감소

한( $p < 0.05$ ) 반면, 대조군에서는 유의한 변화가 없었다(표 2-2).

BMI는 연구군 A가 24.47  $\text{kg}/\text{m}^2$ 에서 24.10  $\text{kg}/\text{m}^2$ 로 유의하게 변화하였고( $p < 0.05$ ), 연구군 B는 26.89  $\text{kg}/\text{m}^2$ 에서 25.97  $\text{kg}/\text{m}^2$ 로 더 유의하게 감소한 것으로 나타난( $p < 0.01$ ) 반면, 대조군은 유의한 변화가 없었다. 그러나 0.4  $\text{kg}/\text{m}^2$  감소 차가 있었다(표 2-2).

표 2-2. 각 그룹별 연구 전·후 신체조성의 변화

| 그룹                       |   | 대조군         | 연구군 A       | 연구군 B        |
|--------------------------|---|-------------|-------------|--------------|
|                          |   | 평균±표준편차     | 평균±표준편차     | 평균±표준편차      |
| 허리둘레(cm)                 | 전 | 77.29±7.59  | 82.50±6.90  | 92.21±8.14   |
|                          | 후 | 75.46±7.49* | 80.51±7.13* | 88.74±8.38** |
| 복부지방률<br>(WHR)           | 전 | 0.83±0.02   | 0.89±0.03   | 0.91±0.05    |
|                          | 후 | 0.83±0.04   | 0.88±0.03*  | 0.90±0.05*   |
| BMI(kg/ m <sup>2</sup> ) | 전 | 21.43±2.13  | 24.47±2.27  | 26.89±3.87   |
|                          | 후 | 21.03±1.95  | 24.10±2.32* | 25.97±3.91** |

\* : p<0.05, \*\* : p<0.01

Means with different letters within a column are significantly different from each other at p<0.05

## N. 고 찰

비만을 관리하는 방법은 비만의 원인에 따라 다소 차이가 있는데 본 연구는 건강 유지와 비만해소를 위한 전기자극법적인 처치방안을 제시하기 위해 실시하였다. 특히 전기자극에 의한 근력증강은 10~500 Hz 사이의 저주파 자극범위 중 최소 20~30 Hz 이상의 자극이 최소의 근 수축을 유발하며, 근력증가에도 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(Gundersen 등, 1992). 한편 Galea(2001)는 이러한 저주파 전기자극 범위 중 30 Hz 이상의 전기자극 수준에서 근 피로를 유발할 수 있다고 하였으며, Farrance 등(1987)은 근력 트레이닝 중 50 Hz의 자극강도에서 슬관절의 신전 트레이닝

을 수행시킨 결과 peak torque의 유의한 증가가 발생하였다고 보고하여, 본 연구에서도 전기자극 맥동주파수를 50 Hz로 정했다. 또한 McMiken 등(1983)은 75 Hz의 저주파 강도에서 총 3주간 주당 4차례 대퇴사두근 부에 전기자극을 처치한 결과 등척성 트레이닝에 비해 다소 낮은 근력증가를 보였으나 최초수준에 비해 약 22% 근력이 증가하였음을 보고하여 근력 향상에 있어서 저주파 전기자극의 효과를 입증한바 있는데, 본 연구에서도 통계적으로 유의수준은 아니지만 모든 그룹에서 근량의 변화가 있었다. 그리고 반복적이고 지속적인 전기자극은 보다 높은 근 수축을 유도함으로써, 정상인들의 경우에서도 근력증가를 도모할 수 있을 뿐만 아니라(민경옥, 2001; Currier 등, 1983; Delitto 등, 1989; McMiken 등, 1983; Selkowitz, 1984), 안정시 국소 부위에서의



모세혈관 밀도 증가와 산소 및 글루코스 소모 증가에도 영향을 미침으로서 산화적 대사능력의 향상을 통한 피로 내성도에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있다(Hudlicka 등, 1977)는 연구결과들이 보고되었다.

한편 박래준(1993)과 Theriault 등(1996)은 전기자극에 의한 골격근 섬유 타입과 세포 수준의 효소성분들의 변화에 대한 연구에서 약 4주간의 전기자극 결과 골격근 섬유들 가운데 Type II A의 증가하였고, Type II B 섬유주변의 모세혈관 밀도 그리고 citrate synthase(CS; Citrate 합성효소)의 활성도 증가가 발생하였다고 하였다. 이는 전기자극이 골격근 섬유타입의 변화는 물론 ATP 생성과 관련된 효소들의 변화에 영향을 미침으로서 운동수행능력의 향상을 도모할 수 있음을 제시했다. Delitto 등(1989)은 근 섬유 중 Type II 섬유의 증가와 운동 시 근 수축을 유발하는 활동전위의 역치수준의 증가 그리고 Type I을 비롯해 운동 중 근 섬유 동원율의 증가를 그 원인으로 제시하였다. 이와 연관되어 본 연구에서도 전기자극의 종속변수 중 맥동기간이 짧고, 긴 경우에 따라 비만자의 체성분에 유의한 차이를 보였다. 우선 정상그룹인 대조군에서 체중이 통계적으로 유의하지는 않지만, 0.82 kg 감소가 있었으며, 근량은 0.42 kg 늘어난 반면, 체지방량은 연구 전, 14.81 kg에서 연구 후, 13.63 kg으로 유의하게 감소했다 ( $p < 0.05$ ). 그러나 복부지방률과 BMI에서는 변화가 없는 것으로 보아 정상그룹인 대조군은 비만이 아니기 때문에 전기자극이 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다. 이를 확인할 수 있는 것이 같은 종속변수로 자극

한 연구군 A에서 복부지방률이 연구 전, 0.89%에서 연구 후, 0.88%로 유의하게 변화하였고( $p < 0.05$ ), BMI도 연구 전, 24.47 kg/m<sup>2</sup>에서 연구 후, 24.10 kg/m<sup>2</sup>로 유의하게 변화한( $p < 0.05$ ) 것으로 알 수 있다. 그리고 허리둘레는 두 그룹 모두 유의하게 감소한 ( $p < 0.05$ ) 것으로 보아 전기자극을 복부부위에 국소적이면서도 집중적으로 자극하였기 때문으로 사료된다.

본 연구에 따른 연구군 A와 연구군 B를 비교해 보면, 체중의 경우 연구군 A는 유의하게 변화가 없었지만, 연구군 B에서는 연구 전, 71.74 kg에서 연구 후, 70.23 kg으로 유의하게 감소한( $p < 0.05$ ) 반면, 체지방량도 연구군 A는 유의한 변화가 없지만, 연구군 B에서는 23.04 kg에서 19.74 kg으로 유의하게 감소하였다( $p < 0.01$ ). 또한 BMI도 연구군 A가 24.47 kg/m<sup>2</sup>에서 24.10 kg/m<sup>2</sup>로 유의하게 변화하였고( $p < 0.05$ ) 연구군 B는 26.89 kg/m<sup>2</sup>에서 25.97 kg/m<sup>2</sup>로 더 유의하게 감소했으며( $p < 0.01$ ), 허리둘레의 경우는 연구군 A는  $p < 0.05$ 의 유의수준이었지만, 연구군 B는  $p < 0.01$  유의수준으로 변화하였다. 이는 전기자극에 있어서 동일한 맥동주파수(50 Hz)를 사용하고, 맥동기간을 20  $\mu$ s 적용한 연구군 A와, 맥동기간을 250  $\mu$ s 적용한 연구군 B 간의 차이가 있음을 보여주고 있다. 그러므로 전기자극 할 때에는 종속변수(parameter)의 맥동기간(duration)을 고려하여야 될 것으로 사료된다.

## V. 결론

본 연구목적은 전기자극에 따른 비만자의 체성분에 미치는 효과를 알아보기 위해 복부지방률을 기준으로, 정상그룹(여자:0.85, 남자:0.90 이하)과 비만그룹(여자:0.85, 남자:0.90 이상)으로 분류하여, 대조군(n=8)과 연구군으로 정하고, 다시 비만그룹인 연구군을 무작위로 연구군 A(n=8), 연구군 B(n=8)로 나누어서, 전기자극의 맥동주파수는 일정하게(50 Hz) 하고, 맥동기간(pulse duration)의 차이(20  $\mu$ s, 250  $\mu$ s)를 두고, 30분씩, 주 3회, 6주 동안 자극을 하였을 때, 비만자의 체성분에 대한 변화를 측정된 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 체중의 변화는 연구군 B에서만 연구 전, 71.74 kg에서 연구 후, 70.23 kg으로 유의하게 감소하였고(p<0.05), 다른 두 그룹에서는 통계적으로 유의한 변화가 없었다.

2) 근량은 모든 그룹에서 유의한 변화가 없었다.

3) 체지방량은 대조군이 연구 전, 14.81 kg에서 연구 후, 13.63 kg으로 유의하게 감소하였고(p<0.05), 연구군 B는 23.04 kg에서 19.74 kg으로 더 유의하게 변화하였다(p<0.01).

4) 허리둘레는 모든 그룹에서 유의한 변화가 있었는데(p<0.05), 특히 연구군 B는 더 유의한 차이가 있었다(p<0.01).

5) 복부지방률은 연구군 A가 0.89%에서 0.88%로 유의수준으로 감소하였고(p<0.05), 연구군 B도 0.91%에서 0.90%로 유의하게

변화하였다(p<0.05).

6) BMI(body mass index; 체질량지수)는 연구군 A가 24.47 kg/m<sup>2</sup>에서 24.10 kg/m<sup>2</sup>로 유의한 수준으로 변화하였고(p<0.05), 연구군 B도 26.89 kg/m<sup>2</sup>에서 25.97 kg/m<sup>2</sup>로 유의하게 변화하였다(p<0.01).

이상은 전기자극에 있어서 종속변수(parameter) 중 맥동 주파수는 50 Hz로 일정하게 하고, 맥동기간(pulse duration)을 길게 한 그룹 연구군 B가, 짧게 한 그룹 연구군 A 보다 비만자의 체성분의 변화가 유의한 차이를 보였다.

현재 비만클리닉이나 비만 관리센터에서 다양하게 적용되는 전기자극에 있어서 종속변수 중 맥동기간을 고려하여 실시된다면 더 효과적인 비만관리 방법이 될 수 있다고 보며, 운동수행 능력이 뒤떨어지거나, 운동을 심하게 할 수 없는 환자, 또는 국소비만(복부, 허벅지, 상박부 등) 관리에서 보다 효과적으로 사용될 수 있다고 사료된다.

## 참고문헌

- 국민체육진흥공단 체육과학연구원 : 최신 운동처방론. 21세기교육사. 311-359, 2000.
- 김순희 : 전기자극과 운동이 전신 체지방 및 복부의 피하지방에 미치는 영향, 용인대학교 대학원 석사논문. 1995.
- 대한비만학회 편. 비만의 진단과 치료. 대한비만학회. 2003.
- 모수미, 이연숙, 구재옥, 등 : 식사요법, 교문사. 190-201, 2002.

- 민경옥 : 전기치료학. 현문사. 51-87, 111-142. 2001.
- 박래준 : 전기자극이 흰쥐의 골격근 형태에 미치는 영향. 효성여자대학교 대학원 박사논문. 1993.
- 비만의 진단과 치료. 아시아-태평양지역 지침, 대한비만학회. 2000.
- 심상수, 김창종 : 비만과 건강. 중앙대학교 출판부. 87-88, 2002.
- 이기열 : 영양과 식이요법. 신광출판사. 163-191, 2000.
- 이득주 : 올바른 비만치료의 길잡이: 대한비만학회 대국민 홍보강좌, 비만관리학회. 1999.
- 장영주, 조정훈, 송병재 : 태음조위탕과 전기침 병행치료의 비만에 대한 효과. 대한한방비만학회지. 1(1);77-83, 2001.
- 한국운동영양학회 편 : 운동영양학. 현문사. 206-235, 261-277. 2002.
- Babb TG, Korzick D, Meador M, et al : Ventilatory response of moderately obese women to submaximal exercise. *Int J Obesity*. 15(1);59-65, 1991.
- Byran O, Scott : The principles and practices of electrotherapy and actinotherapy. William Heinemann Medical Books Ltd. 1959.
- Currier DP, Mann R : Muscular strength development by electrical stimulation in healthy individuals. *Phys Ther*. 63(6); 915-21, 1983.
- Delitto A, Brown M, Strube MJ, et al. : Electrical stimulation of quadriceps femoris in an elite weight lifter: a single subject experiment. *Int J Sports Med*. 10(3);187-91, 1989.
- Farrance BW., Houston ME., Ranney DA. : Effects of electrical stimulation training using the extended leg position on quadriceps muscle of women. *Can. J. Spt. Sci*. 12(4);170-174, 1987.
- Frederic J. Kottke, Justus F. Lehmann. Krusen's Handbook of physical medicine and rehabilitation, W. B. Saunders Company. 1990.
- Galea V : Electrical characteristics of human ankle dorsi- and plantar-flexor muscles. Comparative responses during fatiguing stimulation and recovery. *Eur J Appl Physiol*. 85(1-2);130-40, 2001.
- Gundersen K, Eken T : The importance of frequency and amount of electrical stimulation for contractile properties of denervated rat muscles. *Acta Physiol Scand*. 145(1);49-57, 1992.
- Horowitz JF : Regulation of lipid mobilization and oxidation during exercise in obesity. *Exerc Sport Sci Rev*. 29(1);42-6, 2001.
- Hudlicka O, Brown M, Cotter M, et al. : The effect of long-term stimulation of fast muscles on their blood flow, metabolism and ability to withstand fatigue. *Pflugers Arch*. 369(2);141-9, 1977.
- McMiken DF., Todd-Smith M., Thompson C : Strengthening of human quadriceps muscles by cutaneous electrical

stimulation. *Scand. J. Rehab.*, 15;25-28, 1983.

Selkowitz DM : High frequency electrical stimulation in muscle strengthening. *Am. J. Sports Med.* 17(1);103-111, 1984.

Theriault R, Boulay MR, Theriault G, et al

: Electrical stimulation-induced changes in performance and fiber type proportion of human knee extensor muscles. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 74(4);311-7, 1996.