

기능적 전기 자극과 유산소 운동이 복부비만의 피하지방과
내장지방에 미치는 효과

장수한방병원 물리치료실

오 성 태

대구대학교 대학원 재활과학과 물리치료전공

이 문 환

대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

박 래 준

**The Change of The Effect on The Subcutaneous Fat Area
and Visceral Fat Area by The Functional Electrical
Stimulation and Aerobic Exercise**

Oh, Sung-tae, P.T., M.S.

Department of Physical Therapy, Jangsu Oriental Hospital

Lee, Mun-hwan, P.T., M.S.

Major in Physical Therapy, Department of Rehabilitation Science, Graduate school,
Daegu University

Park, Rae-Joon

Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Daegu University

(Abstract)

Back ground : Subcutaneous fat area is the main factor involved in replacement disease and arteriosclerosis. Simple weight control is the appropriate medical treatment. It's understood that weight reduction does not only reduce the fat concentrations in blood but also reduces blood pressure, improves glucose levels in diabetes patients and reduces incidents of heart disease. there are several methods for reducing fat in the abdominal region but their effectiveness is not folly understood. one method is electrical stimulation of the problem areas.

Method : From May 1st 2002 to October 31st. The 15 subjects who received

medical examination were aged between 25 and 53 and were of mixed gender.

The subjects were divided into two groups one to received functional electrical stimulation and the other a control group. Using Broca's criterion for judging fat grades. I analysed the differences between the two groups before and after the treatment. Subjects received functional electrical stimulation on the abdominal muscle intensity 50Hz.

They received this treatment 4 days a week for 40 minutes a day.

In the case of aerobic exercise, at the Treadmill, we used it with the intensity of 75% maximum heart rate (220-age).

Result

1)After functional electrical stimulation in the case of male subjects, the weight was reduced 1.93kg, obesity 2.60%, fat mass 2.73kg, Percent body fat 4.40%, waist circumference 6.53cm, circumference of hips 5.53cm. On the other side, the quality of muscle was increased at the rate of 1.03kg,

but it's not attentional level. The subcutaneous fat area was reduced by 26.63 cm², the visceral fat area was reduced by 43.00cm², In the female subjects, we can see the reduction of fat grade by 26.63cm², the quantity of body fat by 1.5kg, percent body fat by 1.77%, circumference of waist by 4.02cm, circumference of hips by 3.67cm, weight by 1.40kg but was increased 0.72kg at the quantity of muscles. We can see the reduction also in the subcutaneous fat area 24.03cm², the visceral fat area by 25.36cm².

2)After aerobic exercise, on the male subjects, we can see reduction of weight by 3.36kg, obesity by 4.00%, fat mass by 2.83kg and we can see increase at the soft lean mass by 2.96kg, but we can see reduction, the percent body fat by 3.03%, fat distribution by 0.023%, circumference of waist by 3.10cm, circumference of hips by 2.23cm.

The female subjects show a reduction in the weight by 2.48kg, percent body fat by 2.20%, show an increase in the soft lean mass by 1.54kg.

We can see a reduction in the quantity of fat mass by 2.32kg, the percent body fat by 2.80%, the circumference of waist by 2.16cm, the circumference of hips by 2.68cm, the fat distribution by 0.016%, the subcutaneous fat area by 15.25 cm² the visceral fat area by 11.52cm².

After aerobic exercise, we can't see the attentional change at the total cholesterol, triglyceride, high density lipoprotein cholesterol, low density lipoprotein cholesterol.

3)After the application of functional electrical stimulation and aerobic exercise, in result of measurement on the body ingredient, we could see the weight reduction and increase the quantity of muscle with the male group who exercised aerobic.

We can see the attentional rate on the electrical stimulation about abdominal fat rate, circumference of waist, circumference of hips.

The other hand, I couldn't see the attentional differences between the two groups in the rate of fatness and quantity of body fat and the rate of body fat. There isn't any attentional difference in the area of fat under skin, on the contrary, There is attentional difference in the fat in the internal organs area at the electrical stimulation site. We can't see the attentional change of total cholesterol, triglyceride, high density lipoprotein cholesterol, low density lipoprotein cholesterol between electrical stimulation and aerobic exercise.

4)After execution of functional electrical stimulation and aerobic exercise, in result of measurement on change of body ingredient among female objects, We could see weight reduction, increase at muscle quantity in the aerobic exercise group.

We could see the attentional differences in the rate of fatness, the rate of abdominal region, the circumference which received electrical stimulation.

But, we couldn't see the attentional differences between two groups in the quantity of body fatness, the circumference of hips.

The subcutaneous fat area doesn't show the attentional differences.

On the Contrary, we could see lots of differences in the visceral fat area of the electrical stimulation group.

Conclusion

The results show that functional electrical stimulation and aerobic exercise have insignificant differences when it comes to total cholesterol, triglyceride, high density lipoprotein cholesterol, low density lipoprotein cholesterol.

Though there is affirmative change in body ingredient after both electrical stimulation and aerobic exercise. Functional electrical stimulation is more effective on the subcutaneous fat area and in changing visceral fat area. There fore. It is concluded that the physical therapy is more effective in the treatment of abdominal fatness.

I. 서론

음식물을 통해서, 섭취한 대부분의 영양분은 일상생활에서 활동 에너지로 사용되지만 섭취량이 소비량 보다 많게 되면 잉여 에너지가 지방으로 전환되어 체내의 피하조직이나 복강의 장간막 등의 활동이 둔화된 부위에 축적된다(장학철과 박경수, 1999 ; 허갑범, 1990 ; Assmann, 1982).

생후 1년까지의 지방량 증가는 단지 지방 세포의 무게가 0.15 μ g에서 0.5 μ g로 증가하기 때문이고, 22세까지의 지방량 증가는 지방세포수가 증가하기 때문이라고 한다. 성인이 된 후에 2년 이내의 짧은 시간 내에 갑자기 지방량이 증가하는 경우에는 지방세포의 크기가 증가한 경우이고 장기간에 걸쳐서 지방량이 서서히 증가한 경우에는 지방세포수가 증가하기 때문이다. 성인이 된 후에 지방량이 30kg까지 증가된 비만은 대개 지방세포의 크기가 증가(hypertrophic obesity)한 경우이고, 그이상의 경우에는 지방세포의 크기와 수가 함께 증가하는 것으로 보고되고 있다(Bjorntorp, 1990 ; Kissebah et al., 1982).

지방세포수가 많은 사람은 쉽게 비만이 되고 일시적으로 체중을 줄여도 유지가 잘되지 않는 특성을 가지고 있으며 지방세포의 크기가 증가하는 것은 대부분의 경우 대사적 장애와 관련이 있다(김수정 등, 1994). 지방이 축적되는 순서는 신체부위에 따라서 상이하며 일반적으로 허벅지 뒤쪽, 허벅지 바깥쪽, 엉덩이 부분, 몸통, 상체(특히 팔), 손으로 지방의 축적이 이루어진다 (Kirkendall et al., 1987 ; Lohman, 1981 ; Lohman et al., 1988).

비만의 체형이 남자에서는 허리둘레가 엉덩이둘레보다 큰 중심형 비만이 많이 나타나고, 여자는 허리둘레보다 엉덩이둘레가 큰 말초형 비만이 특히 많다(김영설, 1990). 건강에는 복부가 나오는 중심형 비만이 더욱 나쁜 영향을 미치는 것으로 보고 있다(Brodie, 1988 ; Garrow, 1988 ; Kissebah et al., 1982).

비만은 성인병 질환을 유발하는 위험인자로 간주되고 있으며 특히 장기간에 걸쳐서 비만상태에 있는 사람에서 심장병, 고혈압, 동맥경화증, 고지혈증, 뇌졸중, 당뇨병, 지방간은 물론 간경병증과 담석증 등이 많이 발생되는 것으로 알려져 있고, 심지어 암에 대한 위험도까지 높여 건강에 많은 문제점을 유발시키고 있다(김수정 등, 1994 ; 박상욱 등, 1997 ; 이흥규, 1990 ; 정민영, 1992 ; Bjorntorp, 1990).

성인비만은 비만도 뿐 아니라 체지방 분포의 평가가 중요하다(Hensurd et al., 1994 ; Yamashita et al., 1996 ; Zamboni et al., 1992). 특히 내장지방의 축적은 비만인 보다 비 비만인에게 더 해로운 것으로 알려져 있다(Chowdhury et al., 1993 ; Hensurd et al., 1

994).

우리나라의 경우 비만도가 높지 않더라도 중심성 체지방 분포를 보여주고 있으며, 이는 잘못된 식생활로 인한 복부비만의 증가로 성인병의 높은 유병률과 사망률을 보이는 부분적인 이유가 될 수 있을 것이다 (박기준, 1995 ; 이기열 등, 1991).

1980년대 초반까지는 전신에 축적된 지방의 총량이 문제가 되었지만, 최근에는 건강과의 관련은 어느 부위에 어느 정도의 지방이 축적되어 있는가 라는 지방분포의 상태(body fat distribution)가 중요시되고 있다(김상만 등, 1998). 지방분포와 질병과의 관계는 1980년대에 컴퓨터 단층촬영(computer tomography : CT) 해석이 개발되어, 복부지방은 내장지방면적(visceral fat area : VFA)과 피하지방면적(subcutaneous fat area : SFA)으로 구분되었다(Borkan et al., 1982). Borkan 등(1982)과 Fujioka 등(1991)은 내장지방면적에 대한 피하지방면적의 비율(V/S비)로 내장지방형 비만(visceral fat obesity)을 판정하는데 유용한 지표로 사용하고 있다.

때문에 비만의 관리에 많은 관심을 갖게 되었으며, 비만을 억제하거나 줄이기 위해서 다양한 방법들이 동원되고 있다. 그 중에는 운동과 전기자극을 통한 비만 관리의 방법이 있다. 운동은 지방조직 중 중성지방의 분해를 촉진하여, 중성지방을 유리지방산으로 전환시키게 되는데, 이 유리지방산이 미토콘드리아에서 에너지(ATP)로 바뀌어 운동시 근육에서 소비되는 에너지를 공급하게 된다. 운동시에는 에너지 수요가 증가하게 되는데, 결국 운동은 에너지 소비량을 증가시켜 비만방지 또는 비만을 감소시킨다고 보고되어 있다(노호성과 김현수, 1999 ; 박상갑 등, 2001 ; 유성희와 박수현, 1977 ; 이창규, 1984 ; 최성근, 2001 ; Ross et al., 1996).

기능적 전기자극(functional electrical stimulation : FES)은 말초신경계 및 근육의 손상 이후 회복력의 향상을 도모하기 위한 재활 의학적 차원에서 연구 수행되어왔다(Alojz & Tadej, 1995). 그래서 이러한 반복적이고 지속적인 전기자극은 보다 높은 근 수축력을 유도함으로써(Selkowitz, 1984), 정상인들의 경우에도 근력증가를 도모할 수 있을 뿐만 아니라(Currier, 1983 ; Delitto et al., 1989 ; McMiken et al., 1983 ; Selkowitz, 1984), 안정시 국소 부위에서의 모세혈관 밀도 증가와 산소 및 포도당 소모 증가에 영향을 미침으로서 산화적 대사능력의 향상을 통한 피로 내성도에 긍정적 영향을 미칠 수 있다는 연구결과들이 보고되고 있다(Hudlicka et al., 1977). 또한 기능적 전기자극은 골격근 섬유타입의 변화는 물론 ATP생성과 관련된 효소들의 변화에 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며(Therriault et al., 1996 ; Alojz & Tadej, 1995), 아울러 기능적 전기자극을 통해 운동시 피로에 대한 내성 역시 향상되며 유산소적 산화능력에 긍정적 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(이재형 등, 1995 ; 홍용, 2002 ; Simoneau et al., 1993).

따라서 본 연구에서는 비만인들을 대상으로 근력증가 및 근 피로를 유발할 수 있는 적정 자극강도로 기능적 전기자극과 트레이드밀에서 운동을 실시한 후 복부비만의 정도에 변화가 생기는지 알아보고, 대사이상과 외형에 영향을 주는 복부 비만치료를 위한 물리치료의 방안을 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 2002년 5월 1일부터 2002년 10월 31일까지 ○○○ 병원에서 성인병 건강검진을 받은 남·녀 만25세에서 53세사이 본 연구의 목적에 동의하고 참여하기를 희망하며, 비만도 10% 이상이면서 신체적, 정신적 이상이 없는 남성 6명 여성 10명 총 16명을 각각 남성 3명 여성 5명씩 나누어 2002년 12월 1일부터 2003년 4월30일까지 실시하였다. 대상자 중 1명은 중단하였기 때문에 실험대상에서 제외시켰으며, 최종 15명을 대상으로 연구-분석하였다. 각 집단의 실험대상자는 무작위로 배정하였으며, 기능적 전기자극군은 남성 3명, 여성 4명이었고, 유산소 운동군은 남성 3명, 여성 5명을 무작위 배정하였다.

2. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구의 대상자는 만25세 이상 53세사이의 성인 15명으로 과체중 이상의 진단을 받은 6명의 남성과 9명의 여성으로 구성되어 있다. 각 실험군의 성별에 따른 일반적 특성은 다음과 같다. 기능적 전기자극군의 남성은 총 3명으로 평균연령은 35세, 신장이 174cm, 체중이 82kg 이고 비만도는 122%이며 수축기 혈압과 이완기 혈압이 각각 126mmHg과 83mmHg이다. 기능적 전기자극군의 여성의 평균연령은 44세, 신장이 157cm, 체중이 65kg이고 비만도는 131%이며 수축기 혈압과 이완기 혈압이 각각 125mmHg과 80mmHg이며 총 4명이다.

유산소 운동군은 남성 3명, 여성 5명으로 남성의 평균연령은 39세, 신장이 169cm, 체중이 82kg,이고 비만도는 134%이며 수축기 혈압과 이완기 혈압이 각각 126mmHg과 83mmHg이다. 유산소 운동군의 여성의 평균연령은 47세, 신장이 156cm, 체중이 63kg이고 비만도는 129%이며 수축기 혈압과 이완기 혈압이 각각 122mmHg과 78mmHg이다<Table II. 1>.

<Table II. 1> General physical characteristics of subjects for group(N=15)

	FES Group		Exercise Group	
	M	F	M	F
Age(years)	35.00±9.16	44.75±5.85	39.33±2.30	47.4±8.35
Height(cm)	174.80±0.91	157.17±2.23	169.36±1.81	156.02±2.74
Weight(kg)	82.0±1.00	65.42±3.43	82.93±6.61	63.84±6.43
Obesity(%)	122.0±2.0	131.00±6.05	134.66±7.76	129.80±16.54
SBP(mmHg)	126.66±11.54	125.00±10.00	126.66±15.27	122.00±8.36
DBP(mmHg)	83.33±5.77	80.00±8.16	83.33±11.54	78.36±8.36

Each value represents the mean±S.D.

M : Male, F : Female

SBP : Systolic blood pressure

DBP : Diastolic blood pressure

3. 실험방법

1) 측정

(1) Broca방식의 표준 체중법

실제 체중이 Broca 공식의 표준체중률 20%이상 일 경우에 비만으로 판정하고 있으며, 이때 표준체중을 구하는 공식과 비만도 판정은 다음과 같다.

$$\text{표준체중} = (\text{신장} - 100) \times 0.9$$

$$\text{비만도}(\%) = (\text{실측체중} - \text{표준체중}) / \text{표준체중} \times 100$$

실제체중이 표준체중의 ±10%이하는 정상이며 10%이상 20%이하는 과체중, 20%이상은 비만으로 판정하였다.

(2) 신장 및 체중측정

가벼운 옷을 입은 상태에서 맨발로 자연스럽게 직립 자세를 취하게 하고 귀와 눈이 수평이 되도록 머리와 신장계 사이에 손을 넣어 신장을 0.1cm까지 측정하였으며, 체중은 0.1kg까지 측정하고 측정도구는 자동 신장체중계(HM-200 Fanics Korea)를 이용하였다.

(3) 혈압측정

공복상태에서 10분 이상 안정상태를 유지한 후 표준 수은 압력계로 수축기 혈압과 확장기 혈압을 측정하였다.

(4) 혈액검사

측정 전 10시간 이상 음식물 섭취를 금하고 공복시 혈액을 전완 정맥에서 5ml 채혈한 후, 혈액자동분석기(TARGA 2000 Italy)로 분석하였다.

치료전과 치료후 총 콜레스테롤(140~240mg/dL), 중성지방(30~150mg/dL), 고밀도 지단백 (30~150mg/dL)은 효소법(enzymatic method)을 이용하였으며, 저밀도 지단백(70~140mg/dL)은 $T-C-(HDL-C+TG/5)$ 의 공식을 이용하여 산출하였다.

(5) 체지방 측정

대상자들에 대한 비만정도에 대한 측정은 전기 저항법(bioimpedence analysis, InBody 3.0 Korea)을 이용하여 실시하였으며, 측정에 따른 오차를 최소화하기 위해 계측 전 식수를 포함하여 10시간 이상 음식물 섭취 및 24시간 이전부터 운동을 금지토록 하고, 아울러 계측은 치료 전 후 총 2회에 걸쳐 실시 하였으며, 계측직전 계측부위의 전기저항에 영향을 미칠 수 있는 급속 및 수분 제거를 하고 실시하였다.

(6) 복부지방면적

VFA 및 SFA는 누운 상태에서 복부(제대부위 : 제3~4요추에 해당)의 CT(W400 Hidach Japan)화상을 치료 전 후 총 2회 촬영하였다<Figure 1>.

이때 수치(hounsfield)가 -150 에서 -50 사이의 조직은 지방으로 간주하고 이 부위를 측정하여 총 복부지방 부피를 구하였다(전만진 등, 1996). 복부와 배부의 복막을 경계로 안쪽은 VFA로 바깥쪽은 SFA로 나누어 각각의 지방량을 구하였다<Figure 2>. 실측방법은 X-PLAN 380F Area-Curvemeter(Ushikata Japan)인 렌즈 센서로 CT 사진의 면적을 측정하였다<Figure 3>.

2) 치 료

(1) 기능적 전기자극

본 실험에서 FES(NeuroTech BMR-16)를 이용하여 실시하였다. 골격근의 기능적 능력을 향상시키는데 적합하다고 보고한 자극강도인 50Hz에서 20 μ s 로 고정하였고, 자극에 의한 근 수축은 조절버튼을 이용하여 1회4초 자극간 휴식시간은 4초로서 간헐적 전기자극을 실시하였으며, 4주간 1일 40분 1주당 4회 실시하였고(Hainaut & Duchatear, 1992), 4개의 전극패드를 이용하여 복부근육에 부착하고 전류 강도는 각 개인별로 자극시 통증이 유발되지 않는 정도에서 조절기를 이용하여 조절토록 하였다. 최대 전압정도는 운동 신경이나 결합 조직의 손상으로부터 안정적 범위인 12볼트로 제한하였다.

(2) 유산소 운동

운동시간은 총 60분으로 준비운동과 정리운동을 각각 10분 동안 유연체조와 스트레칭을 실시하고 주 운동은 트레드밀(Tunturi 620 U.S.A)을 이용하여 최고 심박수(220-age)의 75%강도로 1회40분 주4회 4주간 실시하였다(박상갑과 김종인, 1997 ; 이상우와 박상갑, 1996).

4. 통계처리

각 집단에서 치료 전·후의 복부비만과 관련된 몸무게, 비만도, 근육량, 체지방량, 체지방률, 복부지방률, 복부둘레, 엉덩이둘레, 피하지방량, 내장지방량, 총 콜레스테롤, 중성지방, 고밀도 지단백, 저밀도 지단백 측정값을 비교하여 각각의 치료가 복부 비만에 미치는 영향을 검사하기 위하여 대응표본 t-검정을 실시하였다.

운동군과 전기 자극군간에 치료효과로 몸무게, 비만도, 근육량, 체지방량, 체지방률, 복부지방률, 복부둘레, 엉덩이둘레, 피하지방량, 내장지방량, 총 콜레스테롤, 중성지방, 고밀도 지단백, 저밀도 지단백의 차이가 나는지를 확인하기 위하여 독립표본 t-검정을 실시하였다. 자료의 통계학적 처리는 SPSS WIN(ver 10.0)을 사용하였으며, 유의수준 α 는 .05로 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 기능적 전기자극이 신체성분과 혈액성분 및 복부지방면적에 미치는 효과

1) 신체성분 변화

(1) 남성대상자

남성 대상자의 기능적 전기자극 전·후의 신체성분 변화를 측정된 결과, 체중이 $1.93 \pm 0.40\text{kg}$, 비만도는 $2.66 \pm 0.57\%$ 가 감소하였다($p < .05$).

반면 근육량은 $1.03 \pm 0.65\text{kg}$ 이 증가하였으나 통계적으로 유의한 수준은 아니었다. 그리고 체지방량은 $2.73 \pm 1.02\text{kg}$, 체지방률은 $4.40 \pm 0.30\%$, 복부지방률은 $0.04 \pm 0.01\%$ 가 감소하였고($p < .05$), 복부둘레는 $6.63 \pm 0.90\text{cm}$, 엉덩이둘레는 $5.53 \pm 0.58\text{cm}$ 가 감소하였다($p < .01$) <Table III. 1>.

<Table III. 1> Comparison of the body composition pre and post FES for the male subjects

Variables	Group	pre-FES	post-FES	t-value	p
		M±SD	M±SD		
Weight(kg)		82.0 ± 1.00	80.0 ± 0.92	8.28	.014*
Obesity(%)		122.0 ± 2.0	119.33 ± 1.52	8.00	.015*
Soft lean mass(kg)		57.30 ± 2.93	58.33 ± 2.88	-2.75	.302
Fat mass(kg)		20.26 ± 3.02	17.53 ± 2.55	4.61	.044*
Percent body fat(%)		25.13 ± 3.76	20.73 ± 3.71	25.40	.002*
Fat distribution(%)		$0.90 \pm 4.04\text{E-}02$	$0.86 \pm 3.00\text{E-}02$	7.00	.020*
Waist circumference(cm)		90.30 ± 1.96	83.67 ± 1.52	12.74	.006**
Hip circumference(cm)		100.20 ± 1.64	94.66 ± 2.08	16.35	.004**

* $p < .05$, ** $p < .01$

(2) 여성대상자

여성대상자의 기능적 전기자극 전·후의 신체성분 변화를 측정결과, 체중이 $1.40 \pm 1.13\text{kg}$ 감소하고 근육량은 $0.72 \pm 0.88\text{kg}$ 이 증가하였으나 통계적으로 유의한 수준은 아니었다. 반면 비만도는 $5.25 \pm 2.21\%$, 체지방량은 $1.50 \pm 0.77\text{kg}$, 체지방률은 $1.77 \pm 0.9\%$ 감소하였고($p < .05$), 복부지방률은 $0.035 \pm 0.005\%$, 복부둘레는 $4.02 \pm 0.67\text{cm}$, 엉덩이둘레는 $3.67 \pm 0.89\text{cm}$ 가 감

소하여 통계적으로 유의성을 나타내었다($p < .01$) <Table III. 2>.

<Table III. 2> Comparison of the body composition pre and post FES for the female subjects

Variables	Group	pre-FES	post-FES	t-value	p
		M±SD	M±SD		
Weight(kg)		65.42±3.43	64.02±3.38	2.46	.091
Obesity(%)		131.00±6.05	125.75±5.31	4.73	.018*
Soft lean mass(kg)		42.1±1.47	42.82±1.16	-1.63	.200
Fat mass(kg)		20.32±3.95	18.82±4.53	3.87	.030*
Percent body fat(%)		31.12±5.02	29.35±5.98	3.56	.038*
Fat distribution(%)		0.89±2.64E-02	0.86±2.44E-02	12.12	.001**
Waist circumference(cm)		89.15±4.37	85.12±3.75	12.01	.001**
Hip circumference(cm)		97.65±2.95	93.97±2.20	8.20	.004**

* $p < .05$, ** $p < .01$

2) 혈액성분 변화

(1) 남성대상자

남성 대상자의 기능적 전기자극 전·후의 혈액성분 변화를 측정 한 결과 전기자극 후에 총 콜레스테롤과 중성지방이 감소하였으나 통계적으로 유의한 수준은 아니었다. 고밀도 지단백과 저밀도 지단백 또한 유의한 수준의 변화를 보이지 않았다 <Table III. 3>.

<Table III. 3> Comparison of the blood components pre and post FES for the male subjects

Variables	Group	pre-FES	post-FES	t-value	p
		M±SD	M±SD		
Total Cholesterol(mg/dl)		199.33±14.97	179.00±23.51	2.16	.163
HDL-Cholesterol(mg/dl)		47.66±12.58	50.33±9.29	-0.294	.796
LDL-Cholesterol(mg/dl)		128.33±17.03	113.33±40.27	0.667	.573
Triglyceride(mg/dl)		117.33±51.39	88.33±21.07	1.37	.302

HDL : High Density Lipoprotein

LDL : Low Density Lipoprotein

(2) 여성대상자

여성 대상자의 기능적 전기자극 전·후의 혈액성분 변화를 측정한 결과 전기자극 후에 총 콜레스테롤은 감소하고 중성지방이 증가하였으나 통계적으로 유의한 수준은 아니었다. 고빌도 지단백과 저빌도 지단백 또한 유의한 수준의 변화를 보이지 않았다<Table III. 4>.

<Table III. 4> Comparison of the blood components pre and post FES for the female subjects

Variables	Group	pre-FES	post-FES	t-value	p
		M±SD	M±SD		
Total Cholesterol(mg/dl)		185.00±12.40	178.25±5.90	1.32	.277
HDL-Cholesterol(mg/dl)		42.25±10.30	46.50±6.80	-0.60	.591
LDL-Cholesterol(mg/dl)		124.50±15.26	117.25±16.23	0.75	.560
Triglyceride(mg/dl)		90.75±34.46	97.25±50.38	-0.16	.879

3) 복부지방면적

(1) 남성대상자

기능적 전기자극 전·후의 복부지방면적의 차이를 검사한 결과 남성대상자들의 피하지방면적이 평균 26.63cm²가 감소하였고, 내장지방면적은 43.00cm²가 감소하여 기능적 전기자극 전·후에 유의한 차이를 나타내었다(p<.01)<Table III. 5><Figure 4>.

<Table III. 5> Comparison of the VFA & SFA pre and post FES for the male subjects

Variables	Group	pre-FES	post-FES	t-value	p
		M±SD	M±SD		
	SFA	203.50±66.91	176.87±59.45	4.30	.050*
	VFA	195.00±32.78	152.00±37.36	16.25	.004**

* p < .05, ** p < .01

(2) 여성대상자

기능적 전기자극 전·후의 여성 대상자들의 피하지방면적이 평균 24.03cm가 감소하였고 ($p < .05$), 내장지방면적은 25.36cm가 감소하여($p < .01$) 기능적 전기자극 전·후에 유의한 차이를 나타내었다<Table III. 6>.

<Table III. 6> Comparison of the VFA & SFA pre and post FES for the female subjects

Variables	Group	pre-FES	post-FES	t-value	p
		M±SD	M±SD		
	SFA	218.86±58.32	194.82±61.57	4.65	.019*
	VFA	66.38±17.78	41.02±12.36	6.44	.008**

* $p < .05$, ** $p < .01$

2. 유산소 운동이 신체성분과 혈액성분 및 복부지방면적에 미치는 효과

1) 신체성분 변화

(1) 남성대상자

남성 대상자의 유산소 운동 전·후의 신체성분 변화를 측정된 결과, 체중이 3.36±0.11kg, 비만도는 4.00±1.00%가 체지방량은 2.83±0.20kg이 감소하였고($p < .01$), 근육량은 2.96±0.76kg이 증가하였다($p < .05$). 체지방률은 3.03±1.02%, 복부지방률은 0.023±0.005%가 감소였고, 복부둘레는 3.10±1.21cm, 엉덩이둘레는 2.23±0.51cm가 감소하였다($p < .05$)<Table III. 7>.

<Table III. 7> Comparison of the body composition pre and post exercise for the male subjects

Variables	Group	pre-Exercise	post-Exercise	t-value	p
		M±SD	M±SD		
Weight(kg)		82.93±6.61	79.56±6.56	50.50	.000**
Obesity(%)		134.66±7.76	130.66±8.08	6.92	.020*
Soft lean mass(kg)		58.70±2.50	61.66±3.05	-6.72	.021*
Fat mass(kg)		20.90±4.61	18.06±4.60	23.57	.002**
Percent body fat(%)		25.10±3.80	22.06±4.67	5.14	.036*
Fat distribution(%)		0.93±2.30E-02	0.91±2.08E-02	7.00	.020*
Waist circumference(cm)		97.36±5.42	94.26±6.57	4.42	.047*
Hip circumference(cm)		101.96±4.49	99.73±4.10	7.53	.017*

* $p < .05$, ** $p < .01$

(2) 여성대상자

유산소 운동을 실시한 후 여성 대상자의 신체성분 변화를 측정된 결과, 체중이 $2.48 \pm 0.93\text{kg}$, 비만도는 $2.20 \pm 0.44\%$ 가 감소하고 근육량은 $1.54 \pm 0.68\text{kg}$ 이 증가하였다 ($p < .01$). 체지방량은 $2.32 \pm 1.357\text{kg}$, 체지방률은 $2.80 \pm 0.81\%$ 가 감소하여 통계적으로 유의한 수준을 나타냈으나($p < .05$), 복부지방률의 감소는 $0.016 \pm 0.015\%$ 로 통계적인 유의성이 나타나지 않았다. 복부둘레는 $2.16 \pm 1.21\text{cm}$, 엉덩이둘레는 $2.68 \pm 1.80\text{cm}$ 가 감소하였다($p < .05$)<Table III. 8>.

<Table III. 8> Comparison of the body composition pre and post exercise for the female subjects

Variables	Group	pre-Exercise	post-Exercise	t-value	p
		M±SD	M±SD		
Weight(kg)		63.84±6.43	61.36±5.63	5.95	.004**
Obesity(%)		129.80±16.54	127.60±16.10	11.00	.000**
Soft lean mass(kg)		40.70±2.78	42.24±2.84	-5.06	.007**
Fat mass(kg)		20.72±4.19	18.40±3.20	3.83	.019*
Percent body fat(%)		32.20±3.34	29.40±3.43	7.67	.002**
Fat distribution(%)		0.90±1.517E-02	0.88±3.50E-02	2.35	.078
Waist circumference(cm)		90.16±6.18	88.00±5.83	3.95	.017*
Hip circumference(cm)		97.34±3.34	94.66±3.74	3.31	.030*

* p < .05, ** p < .01

2) 혈액성분 변화

(1) 남성대상자

남성 대상자의 유산소 운동 전·후의 혈액성분 변화를 측정한 결과 총 콜레스테롤과 중성지방, 고밀도 지단백 및 저밀도 지단백이 약간의 변화는 있었으나 통계적으로 유의한 수준의 변화를 보이지 않았다<Table III. 9>.

<Table III. 9> Comparison of the blood components pre and post exercise for the male subjects

Variables	Group	pre-Exercise	post-Exercise	t-value	p
		M±SD	M±SD		
Total Cholesterol(mg/dl)		202.00±15.62	177.33±2.08	2.41	.137
HDL-Cholesterol(mg/dl)		40.66±16.86	37.66±7.23	0.539	.644
LDL-Cholesterol(mg/dl)		134.33±19.03	120.66±±9.29	0.847	.486
Triglyceride(mg/dl)		126.66±58.15	113.66±55.37	4.25	.051

(2) 여성대상자

여성 대상자의 유산소 운동 전·후의 혈액성분 변화를 측정된 결과 총 콜레스테롤과 중성지방, 고밀도 지단백 및 저밀도 지단백이 약간의 변화는 있었으나 통계적으로 유의한 수준의 변화를 보이지 않았다<Table III. 10>.

<Table III. 10> Comparison of the blood components pre and post exercise for the female subjects

Variables	Group	pre-Exercise	post-Exercise	t-value	p
		M±SD	M±SD		
Total Cholesterol(mg/dl)		188.20±32.19	175.80±27.37	2.66	.056
HDL-Cholesterol(mg/dl)		61.80±28.65	5.40±6.75	.759	.490
LDL-Cholesterol(mg/dl)		111.60±38.29	123.60±16.51	-.908	.415
Triglyceride(mg/dl)		76.80±21.51	69.00±14.59	1.97	.119

3) 복부지방면적

(1) 남성대상자

남성 대상자의 유산소 운동 전·후의 복부지방면적을 측정된 결과 피하지방면적이 13.56cm²가 감소하였고, 내장지방면적은 14.78cm²가 감소하였으나 통계적으로 유의한 수준은 아니었다<Table III. 11>.

<Table III. 11> Comparison of the VFA & SFA pre and post exercise for the male subjects

Variables	Group	pre-Exercise	post-Exercise	t-value	p
		M±SD	M±SD		
SFA		167.18±18.93	153.61±20.67	3.45	.075
VFA		200.78±35.97	186.00±32.18	1.66	.237

(2) 여성대상자

여성 대상자의 유산소 운동 전·후의 복부지방면적을 측정한 결과 피하 지방면적이 15.25cm²가 감소하였고(p<.01), 내장지방면적은 11.52cm²가 감소하여(p<.05) 운동 전·후에 유의한 차이를 나타내었다<Table III. 12> <Figure 5>.

<Table III. 12> Comparison of the VFA & SFA pre and post exercise for the female subjects

Variables	Group	pre-Exercise	post-Exercise	t-value	p
		M±SD	M±SD		
	SFA	207.17±22.05	191.92±14.29	3.15	.034*
	VFA	75.69±18.17	64.17±21.00	5.84	.004**

* p < .05, ** p < .01

3. 각 그룹간의 신체성분과 혈액성분 및 복부지방면적의 변화

1) 신체성분 변화

(1) 남성대상자

기능적 전기자극과 유산소 운동을 실시한 남성 대상자간의 신체성분 변화를 측정 한 결과, 중재 전·후의 체중변화에 있어 유산소 운동을 실시한 남성군에서 체중감량이 더욱 크게 나타났고(p<.01), 근육량의 증가 또한 큰 것으로(p<.05) 나타나 두 그룹간에 유의성을 보였다. 또한 복부지방률과 복부둘레 및 엉덩이둘레에 있어 중재 전·후의 차이가 기능적 전기자극을 실시한 남성군에서 크게 나타나 두 그룹간에 유의성을 나타내었다(p<.05). 반면 비만도, 체지방량 및 체지방률에서는 두 그룹간에 유의한 차이를 관찰할 수 없었다<Table III. 13>.

<Table III. 13> Comparison of the body composition FES group and exercise group for the male subjects

Variables	Group	FES Group	Exercise Group	t-value	p
		M±SD	M±SD		
Weight(kg)		1.93±0.40	3.36±0.11	-5.90	.004**
Obesity(%)		2.66±0.57	4.00±1.00	-2.00	.116
Soft lean mass(kg)		-1.03±0.65	-2.96±0.76	3.33	.029*
Fat mass(kg)		2.73±1.02	2.83±0.20	-0.16	.877
Percent body fat(%)		4.40±0.30	3.03±1.02	2.22	.090
Fat distribution(%)		0.046±1.15E-02	0.023±5.77E-03	3.13	.035*
Waist circumference(cm)		6.63±0.90	3.10±1.21	4.05	.015*
Hip circumference(cm)		5.53±0.58	2.23±0.51	7.33	.002**

* $p < .05$, ** $p < .01$

(2) 여성대상자

기능적 전기자극과 유산소 운동을 실시한 여성 대상자간의 신체성분 변화를 측정 한 결과, 중재 전·후의 체중 및 근육량의 변화는 유산소 운동을 실시한 여성군에서 더욱 크게 나타났다($p < .05$). 비만도는 기능적 전기자극을 실시한 군에서 중재 전·후의 차이가 크게 나타나 두 그룹간에 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 반면 복부지방률($p < .05$)과 복부둘레($p < .01$)의 중재 전·후의 차이는 기능적 전기자극을 실시한 여성군에서 더욱 크게 나타나 두 그룹간에 유의성을 나타내었다. 반면 체지방량, 체지방률 및 엉덩이둘레에서는 두 그룹간에 유의한 차이를 관찰할 수 없었다<Table III. 14>.

<Table III. 14> Comparison of the body composition FES group and exercise group for the female subjects

Variables	Group	FES Group	Exercise Group	t-value	p
		M±SD	M±SD		
Weight(kg)		0.98±0.89	2.48±0.93	2.44	.044*
Obesity(%)		5.25±2.21	2.20±0.44	-3.05	.019*
Soft lean mass(kg)		-0.25±0.44	-1.54±0.68	-3.25	.014*
Fat mass(kg)		1.50±0.77	2.32±1.35	1.07	.320
Percent body fat(%)		1.77±0.99	2.80±0.82	1.70	.132
Fat distribution(%)		4.0±0.08	1.6±1.51	-2.82	.025*
Waist circumference(cm)		4.60±0.59	2.16±1.21	-3.634	.008**
Hip circumference(cm)		3.67±0.89	2.68±1.80	-.997	.352

* $p < .05$, ** $p < .01$

2) 혈액성분 변화

(1) 남성대상자

기능적 전기자극군과 유산소 운동군 사이의 혈액성분 변화의 유의성을 검증한 결과 남성군에서 총 콜레스테롤과 중성지방 및 고밀도 지단백과 저밀도 지단백의 유의한 수준의 변화가 관찰되지 않았다<Table III. 15>.

<Table III. 15> Comparison of the blood components FES group and exercise group for the male subjects

Variables	Group		t-value	p
	FES Group M±SD	Exercise Group M±SD		
Total Cholesterol(mg/dl)	20.33±16.28	24.66±17.67	-0.312	.770
HDL-Cholesterol(mg/dl)	-2.66±15.69	3.00±9.64	-0.533	.622
LDL-Cholesterol(mg/dl)	15.00±38.93	13.66±27.93	.048	.964
Triglyceride(mg/dl)	29.00±36.42	13.00±5.29	.753	.493

(2) 여성대상자

기능적 전기자극군과 유산소 운동군 사이의 혈액성분 변화의 유의성을 검증한 결과 여성군에서 총 콜레스테롤과 중성지방 및 고밀도 지단백과 저밀도 지단백의 유의한 수준의 변화가 관찰되지 않았다<Table III. 16>.

<Table III. 16> Comparison of the blood components FES group and exercise group for the female subjects

Variables	Group		t-value	p
	FES Group M±SD	Exercise Group M±SD		
Total Cholesterol(mg/dl)	6.75±10.17	12.40±10.40	.817	.441
HDL-Cholesterol(mg/dl)	10.40±30.63	-4.25±14.17	.875	.410
LDL-Cholesterol(mg/dl)	-12.99±29.53	7.25±19.25	-1.11	.300
Triglyceride(mg/dl)	7.80±8.81	-6.50±78.41	.412	.693

3) 복부지방면적

(1) 남성대상자

남성 대상자의 기능적 전기자극군과 유산소운동군 사이의 복부지방면적의 차이를 검사한 결과 피하지방면적은 유의한 차이를 보이지 않은 반면 내장지방면적은 기능적 전기자극군이 변적의 차이가 더욱 크게 나타나 두 그룹간에 유의한 차이를 보였다<Table III. 17>.

<Table III. 17> Comparison of the VFA & SFA of FES group and exercise group for the male subjects

Variables	Group	FES Group	Exercise Group	t-value	p
		M±SD	M±SD		
SFA		26.63±10.72	13.56±6.81	1.78	.150
VFA		43.00±4.58	14.78±15.34	3.05	.038*

* p < .05, ** p < .01

(2) 여성대상자

여성 대상자의 기능적 전기자극군과 유산소운동군 사이의 복부지방면적의 차이를 검사한 결과 피하지방면적은 유의한 차이를 보이지 않은 반면 내장지방면적은 기능적 전기자극군이 면적의 차이가 더욱 크게 나타나 두 그룹간에 유의한 차이를 보였다<Table III. 18>.

<Table III. 18> Comparison of the VFA & SFA of FES group and exercise group for the female subjects

Variables	Group	FES Group	Exercise Group	t-value	p
		M±SD	M±SD		
SFA		24.03±10.32	15.25±7.86	1.23	.257
VFA		25.36±7.86	11.52±4.40	3.36	.012*

* p < .05, ** p < .01

IV. 고 찰

음식 에너지를 지방으로 저장할 수 있는 능력은 음식 공급이 부족하거나 제한되었을 때 생존 가치를 제공한다. 중성지방은 글리코젠이나 단백질과 달리 저장을 위해 물과 전해질이 필요 없으며, 순수하게 지방만을 저장할 수 있다. 1g의 지방조직은 이론적으로 약 9kcal의 에너지를 낸다. 지방조직은 효율적으로 에너지를 저장하며, 정상 체중인 사람은 완전 금식으로 2개월까지 생존할 수 있다(Jerrold & Olefsky, 1997 ; Lawrence et al., 2000).

에너지 섭취가 소비보다 많으면 과잉의 칼로리가 지방조직에 축적되며 이러한 불균형이 장기간 지속되면 비만이 된다. 즉 체중의 균형 조절에는 2가지 요소가 있으며 섭취와 소비 어느 쪽의 이상도 비만을 일으킨다(Jerrold & Olefsky, 1997 ; Yoshitoshi & Yawara, 1994). 섭식 행동의 조절기전은 잘 알려져 있지 않다. 식욕의 일부는 시상하부의 일정 부위에 의해 조절되며, 섭식 중추는 시상하부 복외측핵(ventrolateral nucleus of the hypothalamus : VLH)에 있고, 포만 중추는 복내측핵(ventromedial nucleus of the hypothalamus : VMH)에 있다. 대뇌 피질은 섭식 중추에서 신호를 받아 식사를 시작하며, 포만 중추는 섭식 중추에 억제신호를 보내 이 과정을 조절한다. 포만 중추는 식후 혈중 포도당 및 인슐린 증가에 의해 활성화된다. 이런 목적으로 복내측핵에 인슐린 수용체가 존재한다. 식사에 의한 위확장은 또 하나의 식이 억제 인자이다. 총 지방량은 시상하부 중추의 활성화에 영향을 주며, 체지방을 비교적 일정하게 유지하는 규정수준(set point)이 있다. 규정수준의 증가는 비만한 환자에서 체중 감소 후 다시 체중이 증가하는 원인이 된다(Jerrold & Olefsky, 1997).

오늘날 비만환자의 치료는 식요법, 운동요법, 행동요법, 약물요법, 수술 요법이 있으며, 이를 꾸준히 실시해야 한다고 강조하고 있다(조정구, 2000).

박상갑 등(1996)은 중년여성 8명(42.3세, 55.2kg)을 대상으로 8주간, 주5회, 6km 걷기 트레이닝(80m/min)을 시킨 후 체중은 평균 1.2kg, 체지방률은 2.4% 감소되었다고 보고하였다.

윤미숙(2000)은 평소 운동습관이 없는 여성 본태성 고혈압 환자를 트레드밀을 이용하여 50% HRmax(상대적운동)의 강도로 16주간 유산소 트레이닝을 실시한 결과, 체중은 평균 3.6kg(5.96%), 체지방률은 평균 4.4%(14.56%)가 유의하게 감소하였으며 체지방률은 평균 1.8kg(4.47%) 유의하게 증가되었다고 보고하였다.

본 연구에서는 근육량 보다 지방량이 많은 복부근에 기능적 전기자극 전·후 남성 대상자의 근육량이 1.03kg 증가하였으나 유의한 수준은 아니었고, 체중1.93kg, 비만도 2.66%,

체지방량 2.73kg, 체지방률 4.40%, 복부지방률이 0.04%가 감소하였고, 복부둘레 6.63cm, 엉덩이둘레는 5.53cm가 감소하였다. 여성 대상자는 체중이 1.40kg 감소하고, 근육량은 0.72kg이 증가하였으나 통계적인 유의성은 없었고, 비만도 5.25%, 체지방량 1.50kg, 체지방률 1.77%가 감소하였고, 복부지방률 0.035%, 복부둘레 4.02cm, 엉덩이둘레 3.67cm가 감소하였다.

유산소 운동 전·후 남성 대상자의 체중이 3.36kg, 비만도 4.00%, 체지방량 2.83kg이 감소하였고, 근육량은 2.96kg이 증가하였다. 그리고 체지방률은 3.03%, 복부지방률 0.023%, 복부둘레 3.10cm, 엉덩이둘레는 2.23cm가 감소하였다. 여성 대상자는 체중이 2.48kg, 비만도 2.32kg, 체지방률 2.80%가 감소하였고, 근육량은 1.54 ± 0.68 kg이 증가하였다. 복부지방률은 0.016%로 감소하였지만 통계적인 유의성은 없었고, 복부둘레 2.16cm, 엉덩이둘레는 2.68cm가 감소하였다.

전기자극군과 운동군의 남성은 근육량의 증가, 여성은 체중 감소, 근육량 증가, 복부지방률 감소의 차이점을 나타내고 있으며, 공통점은 남성이 체중, 비만도, 체지방량, 체지방률, 복부지방률, 복부둘레, 엉덩이둘레가 감소하였고, 여성은 비만도, 체지방량, 체지방률, 복부지방률, 복부둘레, 엉덩이둘레가 감소하였다. 그래서 전기자극군과 운동군의 결과 차이는, 유산소 운동을 실시 할 때 전체 근육에 피로를 유발하는 반면, 전기자극은 복부근에 자극을 주기 때문에 복부 변화에는 영향을 미치지 않지만, 신체 전반적 변화에는 크게 영향을 주지 못하는 것으로 생각되어진다. 그래서 신체성분 변화는 선행 연구자들의 결과가 더 좋게 나타나는 것으로 생각된다.

지질이란 물에 녹지 않고 에탄올과 같은 지방용제에 녹아 지방산과 에스터를 형성하여 생체에 이용되는 것으로 혈청지질의 주요 성분은 콜레스테롤, 중성지방, 인지질, 유리지방산으로 되어있으며, 이러한 혈청지질 요소는 콜레스테롤, 중성지방, 유리지방산 등이 주된 것이지만 지단백에 의해 저밀도 지단백, 고밀도 지단백등으로 나누어지며 비만에 있어 지질대사 이상의 특징은 중성지방이 증가되고 고밀도 지단백은 저하된다(남태호 등, 1994 ; 서해근 등, 1999 ; 유병열과 황수관, 1996 ; 이귀녕 등, 1992). 또한 Donahue(1987)은 운동시에는 trilyceriderich lipoprotein을 분해시켜 lipoprotein lipase(LPL)의 효소가 강화되며, HDL₂의 생산을 증가시키고 콜레스테롤, 중성지방, 저밀도 지단백을 저하시키는 반면 고밀도 지단백 수치를 높게 하는 효과를 가진다고 하였다.

Thomson 등(1985)과 Weintraub 등(1989)은 규칙적인 운동에 의해 중성지방을 15~20% 감소시킬 수 있다고 하였고, 김찬희(1997)는 훈련 전 피험자의 혈중 중성지방의 수준이 정상범위이고 신체적 특성이 우수하면 그 효과가 낮다고 하였다. 운동에 의하여 지질대사 이상의 효과를 관찰한 연구들(김찬희, 1990 ; 전점이, 1990)을 살펴보면은 운동요법에 의

해 총 콜레스테롤과 중성지방은 감소하였으나 통계적으로 유의한 차이가 없었고, 나정선(1992)은 총 콜레스테롤과 중성지방이 유의하게 감소했다고 하였다.

유산소 트레이닝에 의해 Lampman & Schteingart(1991)는 총 콜레스테롤은 약간 저하했으나 유의성은 없었고, 중성지방은 유의한 감소를 나타내었다고 보고하였고, Campaigne 등(1985)은 고밀도 지단백은 운동 전·후 변화가 없었으나, 저밀도 지단백은 유의한 감소를 보였다고 보고하였다.

본 연구에서는 혈청지질에 있어서 기능적 전기자극 후 남성 대상자는 총 콜레스테롤, 중성지방이 감소하였으나 통계적인 유의성이 없었고, 고밀도 지단백, 저밀도 지단백 또한 통계적인 유의성은 없었다. 여성 대상자는 총 콜레스테롤이 감소하고 중성지방은 증가하였으나 통계적인 유의성이 없었고, 고밀도 지단백, 저밀도 지단백 또한 통계적인 유의성은 없었다. 유산소 운동 후 남·녀 대상자 모두는 총 콜레스테롤, 중성지방이 감소하였으나, 통계적인 유의성이 없었고, 고밀도 지단백, 저밀도 지단백 또한 통계적인 유의성은 없었다. 그러므로 본 연구에서는 기능적 전기자극이나 유산소 운동이 중성지방의 수준이 정상범위이고 신체적 특성이 우수하면 그 효과가 낮다고 한 선행연구들과 유사한 결과를 나타내었다.

Forbes(1991)는 내장지방의 축적은 유리지방산의 증가를 유발하며 장기간의 트레이닝은 체중과 신체조성에 좋은 결과를 가져오며 지속적인 저항트레이닝은 체지방량을 증가시키며 체지방을 감소시키는 것으로 보고되고 있다.

또한 Nakamura 등(1994)은 유산소 운동이 피하지방과 내장지방을 특이적으로 감소시킬 수 있다는 연구를 보고하였다. Shimomura 등(1993)은 흰쥐를 이용한 지구력 트레이닝이 내장지방의 합성능력저하에 특이적으로 작용한다고 보고하였다. 이것은 계산상 얻어지는 에너지 소비량 이상의 효과를 일으키는 것을 시사하고 있는 중요한 보고이다.

Naoumova 등(1990)은 내장지방면적의 감소와 에너지섭취 제한에 관한 연구에서 일반 성인 뿐만 아니라, Stallon 등(1991)이 폐경 후의 여성의 내장지방면적에서도 현저하게 저하된다는 연구결과를 보고하였다. 그리고 최성근(2001)은 유산소 운동이 내장지방면적에 미치는 효과의 개선을 나타낸다고 보고하였으나, Despres 등 (1991)은 현저한 개선을 나타내지 않았다고 보고하였다.

최근에 Ross 등(1996)과 노호성 등(1999)은 운동과 식사제한을 병용한 프로그램에서도 내장지방면적에 미치는 효과의 유용성이 증명되고 있다. 노호성 등(1999)은 식사요법군, 운동요법군, 식사+운동요법의 병행 군에서 컴퓨터 단층촬영을 이용하여 내장지방면적의 감소를 비교하였다. 3군 사이에 모두 유의한 내장지방면적의 감소를 나타냈기 때문에 운동요법만의 효과는 식사요법의 영향을 크게 넘지 않았다고 보고하였다.

그러나 이은주 등(1996)은 저열량 식이요법을 시행한 후 체중감소시의 부위별 지방의 변화를 추적 관찰한 결과 체질량지수, 체지방률, CT측정 지표인 복강내 지방용적은 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 보고하였다.

본 연구에서는 기능적 전기자극 후 남성 대상자는 피하지방면적이 26.63cm^2 가 감소하였고, 내장지방면적은 43.00cm^2 가 감소하였다. 여성 대상자의 경우 피하지방면적이 24.03cm^2 , 내장지방면적은 25.36cm^2 가 감소하였다.

유산소 운동 후 남성 대상자는 피하지방면적이 13.56cm^2 가 감소하였고, 내장지방면적은 14.78cm^2 가 감소하였으나 통계적인 유의성은 없었다

그러나 여성 대상자의 경우 피하지방면적이 15.25cm^2 가 감소하였고, 내장지방면적은 11.52cm^2 의 감소를 나타내어 선행연구자들과 유사한 결과를 나타내었다. 그러므로 기능적 전기자극은 남·녀 모두 복부지방면적에 변화를 주었으며, 유산소 운동은 여성의 복부지방면적에는 변화를 주었지만, 남성의 복부지방면적에는 변화가 없었다. 그러나 유산소 운동이 내장지방면적에 미치는 효과가 적다고 하더라도 당 대사와 호흡순환의 개선, 체지방 조직량의 증가에 효과적이기 때문에 건강증진을 위해서는 운동요법이 중요하다고 할 수 있다.

본 연구는 다음과 같은 제한점을 가지고 있다. 연구대상 설정에 있어 의료기관의 성인병 건강검진을 받은 비만인을 대상으로 하였으므로, 연구 결과를 전 인구집단에 대하여 일반화 할 수 없고, 신체성분, 혈액성분, 복부지방면적의 비교에 있어 남·녀 간의 연령분포에 따른 차이를 보정 하지 못하였으며, 복부비만의 중요한 유발인자가 될 수 있는 식이 조절, 흡연, 알코올, 신체적 활동량 등 생활습관에 대하여 조사하지 못하였다. CT 측정에 있어서는 제한된 수의 단면 영상으로 체지방 분포의 변화를 규명해야 하는 점과 복강내 지방 측정의 변이성, 즉 호흡운동과 장운동, 장 내용물에 의한 것, 뼈 또는 공기 성분에 의한 선경화 효과(beam hardening artifact), 영상 분석시의 측정자의 측정 오차, 방사선 피폭 등을 들 수 있다.

본 연구에서는 보다 정확한 자료를 얻기 위해 전기 저항측정법과 혈액검사, 컴퓨터 단층촬영을 통해 상관성을 4주간 연구한 결과 기능적 전기자극과 유산소 운동이 신체성분과 복부지방 변화에는 긍정적 영향을 미쳤지만, 혈액성분의 개선에는 긍정적 영향을 미치지 못하는 것으로 나타나 처지 조건의 변화가 요구되어진다.

그러므로 일정기간 동안 비만인들에게 하이브리드(hybrid) 식이 조절, 유산소 운동, 기능적 전기자극)화 하여 신체성분과 혈액성분 및 복부비만 변화에 많은 연구가 필요하며, 물리치료 분야에서는 부위별 지방분포의 변화를 정확히 규명하여 기능적 전기자극에 의한 복부비만 연구가 보다 더 요구된다.

V. 결 론

실험기간은 2002년 12월1일 시작하여 2003년 4월30일까지 남성 6명 여성 15명을 대상으로 4주간 기능적 전기자극(1회 40분, 주당 4일)과 유산소 운동(1회60분, 주당 4일)에 따른 신체성분과 혈액성분 및 피하지방과 내장지방에 미치는 효과를 연구하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 비만증 진단을 받은 대상자중 기능적 전기자극군 남성 3명의 평균 연령은 35세, 신장 174cm, 체중이 82kg이고 비만도는 122%이다. 여성 4명은 평균 연령이 44세, 신장 157cm, 체중이 65kg이고 비만도는 131%이다. 유산소 운동군 남성 3명은 평균 연령이 39세, 신장 169cm, 체중이 82kg이고 비만도는 134%이다. 여성 5명은 평균 연령이 47세, 신장 156cm, 체중이 63kg이고 비만도는 129%이다.

2. 4주간의 기능적 전기자극은 남성이 체중, 비만도, 체지방량, 체지방률, 복부지방률이 유의하게 감소하였고, 복부둘레, 엉덩이둘레에 유의한 감소가 나타났다. 또한 피하지방면적과 내장지방면적에 유의한 감소가 나타났다. 근육량은 증가하였으나 유의한 수준이 아니었다.

여성은 비만도, 체지방량, 체지방률, 복부지방률, 복부둘레, 엉덩이둘레에 유의한 감소가 나타났으며, 피하지방면적과 내장지방면적에 유의한 감소가 나타났다. 체중감소와 근육량은 증가하였으나 유의한 수준이 아니었다. 총 콜레스테롤, 중성지방, 고밀도 지단백, 저밀도 지단백은 남·녀 모두 유의한 수준의 변화가 나타나지 않았다.

3. 4주간의 유산소 운동은 남성이 체중, 비만도, 체지방량, 체지방률, 복부지방률, 복부둘레, 엉덩이둘레에 유의한 감소가 나타났으며, 근육량이 유의하게 증가하였다. 또한 피하지방면적과 내장지방면적은 감소하였으나 유의한 수준이 아니었다.

여성은 체중, 비만도, 체지방량, 체지방률, 복부둘레, 엉덩이둘레에 유의한 감소가 나타났으며, 근육량이 유의하게 증가하였다. 복부지방률은 감소하였으나 유의한 수준이 아니었다. 또한 피하지방면적과 내장지방면적에서 유의한 감소가 나타났다. 총 콜레스테롤, 중성지방, 고밀도 지단백, 저밀도 지단백은 남·녀 모두 유의한 수준의 변화가 나타나지 않았다.

4. 4주간의 기능적 전기자극과 유산소 운동을 실시한 남성 그룹은 유산소 운동 후 체중감량이 더욱 크게 나타났고, 근육량의 증가 또한 큰 것으로 나타나 두 그룹간에 유의성이 나타났다. 복부지방률과 복부둘레 및 엉덩이둘레는 기능적 전기자극을 실시한 군에서 크게 나타나 두 그룹간에 유의성이 나타났다. 반면 비만도, 체지방량, 체지방률에서는 두 그룹간 유의한 차이가 나타나지 않았다.

피하지방면적은 두 그룹간에 유의한 차이를 보이지 않았지만, 내장지방면적은 기능적 전기자극군이 면적의 차이가 크게 나타나 두 그룹간에 유의한 차이가 나타났다. 총 콜레스테롤, 중성지방, 고밀도 지단백, 저밀도 지단백은 두 그룹간 유의한 수준의 변화가 관찰되지 않았다.

5. 4주간의 기능적 전기자극과 유산소 운동을 실시한 여성 그룹은 유산소 운동을 실시한 군에서 체중감소와 근육량 증가가 더욱 크게 나타나 두 그룹간에 유의한 차이를 보였고, 비만도, 복부지방량과 복부둘레는 기능적 전기자극을 실시한 군에서 더욱 크게 나타나 두 그룹간에 유의성을 나타내었다. 반면 체지방량, 체지방률 및 엉덩이둘레에서는 두 그룹간 유의한 차이가 나타나지 않았다.

피하지방면적은 두 그룹간에 유의한 차이를 보이지 않았지만, 내장지방면적은 기능적 전기자극군이 면적의 차이가 크게 나타나 두 그룹간에 유의한 차이가 나타났다. 총 콜레스테롤, 중성지방, 고밀도 지단백, 저밀도 지단백은 두 그룹간 유의한 수준의 변화가 관찰되지 않았다.

본 연구에서는 비만인 들에게 체중감량과 근육량의 증가를 위해서는 유산소 운동이 효과적이며 복부의 피하지방과 내장지방을 감소시키는 비만치료에는 기능적 전기자극이 더 긍정적인 효과를 나타내는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- 김상만, 김성수, 윤수진 등 : 복부내장비장량을 가장 잘 표현할 수 있는 단순 비만지표는?, 대한비만학회지, 7(2), 157-168, 1998.
- 김수정, 박세환, 서영성 등 : 비만의 유병률과 질환과의 관계, 가정의학학회지, 15(7), 401-409, 1994.
- 김영설 : 비만증의 분류 및 평가, 한국영양학회지, 23(5), 377-340, 1990.
- 김찬희 : 운동요법에 의한 제2형 당뇨병 환자의 당 대사 개선에 관한 연구, 한양대학교 체육과학 논문집, 10, 167-192, 1990.
- 김찬희 : 생활화된 유산소성 운동습관이 폐경 전후 중년 여성의 혈중지질 및 혈당 수준에 미치는 영향, 대한스포츠의학회지, 16(1), 159-67, 1997.
- 남태호, 주원민, 김귀원 : 중년 여성의 에어로빅 운동이 콜레스테롤 조성에 미치는 효과. 부산대학교 스포츠과학연구소지, 10, 251-257, 1994.
- 노호성, 최성근, 임기원 : 운동과 식사요법이 비만여성복부지방에 미치는 영향, 한국체육학회지, 38, 428-438, 1999.
- 박기준 : 국민건강 증진법의 이해, 보건소식, 11, 12, 6-9, 1995.
- 박상갑, 권유찬, 윤미숙 : 유산소 및 저항트레이닝이 비만중년여성의 복부지방에 미치는 영향, 한국체육학회지, 40(4), 773-784, 2001.
- 박상갑, 김종인 : 운동처방론.(pp 72-76) 부산: 세종출판사, 1997.
- 박상갑, 정종훈, 조재기 등 : 지구성운동이 비인슐린의존성 당뇨병환자의 신체조성 및 최대 산소섭취량에 미치는 영향. 14(2), 369-378, 1996.
- 서해근, 이상유, 나재철 등 : 근지구성 웨이트 트레이닝이 중년 여성의 체력과 혈중 지질 및 지단백의 변화에 미치는 영향. 대한스포츠의학회지, 17(2), 224-34, 1999.
- 선상규 : 표면전기자극 트레이닝이 근수축력 향상에 미치는 효과. 고려대학교 대학원, 1991.
- 유병열, 황수관 : 자전거 운동이 중년 여성의 체력 및 혈중 대사변인에 미치는 영향. 한국체육학회지, 25(2), 167-175, 1996.
- 유성희, 박수현 : 현대인의 건강관리를 위한 운동처방, 서울: 도서출판태근, 1997.
- 윤미숙 : 유산소운동이 고혈압환자의 혈청지질 및 호르몬에 미치는 영향, 대한스포츠의학회지, 18(2), 193-203, 2000.
- 이기열, 장미라, 김은경 등 : 비만자의 체지방량 및 분포에 관한 기초 연구(성인병에 발생 위험요인과 관련하여), 한국영양학회지, 24(3), 157-165, 1991.
- 이귀녕, 이종순, 손은섭 등 : 임상 병리검사 편람(pp155-76), 의학 문화사, 1992.
- 이재형, 제갈승주, 박승택 : 전기자극이 흰쥐에 피부비만 세포에 미치는 영향, 대한물리치료학회지, 11(3), 81-87, 1999.
- 이흥규 : 비만과 관련된 질환. 한국영양학회지, 23, 341-346, 1990.

- 장학철, 박경수 : 임상내분비학(pp 641-64), 서울 : 고려의학, 1999.
- 전점이 : 조깅프로그램이 제2형 당뇨병 환자의 대사 및 심폐기능에 미치는 영향, 연세대학교 대학원 박사학위논문, 1990.
- 정민영 : 비만증의 동반질환, 대한비만학회지, 1(1), 5-10, 1992.
- 조정구 : 비만과 체중감량, 대한비만학회지, 9(1), 48-54, 2000.
- 조현철 : 정상인과 비만인들의 규칙적인 유산소성 트레이닝이 호흡순화, 신체조성 및 혈중 지질성분에 미치는 영향, 한국체육학회지, 35(1), 100-110, 1996.
- 최성근 : 유산소운동과 식이조절이 비만여성의 내장지방축적과 관상동맥 위험인자에 미치는 영향, 한국체육학회지, 40(3), 707-717, 2001.
- 홍용 : 인위적 전기자극이 비만여성의 근기능 및 운동지속능력에 미치는 영향, 운동과학, 11(1), 119-130, 2002.
- 허갑범 : 비만증의 병인, 한국영양학회지, 23(5), 333-336, 1990.
- Alojz Kralj, Tadej Bajd : 기능적 전기자극, 서울: 여문각, 강곤(역), Jerrold M. Olefsky, 김영설(역), 479-486, 1995.
- Bjorntorp P : Criteria of obesity IN : Progress in obesity research. eds. Yomra et al, John Libby company. 655-658, 1990.
- Borkan GA., Gerzof SG., Robbins AH., et al : Assessment of abdominal fat content by computed tomography. Am J Clin Nutr, 36, 172-177, 1982.
- Brodie DA. : Techniques of measuring body composition. Sports Medicine, 5, 11-40, 1988.
- Campaigne, B. N., K. W. Landt., M. J. Mellies., F. et al : The effects of physical training on blood lipid profiles in adolescents with insulin-dependent diabetes mellitus. The Physician and Sports Medicine, 13(12), 83-89, 1985.
- Cefalu WT., Wang ZQ., Werbel S., et al. : Contribution of visceral fat mass to the insulin resistance of aging. Metab. 954-959, 1995.
- Chowdhury B., Kvist H., Anderson B., et al. : CT-determined changes in adipose in obese males. Int J Ob., 17, 683-685, 1993.
- Cullinane E, Sinconolfi S, Saratell A, et al. : Acute decrease in serum triglycerides with exercise: Is there a threshold for an exercise effect. Metabolism, 31, 844-7, 1982.
- Colberg, S.R, Hagberg, JM, McCole, S.D, et al. : Utilization of glycogen but not Plasma glucose is reduced in individuals with NIDDM during milk-intensity exercise, Journal of Applied Physiology, 81(5), 2027-2033, 1998.

- Carrier, DP., : Muscular strength development by electrical stimulation in healthy individuals, *Physical Therapy*, 63(6), 915-921, 1983.
- Delitto A., Brown M., Strube M J., et al. : Electrical stimulation of quadriceps femoris in an elite weight lifter: A single subject experiment. *Int, J, Sport J, Rehab*, 15, 25-28, 1989.
- Despres JP, Pouliot MC, Moorjani S. : Loss of abdominal fat and metabolic response to exercise training in obese women. *Am J Physiol*, 261, E159-E167, 1991.
- Donahue B., : Delayed effects of prolonged exercise on serum lipoproteins, *Metabolism*, 35, 1983.
- Farrance, B. W., Houston, M, E., Ranney, D. A. : Effects of electrical stimulation training using the extended leg position on quadriceps muscle of women. *Can. J. Spt. Sci.*, 12(4), 170-174, 1987.
- Forbes GB. : The companionship of lean and fat ; same lessons body composition studies in, *New techniques in nutritional research*. New York Academic Press, 317-329, 1991.
- Friis-Hansen B., : *Hydrometry of growth and aging human body composition*(ed BrozekJ), 191 Pergamon Press Oxford, 1989.
- Fujioka S., Matsuzawa Y., Tokunaga K., et al. : Improvement of glucose and lipid metabolism associated with selective reduction of intra-abdominal visceral fat in premenopausal women with visceral fat obesity. *Int J obes*, 15, 857-859, 1991.
- Garrow JS., : Energy intake under natural condition, In : *Obesity and related disease*. Churchill Livingstone. 57-69, 1988.
- Hainaut K., Duchateau J., : Neuromuscular electrical stimulation and voluntary exercise, *Sports Med*, 14, 100-113, 1992.
- Hensrud DD., Weinsier RL., Darnell BE., et al. : A prospective study of weight maintenance in obese subjects reduced to normal body weight without weight-loss. *Am J Clin Nutr* 60, 688-694, 1994.
- Hensrud DD., Weinsier RL., Darnell BE., et al. : A prospective study of weight maintenance in obese subjects reduced to normal body weight without weight-loss training. *Am J Clin Nutr*, 60, 683-685, 1994.
- Hudicka 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, 141-149, 1977.

- Kanai H, Matuzawa Y, Kotami K, : Close correlation of intra-abdominal fat accumulation to hypertension in obesity women. *Hypertension*, 16, 484-490, 1990.
- Kirkendall DR., Grubber JJ., Johnson RE.,: Measurement and evaluation for physical educators(2nd ed), human Kinetics, 1987.
- Kissebah AH., Vydellingum N., Mrray R, : Realation of body-fat distribution to metabolic complications of obesity. *J clin Endocrinol Met*, 54, 254-260, 1982.
- Lampman, R. M., D. E. Schteingart., : Effects of exercise training on glucose control, lipid metabolism, and insulin sensitvity in hypertriglyceridemia and non-insulin dependent diabetes mellitus. *Med. Sci. Sports Exe.* 23(6), 703-712, 1991.
- Lohman TG., : Skinfoldds and body density and relation to body fatness: *Human Biology* 2, 181-255, 1981.
- Lohman TG., Roche AF., Martorell R, : Antropometric stndardization reference manual, Human kinetics, 1988.
- Lopez Sa., : Effect of execise and physical fitness on serum lipids and lipoproteins. *Atherosclerosis*, 40, 1-9, 1994.
- Matsuzawa Y., Fujioka S., Tokunaga K., et al. : A novel classification : visceral fat obesity and subcutaneous fat obesity. Berry EM, Blondheim HIE., Shafrir EJ., eds. *Recent Advance in Obesity Research* 5. London : John Libbey & Company Ltd, 92-96, 1987.
- McMiken DF., Todd-Smith M., Thompson C., : Strengthening of human quadriceps muscles by cutaneous electrical stimulation, *Scand. J . Rehab*, 15, 25-28, 1983.
- Nakamura T., Tokunaga K., Shimomura I., et al. : Contribution of visceral fat accumulation to the development of coronary artery disease in non_obese men. *Atherosclerosis*, 107, 239-246, 1994.
- Naoumova R., Belockova R., Napumov N. et al. : Sex difference in change of subcutaneous and abdominal fat during weight loss. *Int. J. Obes.*, 14, 137, 1990.
- Ross R, Rissanen J., Pedwell H., et al. : Influence of diet and exericide on skeletal muscle and visceral adipose tissue in men, *Appl. Physiol*, 88, 2445-2445, 1996.
- Shawn MS, Berg K, Latin R., : The effect of training Frequency of aerobic dane on oxygen uptake, Body composition and Personality. *J Sports Med*,

- 24, 290-8, 1984.
- Shimomura I, Tokunaga K, Kotani K. : Marked reduction of acyl-Co A synthetase activity and mRNA in intra abdominal visceral fat by physical exercise. *Am J physiol*, 265, E44-E50, 1993.
- Sekowite DM., : High frequency electrical stimulation in muscle strengthening, *Am, J. Sports Med*, 17(1), 103-111, 1984.
- Simoneau JA., Kaufmann M., Pihhie D., : Asynchronous increases in oxidative capacity and resistance to fatigue of electrostimulated muscles of rat and rabbit. *J Physiol*, 460, 573-580, 1993.
- Soderlund, k., Hultman, E. : ATP content in single fibers from Human skeletal muscle after electrical stimulation and during recovery. *Acta. Physiol. Scand.*, 139, 459-466, 1990.
- Stallon D. D., Strunkard A. J., Wadden T. A., : Weight loss and body fat distribution: a feasibility study using computed tomography. *Int. J. Obes.*, 15, 775-780, 1991.
- Theriault R., Boulay MR., Theriault G., : Electrical Stimulation-induced changes in performance and fiber type proportion of human knee extensor muscle. *Eur. J, Appl. Physiol*, 74, 311-317, 1996.
- Thomson CE, Thomas Tr, Araujo J, et al., : Response of HDL-C, apolipoprotein AI and LCAT to exercise withdrawal, *Atherosclerosis* 54, 63-73, 1985.
- Trans ZV, Weltman GV, Glass DP., : The effects of exercise on blood lipid and lipoproteins; A meta-analysis of studies. *Med Sci Sports Exercise*. 15, 395-402, 1983.
- Twisk JW, Kemper HC, van Mechelen W. : Tracking of activity and fitness and the relationship with cardiovascular disease risk factors. *Med, Sports Exerc.*, 32, 1455-1461, 2000.
- Weintraub MS, Yacob R, Robert O., : Physical exercise conditioning in the absence of weight loss reduces fasting and postprandial triglyceride rich lipoprotein level. 79, 1007-4, 1989.
- Yamashita S., Nakamura T., Shimomura I., : Insulin resistance and body fat distribution. *Diabetes Care*, 19, 287-291, 1996.
- Zamboni M., Armellini F., Milani MP., : Body fat distribution in pre-and postmenopausal women: metabolic and anthropometric variables and their interrelationships *Int J Ob.* 16, 495-504, 1992.

Appendix

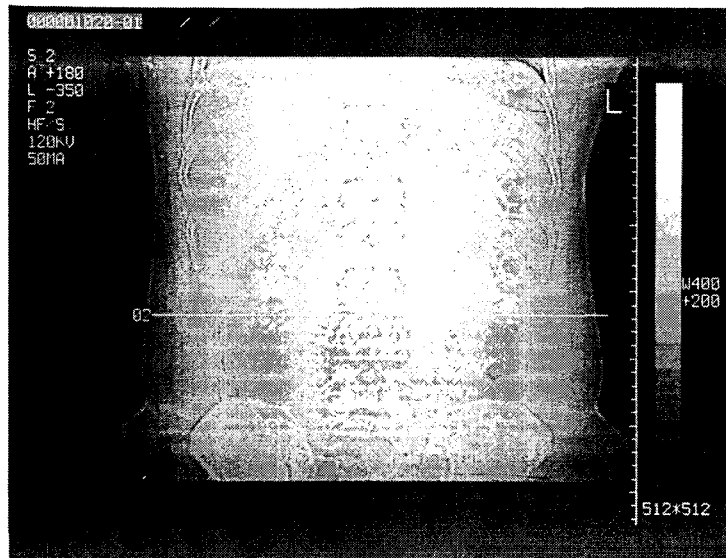


Figure 1. Umbilicus level's CT scan of supine position.

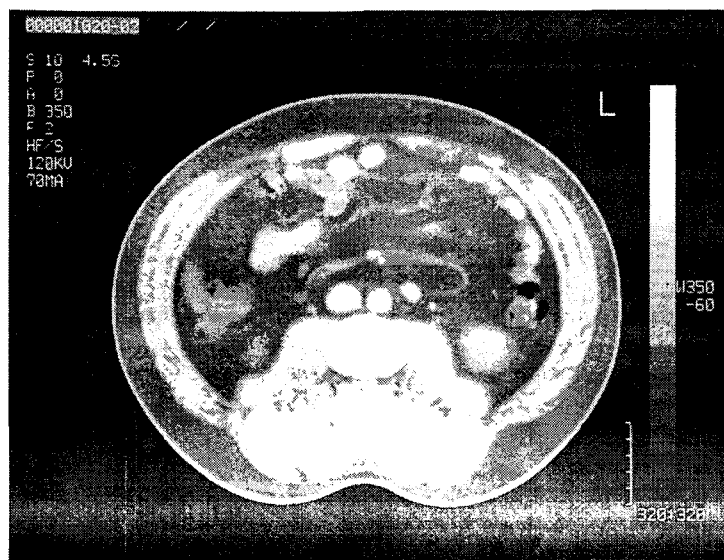


Figure 2. CT scan of abdominal subcutaneous and visceral fat.

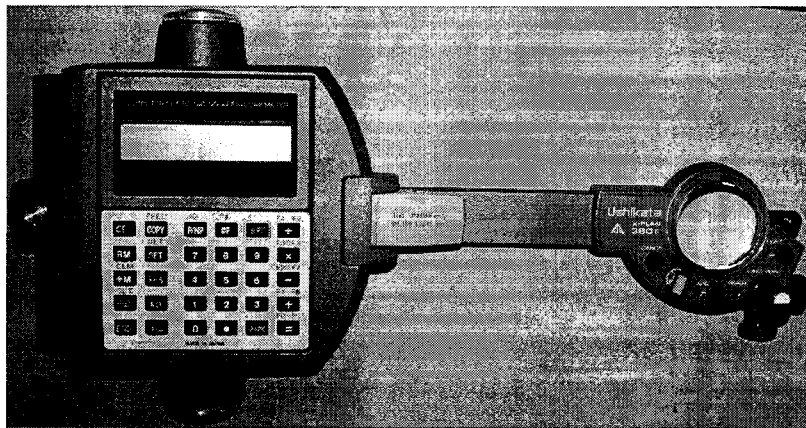


Figure 3. X-PLAN 380F Area-Curvemeter

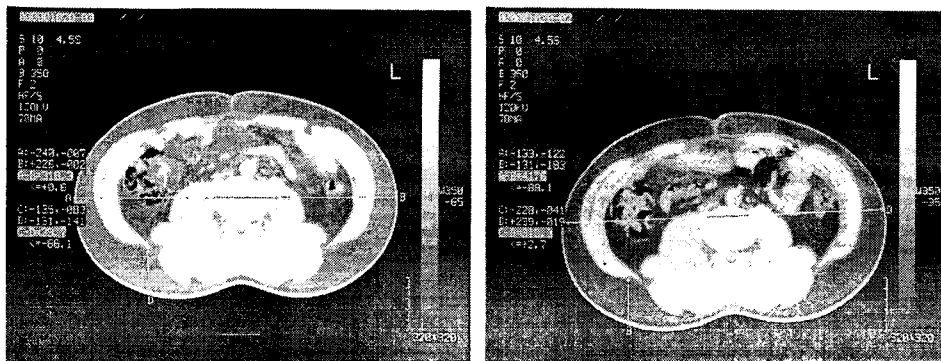


Figure 4. Comparative images of reduced abdominal subcutaneous and visceral fat :

- The first image shows the male subjects abdominal region prior to functional electrical stimulation.
- The second image shows the same subject 4weeks after functional electrical stimulation.

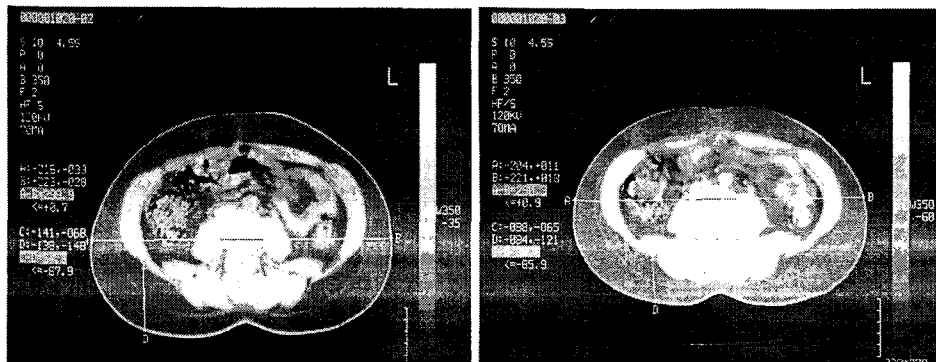


Figure 5. Comparative images of reduced abdominal subcutaneous and visceral fat :

- The first image shows the female subjects abdominal region prior to aerobic exercise.
- The second image shows the same subject 4weeks after aerobic exercise.