

새로운 가정용 비만치료기의 비만치료효과 측정*

The Remedial Effect Measurement of an Obesity Remedy Machine for Home Use

이동형**† · 이재훈***

Dong-Hyung Lee**† · Jae-Hoon Lee***

한밭대학교 산업경영공학과**

Hanbat National University

가톨릭대학교 성모병원 뇌신경센터***

Daejeon St. Mary's Hospital of the Catholic University

Abstract : This paper reports the remedial effect measurement of an obesity remedy machine for home use which has been developed by H Co. and the authors. It is expected that the machine enhances it's remedial effect and usability by utilizing medium frequency and thermotherapy belt etc. In order to measure it's remedial effect, a clinical experiment, which participates eight young female subjects, has been conducted for one month. The experiment includes the measurements on the changes of Gas-Exchange Responses of subjects through Cardio-Pulmonary Exercise Testing. The experimental results show that the obesity remedy machine helps the subjects to reduce their weights, fat rates, and VCO_2 s. Thus, it turns out that the machine can be a good candidate for medical treatment on the obesity.

Key words : an obesity remedy machine for home, obesity remedial effect, Cardio-Pulmonary Exercise Testing

요약 : 본 논문에서는 H사와 공동으로 개발한 가정용 비만치료기의 특징과 치료효과를 측정, 분석한 것이다. 이 가정용 비만치료기는 중주파 활용, 온열벨트 사용과 함께 부작용을 최소화하도록 설계되었는데 성능평가를 위해 20대 여성 8명을 대상으로 1개월간의 비만치료 실험을 실시하였다. 실험은 심폐기능운동검사를 통하여 피실험자들의 비만치료 실험 전후의 가스교환 반응도(VCO_2 와 VCO_2 양의 변화)에 초점을 두었다. 실험결과 체중(kg), 체지방율(%), 체지방량(kg), 비만도(%), 기초대사량(kcal) 등에서 비만감소 효과가 나타났으며 비만치료 전보다 산소(VCO_2) 섭취량은 증가한 반면 이산화탄소(VCO_2) 배출량은 감소한 것으로 나타났다. 이는 인체의 생리학적 측면과 운동역학적인 측면이 상관관계가 높다는 것을 보여주고 있으며 여기서 개발된 비만치료기가 의학적으로

* 2003년도 한밭대학교 교내 학술연구비 지원을 받았음.

† 교신저자 : 이동형(한밭대학교 산업경영공학과)

E-mail : leedh@hanbat.ac.kr

TEL : 042-821-1230, 016-466-7335

FAX : 042-821-15910

비만치료에 도움이 될 수 있음을 입증하는 결과라 할 수 있다.

주제어 : 가정용 비만치료기, 비만치료 효과, 심폐기능 운동능력 검사

1. 서론

최근 바쁜 생활 속에서 각종 스트레스와 운동부족, 식생활 문화의 변화 등으로 인하여 비만 인구가 급증하고 있다. 일반적으로 체중(kg)을 신장(m)의 제곱으로 나눈 수치인 BMI(body mass index : 체질량지수)가 25-29일 때는 과체중, 30이 넘으면 비만으로 간주되고 있다.

2003년 국제비만특별위원회(IOTF)는 과체중 또는 비만인 사람이 전 세계 인구의 4분의 1인 17억 명을 웃돈다고 경고하고 있다. 또한 미국암학회(ACS)에서는 미국 50개 주 전역에서 암에 걸리지 않은 남자 40만 명, 여자 50만 명 등 총 90만 명을 대상으로 연구(조사기간 1982~1998년)한 결과, 여성과 남성 암환자의 각각 20%와 14%가 과체중 또는 비만인 것으로 나타났다[7].

이러한 상황 속에서 최근 국내 주요 의료기기 업체들은 체성분 분석기, 비만치료기, 운동처방 치료기 등 의료기기 개발에 박차를 가하고 있다. 몇몇 업체에서는 단순히 비만도만을 측정하는 수준이 아닌 비만환자의 생활습관을 개선, 체중조절을 실천할 수 있는 소프트웨어를 탑재해 놓고 있다. 또한 생체 임피던스를 이용하여 복부비만 측정은 물론 팔, 다리 등 신체 부위별 비만도를 정밀하게 측정, 운동영양 처방을 제시하도록 하는 체성분 분석기도 개발되고 있다.

이밖에도 4전극 방식을 이용, 신체 부위별 비만 측정이 가능하고 세포 내 외액 측정을 통해 수분상태, 복부 비만을 판정하는 체성분 분석기라든지 초음파를 이용해 복부, 허벅지, 엉덩이 등 쉽게 빠지기 힘든 신체 부위의 지방을 분해할 수 있는 비만치료기 및 입체 운동처방기가 선보이고 있다.

이렇듯 많은 기업에서 비만치료기를 개발 보급하

고 있지만 그 동안 개발된 비만치료기는 거의 대부분 병원용이다 보니 비만치료를 받기 위해서는 비만클리닉에 장기간 다녀야 하는 등 바쁜 현대인들에게는 시간과 비용면에서 많은 어려움이 있었다. 이에 본 연구에서는 H사와 공동으로 새로운 방식의 가정용 비만치료기를 개발하고 이의 치료효과를 측정, 분석하고자 한다.

2. 국내 · 외 연구동향

먼저 각 피험자들의 심장의 운동부하능력 변화를 측정하기 위하여 트레드밀에서 속도 단계에 따른 스펙터클 분석을 실시하였다[1]. 비만여성의 내장지방량에 대한 운동프로그램의 효과를 분석했는데 성인병의 예방이나 치료를 위해서는 비만의 예방 및 개선이 필요하며, 특히 내장지방량 감소가 매우 중요한 것으로 나타났다[2]. 또한 유산소 운동이 체지방의 산화를 촉진하여 총 체지방량의 감소, 체지방량의 손실 억제, 혈중지질성분의 개선 등으로 비만치료에 유효하다고 주장했다.

호흡기 질환자를 대상으로 각각 트레드밀과 바이시클 에르고미터를 이용하여 운동폐기능 실험을 실시, 비교 분석하였다[3]. 실내운동과 유산소성 복합운동에 따른 20대 비활동자의 체력변화를 연구하였는데 20대 좌업생활자를 대상으로 10주간의 실내운동과 유산소성 복합운동을 실시한 후 체력변화를 분석 검토한 결과, 비교적 운동기구 없이도 실시 가능한 실내운동만으로도 일반체력 변인수치를 증가시킬 수 있었으며 러닝을 병행한 복합운동군이 모든 집단에서 가장 바람직한 것으로 나타났다[4]. 즉, 활동적 생활이 제한되어 있는 경우일지라도 손쉽게 행할 수 있는 실내운동을 실시함으로써 일반체력 변인수치를 증가시킬 수 있는 것으로 확인되

었다.

각 피검자들의 심장의 운동부하능력 변화를 측정하기 위하여 트레드밀에서 여러가지 다른 강도를 부여한 후 스펙터클 분석을 실시하였다[5]. 비만여성을 대상으로 운동훈련에 대한 신진대사 반응과 복부지방량의 감량에 대한 연구를 수행했다[6]. 즉, 피검자들의 최대산소섭취량을 측정하기 위하여 트레드밀에서 3분마다 속도와 경사를 높이는 Bruce Protocol에 의한 최대운동부하검사를 실시하였다.

3. 실험에 사용한 가정용 비만치료기의 특징

H사와 공동으로 개발한 가정용 비만치료기는 다음과 같은 특징을 가진다.

3.1 중주파 이용

기존의 비만치료기는 대부분이 저주파를 사용하고 있는데 지각신경을 자극하여 통증완화의 기능을 수행한다. 그러나 본 치료기는 자율신경을 자극함으로써 보다 근원적인 치료목적을 수행할 수 있도록 중주파를 사용한다. 일반적으로 중주파는 2,000Hz ~ 4,500Hz의 대역을 가지고 있으나 여기서 사용하는 중주파는 3,500Hz를 기본으로 33.3Hz, 50Hz, 100Hz의, 3개의 출력주파수를 가지고 있다.

3.2 온열벨트 사용

본 치료기의 독특한 제품사양 중 하나는 온열벨트를 사용할 수 있도록 한 것이다. 40°C~60°C까지 조절가능하며 부착패드가 기존 제품들은 8개 정도 인데 반해 16개 부위까지 부착할 수 있도록 하였다. 이 온열벨트의 효과는 30분 정도 착용하고 있으면 땀을 일으키기 35회에 필적하는 온열효과가 날 수 있도록 설계되었다.

3.3 부작용 최소화

다이어트 식물이나 약물 주사요법에 의한 비만치료는 일시적으로 효과를 볼 수 있으나 지방과 근육이 동시에 빠지기 때문에 부작용의 우려가 있거나 치료중단시 곧 원상 복귀하는 요요현상(근육량은 늘어나지 않고 지방만 늘어나는 현상)이 발생한다. 그러나 본 제품은 중주파에 의해 자율신경을 자극하는 방식을 사용함으로써 어떤 부작용이나 요요현상이 나타나지 않도록 설계되었다.

3.4 다양한 기능의 Auto Program 개발

본 치료기는 다음과 같은 기능이 내장되어 있다. 먼저 잘 치료되지 않는 내장형 지방제거 기능이 있다. 다음으로 팔, 다리, 허벅지 부위의 근력과 가슴 및 유방근육을 강화시킨다. 아울러 운동 후의 근육회복이나 경혈 지압을 통한 굳어 있는 근육풀기 기능이 있다. 이밖에도 얼굴 미용이나 피로 회복 그리고 혈액순환 향상 기능을 가지고 있다.

3.5 기타 특징

타제품에 없는 LCD판을 사용하고 공기청정기능도 부가하여 활용성을 제고하였다. 또한 3명까지 동시 사용할 수 있고 사용전료가 1일 6시간 사용시 월 1000원 미만으로 저렴한 편이다.

4. 실험개요

본 가정용 비만치료기의 치료효과 측정을 위한 실험의 개요는 다음과 같다.

4.1 실험대상

한밭대학교 홈페이지에 게재된 비만치료 실험피검자 모집공고를 보고 지원한 20대 초반에서 30세 미

만인 8명(실험에 3회 이상 불참한 12명을 제외)의 여성피검자를 대상으로 실험내용을 소개하고 실험 참가동의서를 받은 후 실험을 실시하였다.

4.2 실험도구 및 실험프로토콜

4.2.1 실험도구

본 실험에는 다음과 같은 장비가 사용되었다.

- 신장, 체중, 체지방 측정을 위한 자원메디컬사의 체성분분석기(OLYMPIA 3.3)
- Cardio-Pulmonary Exercise Testing(심폐기능 운동능력 검사)을 위한 미국산 의료장비 Vmax Spectra(Sensor Medics사)
- Vmax Spectra와 인터페이스 되는 Treadmill 러닝머신
- 중추파 체지방치료기(H사 EMS-777)

4.2.2 실험프로토콜

비만측정기를 사용하여 선정된 비만환자를 대상으로 다음과 같이 Treadmill Exerciser를 활용하여 치료기간별 심폐기능과 폐활량 등의 변화를 측정 분석함으로써 본 비만치료기의 치료효과 유무를 판단한다.

첫째, 비만치료 전 각 피검자들의 비만도, 체지방률, 신장, 체중을 측정한다(몸의 금속물을 완전히 제거하고 가장 간편한 복장으로 측정).

둘째, 의료장비 Vmax Spectra를 사용하여 운동능력을 판가름하는 중요한 지표가 되는 심장박동수, 산소와 이산화탄소의 배출능력을 평가하는 심폐기능운동능력 검사(Cardio-Pulmonary Exercise Testing)을 실시한다(그림 1 참조).

이 검사는 심장운동능력(HR/min)변화와 심박수를 체크하며 폐기능의 향상 정도를 측정하기 위하여 폐기능 분석(Pulmonary Function Analysis)을 행한다.

폐기능 분석은 폐포기 산소량 및 탄소가스측정을 위한 개스분석(Alveolar O_2 & CO_2 Level Measurement)



그림 1. Vmax Spectra

을 통해 이루어지는데 운동능력이 우수한 사람일수록 산소섭취량이 높게 나타난다. 아울러 분당 환기량 측정을 위한 MVV 측정과 기류용적 폐검사가 실시된다.

셋째, 각자 정해진 시간에 의해 EMS-777을 이용하여 비만치료를 매일 40분간 4주간에 걸쳐 시행한다(그림 2 참조).

4주차 실험이 끝난 후 의료장비 Vmax Spectra를 사용하여 Pulmonary Function Analysis(Flow/Volume)과 Cardio-Pulmonary Exercise Testing을 실시, 실험 전과 비교 분석을 한다.

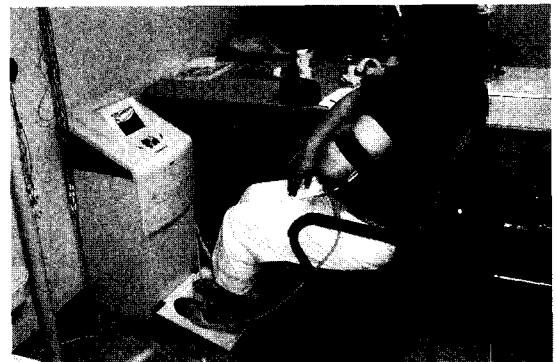


그림 2. EMS-777

이때 본 실험의 지침과 주의사항은 다음과 같다.

- ① 식사는 평상시대로 하되 고칼로리의 식품은 되도록 섭취를 하지 않는다.
- ② EMS-777장비는 매일 40분간 사용하며 관리자

- 는 출석부에 정확히 체크한다.
- ③ 측정은 기본 base를 기준으로 4주 후의 변화를 측정한다.
- ④ 각자 정해진 시간에 의해 빠지지 않고 열심히 시행한다.

5. 분석 결과 및 해석

5.1 개인별 실험전후 체지방 측정 분석

4주간의 EMS-777에 의한 치료 실험에 참가한 8명에 대한 체지방 측정결과를 보면 표 1과 같이 정상 4명, 비만 2명, 과지방 체질 1명, 약간 마름 1명으로 실험전후 거의 동일한 결과를 보였다.

표 1. 개인별 체지방 비만도 측정표

NO	ID	고도 비만	비만	과지방 체질	과 체중	근육형 과체중	정상	약간 마름	아주 마름
1	A1						○		
2	A2			○					
3	A3						○		
4	A4		○						
5	A5						○		
6	A6							○	
7	A7		○						
8	A8						○		

이는 실험기간이 짧고 피실험자들의 실험종료 직전 종강회식 등에 의한 과식으로 인해 치료효과가 미미했던 것으로 보인다. 그러나 표 2와 그림 3~7에서 보는 바와 같이 체중(kg), 체지방율(%), 체지방량(kg), 비만도(%) 및 기초대사량(kcal) 측정결과를 보면 어느 정도 감소 효과가 있는 것으로 나타났다.

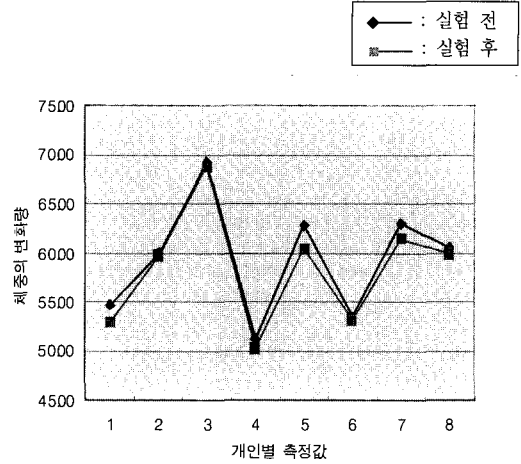


그림 3. 체중(kg)의 변화량

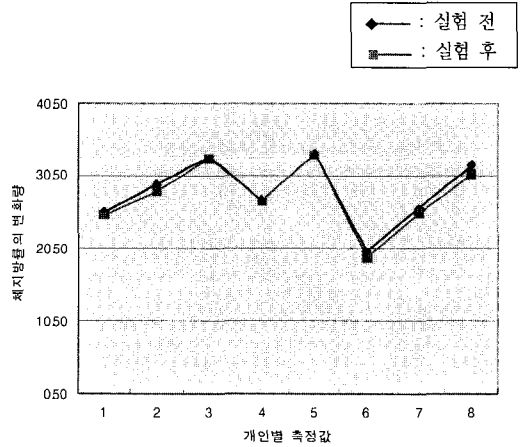


그림 4. 체지방률(%)의 변화량

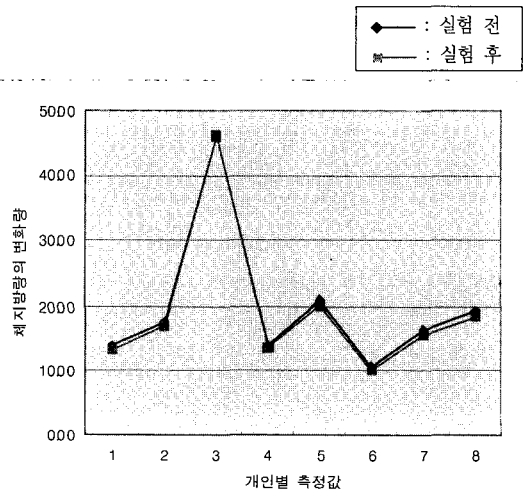


그림 5. 체지방량(kg)의 변화량(l/min)

표 2. 실험전후 체지방 측정 결과

항 목		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	계	평균
체중(Kg)	전	54.70	59.90	69.20	51.30	62.80	53.50	63.00	60.50	474.90	59.36
	후	52.90	59.80	68.80	50.30	60.40	53.20	61.50	60.00	466.90	58.36
체지방률 (%)	전	25.40	29.40	33.20	27.10	33.60	20.00	25.90	31.90	226.50	28.3125
	후	25.10	28.30	33.00	27.00	33.40	19.20	25.20	30.80	222.00	27.7500
체지방량 (Kg)	전	13.90	17.60	46.20	13.90	21.10	10.70	16.30	19.30	159.00	19.8750
	후	13.30	16.90	46.10	13.60	20.20	10.20	15.50	18.50	154.30	19.2875
비만도(%)	전	1.70	12.80	32.80	1.60	29.00	10.80	6.20	11.60	106.50	13.31
	후	-1.70	12.60	31.30	-0.40	24.00	9.80	4.90	11.50	92.00	11.50
기초대사량 (Kcal)	전	1244.	1264.	1302.0	1203.0	1244.0	1221.0	1317.0	1256.0	10051.0	1256.38
	후	1232.0	1259.0	1302.0	1196.0	1229.0	1220.0	1308.0	1249.0	9995.0	1249.38

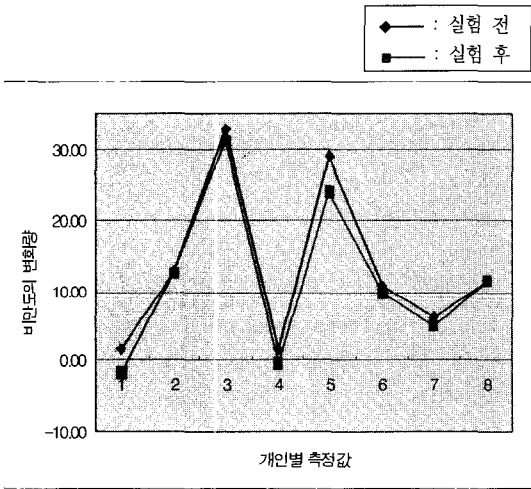


그림 6. 비만도(%)의 변화량

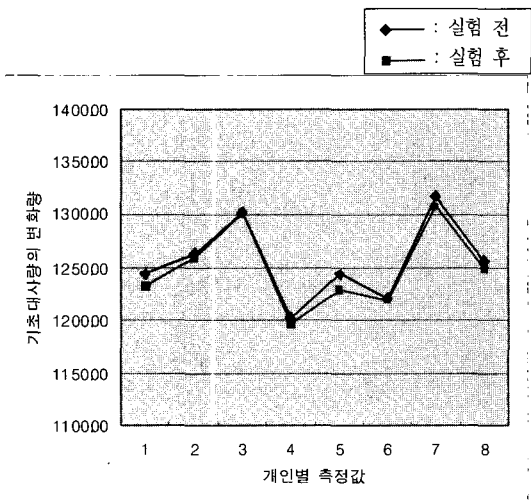


그림 7. 기초대사량(kcal)의 변화량

5.2 심폐기능 운동능력 측정 결과

비만치료를 사용하기 전후의 심폐기능 운동능력 측정결과를 비교하기 위해 트레드밀에서 운동 후에 Peak Cardiovascular Responses와 밀접한 상관관계가 있는 Gas-Exchange Responses의 변화를 보면 표 3과 같다.

표 3에 의하면 실험 전에 비하여 실험 후에 산소 (VO_2)섭취량(ml/min)는 증가된 반면 이산화탄소 (VCO_2)배출량(ml/min)는 감소된 것으로 나타났다 (그림 8, 9 참조).

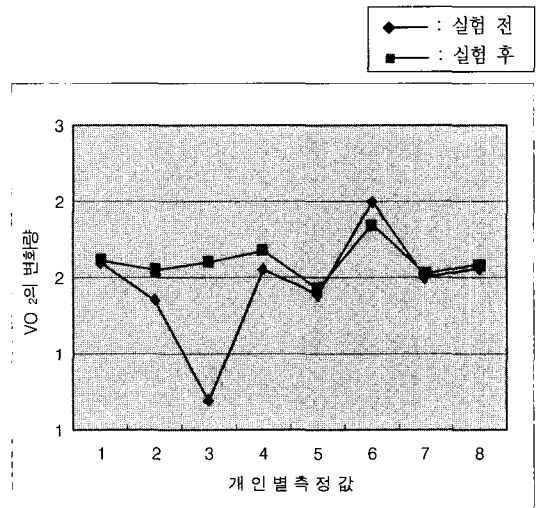


그림 8. VO_2 의 변화량(ml/min)

표 3. 심폐기능 운동능력 측정 결과

항 목		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	계	평균
VO ₂ (l/min)	전	1.59	1.35	0.69	1.56	1.38	1.99	1.50	1.57	11.63	1.4535
	후	1.62	1.55	1.60	1.68	1.42	1.85	1.53	1.58	12.84	1.6044
VCO ₂ (l/min)	전	1.79	1.21	1.70	2.03	1.71	2.11	1.51	1.80	13.86	1.7319
	후	1.72	1.09	1.96	1.61	1.50	1.75	1.32	1.36	12.30	1.5373
End Tidal CO ₂ (peak Pet O ₂)	전	47.40	47.10	42.00	48.60	42.40	45.80	44.30	43.80	361.40	45.18
	후	42.70	45.80	38.80	41.80	40.30	46.40	39.20	42.50	337.50	42.19
End Tidal O ₂ (peak Pet O ₂)	전	107.50	82.90	105.70	107.80	105.90	101.40	101.70	105.50	818.40	102.30
	후	109.40	99.50	115.20	110.30	105.50	104.60	102.80	109.50	856.80	107.10

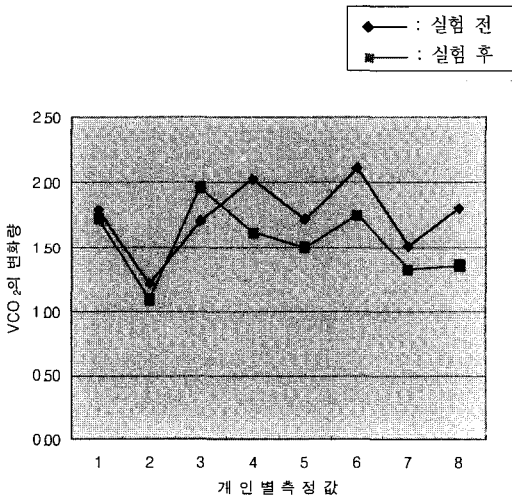


그림 9. VCO₂의 변화량(ml/min)

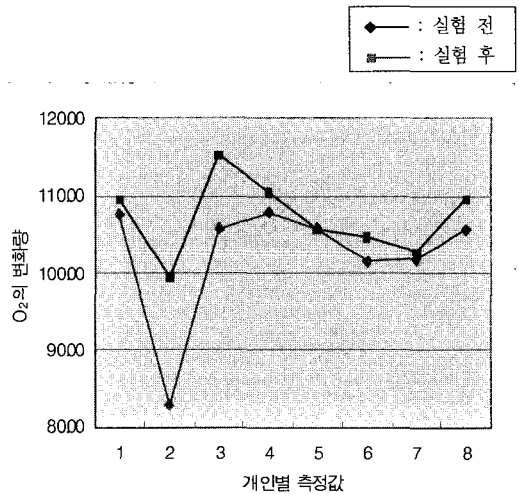


그림 10. END Tidal O₂(ml/min)

이는 비만과 심폐기능 운동능력 그리고 기초대사가 아주 밀접한 관계를 가지고 있음을 보여주고 있다.

또한 실험 전후 운동 피크시 피실험자의 호흡량이 최대가 되는 순간에는 산소 섭취량이 실험전보다 매우 증가된 모습을 나타낸 반면 이산화탄소 배출량은 실험 전보다 매우 감소된 모습을 나타내고 있다.

특히 운동피크 시의 산소 및 이산화탄소의 양은 비만치료 전과 비교할 때 큰 차이를 보여줌으로써 비만이 심폐기능 저하를 초래하고 있음을 유추할 수 있다(그림 10, 11 참조).

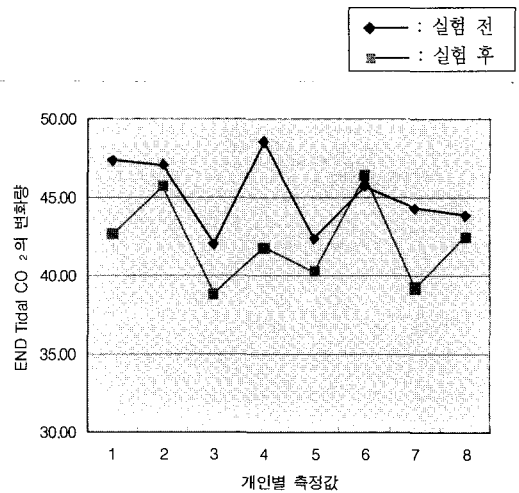


그림 11. END Tidal CO₂(ml/min)

5.3 항목별 실험 전후의 차의 검정

체지방의 감소효과를 분석하기 위하여 먼저 실험 전 8명의 피실험자의 체중(kg), 체지방율(%), 체지방량(kg), 비만도(%) 및 기초대사량(kcal)을 측정하고 실험 후 같은 방법으로 5개 항목의 체지방을 측정하여 실험 전후의 변화량 여부를 분석하였다.

5.3.1 대응표본 t-검정

실험 전후의 변화량을 알아보기 위해 8명의 피실험자의 5개 항목의 실험 전후의 체지방 측정치를 SPSS를 이용하여 대응표본 t-검정을 실시한 결과 표 4와 같이 나타났다.

여기서 귀무가설은 “실험 전후의 측정치는 같다”로 설정하고, 대립가설은 “실험 전후의 측정치는 차이가 있다”라고 설정하였다.

표 4. 항목별 피실험자간 측정치의 대응표본 t-검정

체지방 항목	t값	자유도	유의확률 (p)	t기각치 t(7,0.05)
체중(kg)	2.906	7	0.023	2.365
체지방율(%)	3.845	7	0.006	
체지방량(kg)	6.046	7	0.001	
비만도(%)	3.090	7	0.018	
기초대사량(kcal)	3.883	7	0.006	

표 4에서 각 체지방 항목별 t값과 t기각치를 비교해 보면, 체중(kg), 체지방율(%), 체지방량(kg), 비만도(%) 및 기초대사량(kcal)은 모두 $\alpha = 0.05$ 에서 유의하게 나타났다. 즉, 피실험자별 실험 전의 측정치에 비해 실험 후의 측정치가 감소하였다는 것을 알 수 있다.

5.3.2 심폐기능 운동능력 차의 검정

실험 후의 심폐기능 운동능력 향상 효과를 검정하기 위하여 실험 전에 트레드밀에서 Vmax Spectra를 이용하여 8명의 피실험자의 VO_2 섭취량(ml/min), VCO_2 배출량(ml/min) 그리고 운동 피크시 O_2

및 CO_2 의 양을 측정하고 실험 후에 같은 방법으로 측정하여 실험전후의 심폐기능 운동능력의 변화량을 분석하였다.

실험전후 측정된 8명의 피실험자의 항목별 측정치를 SPSS를 이용하여 대응표본 t-검정을 실시한 결과 표 5와 같이 나타났다(가설설정 전항과 동일하게 함).

표 5에서 심폐기능 운동능력을 나타내는 VO_2 섭취량, 피크시 O_2 섭취량 및 VCO_2 배출량은 유의수준 $\alpha = 0.05$ 에서 유의하게 나타났지만, 피크시 VCO_2 배출량은 유의하지 않은 것으로 나타났다.

즉, 실험 후 VO_2 및 피크시 O_2 양은 증가된 반면 VCO_2 양은 감소되었고, 피크시 VCO_2 양만은 변화가 없는 것으로 나타났다.

표 5. 심폐기능 운동능력 측정치의 대응표본 t-검정

측정치 항목	t값	자유도	유의확률 (p)	t기각치 t(7,0.05)
VO_2 섭취량	3.478	7	0.010	2.365
VCO_2 섭취량	-2.427	7	0.046	
피크시 O_2 섭취량	2.395	7	0.048	
피크시 VCO_2 섭취량	-1.3183	7	0.229	

6. 결론 및 토의

본 연구에서는 H사와 공동으로 가정용 비만 치료기를 개발하고 그 치료효과를 측정, 분석하였다. 비만이 건강에 악영향을 주고 있음이 입증되고 있는 가운데 비만환자 수의 급증은 가정에서 손쉽게 사용할 수 있는 비교적 저렴한 비만치료기의 개발을 필요로 하고 있다.

본 연구를 통해 개발된 비만치료기는 중주파 활용, 온열벨트 사용과 함께 부작용을 최소화하도록 설계된 것이 특징으로 들 수 있다.

또한 이 치료기의 성능평가를 위해 20대 여성 8명을 대상으로 1개월간의 비만치료 실험을 행했

데 이 실험은 심폐기능운동 검사를 통하여 피실험자들의 비만치료 실험 전후의 가스교환 반응도 (VO_2 와 VCO_2 양의 변화)에 초점을 두었다.

그 실험결과 체중(kg), 체지방율(%), 체지방량(kg), 비만도(%), 기초대사량(kcal) 등에서 비만감소 효과를 나타냈으며 비만치료 전보다 VO_2 양은 증가한 반면 VCO_2 양은 감소한 것으로 나타났다. 이는 인체의 생리학적 측면과 운동역학적인 측면이 상관관계가 높다는 것을 보여주고 있으며 여기서 개발된 비만치료기가 의학적으로 비만치료에 도움이 될 수 있음을 입증하는 결과라 할 수 있다.

그러나 본 실험이 비만정도가 비교적 낮은 대상자의 참여 및 피험자들의 성실하지 못한 실험참가 등의 문제로 인해 보다 명확한 연구 성과를 거둘 수 없었다는 점은 아쉬움으로 남는다.

따라서 향후 실험대상자 선정과 실험방법을 개선한 후속연구를 통해 좀더 명확하게 본 비만치료기의 효과를 분석할 필요가 있다.

참고문헌

- [1] 김기홍 (1996). Spectral analysis of heart rate variability during treadmill exercise at various speeds and grades, 경북대 대학원 석사학위논문.
- [2] 김현수, 정승모, 조종희, 최현숙 (2001). 비만여성의 내장지방량에 대한 운동프로그램의 효과, 대한스포츠의학회지, 19(2), 260-268.
- [3] 박지현 (1999). Comparison of exercise pulmonary function test using by treadmill and bicycle ergometer in patients with respiratory disease, 전북대 대학원 석사학위논문.
- [4] 이왕록, 정성태 (2000). 실내운동과 유산소성 복합운동에 따른 20대 비활동자의 체력변화, 대한스포츠의학회지, 18(1), 59-65.
- [5] 이지향 (1999). Spectral analysis of Heart Rate Variability during Treadmill Exercise at Different Intensities in Athletes, 경북대 대학원 석사학위논문.
- [6] Deuster P. A., Singh. A., Hofman. A., Moses, F. M., Chrousos, G. C. (1992). Hormonal response to ingesting water or a carbohydrate beverage during a 2h run, Medicine and Science in Sports and Exercise, 24(1), 72-79.
- [7] <http://weekly.chosun.com/wdata/html/news/200409/20040914000003.html>.

원고접수 : 2004. 11. 29.
수정접수 : 2005. 3. 3.
게재확정 : 2005. 3. 8.

- [1] 김기홍 (1996). Spectral analysis of heart rate variability during treadmill exercise at various speeds and grades, 경북대 대학원 석사학위논문.
- [2] 김현수, 정승모, 조종희, 최현숙 (2001). 비만여