

한국심리학회지: 건강  
The Korean Journal of Health Psychology  
2008. Vol. 13, No. 4, 867 - 886

## 체중조절 방법에 따른 휴식기 대사량, 호흡율 및 신체계측치의 변화

이 영 호	안 동 성	이 민 규 <sup>†</sup>
나눔신경정신과의원	안신경정신과의원	경상대학교 심리학과
이 혜 경 허 시 영	김 민 숙	홍 지 영
나눔신경정신과의원	인제대학교 의과대학	단국대학교
	상계백병원 정신과학 교실	일반대학원 체육학과

본 연구는 체중조절 방법이 휴식기 에너지 소비량(resting energy expenditure : REE)에 어떤 영향을 주는지를 알아보고, 특히 신체계측치의 변화가 체중조절 방법에 따른 체중변화의 내용을 예측하는지, 에너지 소비 지표중 하나인 REE와 호흡율(respiratory quotients: RQ)이 체중감소를 예측하는 지표로서의 의의가 있는지를 알아보기 위해 이루어졌다. 참여자는 서울시내 소재 여자대학에 재학중인 학생으로 본 연구목적에 동의한 여학생 중 신체질량지수가 23이상으로 과체중에 속하고 식사문제와 심리적 문제 및 기본적인 신체검사에서 이상소견이 없는 47명을 대상으로 하였다. 이들을 본인의 선호에 따라서 체중조절방법 가운데 식사조절 15명, 운동조절 18명, 약물투여(일일 reductil 10mg) 14명을 할당하였다. 참여자 가운데 탈락된 9명(식사조절군 4명, 운동조절군 3명, 약물투여군 2명)을 제외한 38명의 자료를 최종 분석하였다. 식사조절군은 REE 검사를 근거로 현재 체중을 유지하는데 필요한 열량에서 일일 500kcal를 줄인 열량을 처방하였고 운동조절군은 운동부하검사를 실시하여 현재 체중을 유지하는데 필요한 열량에서 일일 500kcal를 소비할 수 있는 유산소 운동과 근력운동 처방하여 실시할 수 있도록 하였다. 약물투여군은 reductil 10mg을 투여하고 1개월 동안 약물을 복용하고 2kg이하로 변화가 온 경우에는 15mg을 투여하였다. 프로그램 시작 시, 1개월 후, 그리고 3개월 후 신체계측치와 REE, RQ를 측정된 결과, 체중조절 방법에 따라 시간의 경과에 따른 REE의 변화와 RQ의 변화가 전체적으로는 유의한 차이를 보이지 않았으나 각 방법에 따라 시간에 따른 REE의 변화양상과 RQ의 변화양상은 다를 수 있는 가능성

<sup>†</sup> 교신저자(Corresponding author) : 이민규, (660-701) 경상남도 진주시 가좌동 900번지 경상대학교 심리학과, Tel: 055-751-5781, E-mail: rmk92@chol.com

을 보여주었다. 그리고 체중조절 방법에 따라 시간의 경과에 따른 각종 신체계측자료는 각 군에서 유의한 차이를 보이지 않았으나 체중변화와 FFM, FM 및 WC의 변화 양상은 세군 간 다른 양상을 보였다. 초기 REE 값이나 RQ가 단기적이기는 하나 3개월간의 체중변화를 예측하는데 유의하지 않았다. 이런 결과는 효과적인 체중조절을 위해 체중조절 경과에 따라 체중조절 전략을 변화시키는 것이 유용할 수 있음을 시사한다. 마지막으로 본 연구의 제한점과 미래 연구에 대해서 논의하였다.

주요어 : 휴식기 에너지 소비량, 호흡율, 신체계측치, 체중조절 방법, 예측효과

경제적 발전에 따른 식습관과 생활습관의 변화로 비만인구가 급격하게 증가하고 있다. 우리나라에서도 비만의 문제는 공공건강의 문제가 되었다. 비만이 치료를 받아야 하는 질병으로 정의되는 이미 오래 되었고 비만은 각종 대사질환의 위험요인이 된다는 점에서 예방 및 적극적인 치료가 매우 중요하다. 비만의 치료는 크게 1) 식사 조절 2) 운동 및 활동의 증가 3) 생활습관과 같은 행동의 변화 및 4) 약물치료로 나눌 수 있다. 물론 이런 치료에 반응하지 않고 건강상 심각한 문제를 가져올 경우에는 수술치료도 가능하다 (Brownell & Stunkard, 2002).

성인은 에너지섭취와 에너지소비사이의 균형을 유지하고 있다. 따라서 신체내의 에너지 축적이 크게 변동하지 않으며 안정적인 체중과 신체 구성을 유지한다. 이런 현상은 에너지 섭취와 에너지 소비사이의 균형에 의해 일어난다 (Westerterp, 1994a). 각종 체중조절 방법은 궁극적으로는 에너지 섭취와 에너지 소비에 영향을 주어 소위 음성적 에너지 균형(negative energy balance)을 만들어 줌으로써 그 효과가 나타난다고 볼 수 있다. 이상적으로는 에너지 섭취를 줄이고 에너지 소비를 늘려 줄 수 있는 방법이 체중 조절에 효과적인 방법이라 할 수 있다. 그러나 에

너지 섭취와 에너지 소비의 관계는 서로 상호작용하며 균형을 이루어가는 단계이기 때문에 에너지 섭취가 줄어들면 에너지 소비도 줄어든다 (Jebb, 2002; Ravussin, 2002). 따라서 에너지 섭취를 무조건 줄이는 것은 체중조절에 좋은 방법이 아니다. 왜냐하면 에너지 섭취가 저하되면 이와 동반하여 에너지 소비도 저하되므로 장기적으로는 체중조절 및 유지를 힘들게 할 수 있기 때문이다. 따라서 에너지 섭취와 에너지 소비의 균형이 가장 적절하게 이루어지는 체중조절방법이 현실적으로는 가장 이상적인 방법이라 할 수 있다. 체중조절에 있어 에너지 균형에 대한 관심은 오래전부터 있어 왔으나 이를 측정할 수 있는 방법이 제한되어 있고 연구방법론상에서의 어려움 때문에 이에 대한 연구가 많지 않았었다. 이제까지의 연구결과는 에너지 섭취를 제한하면 직접적으로는 식사유도에너지 소비량(diet induced energy expenditure: DEE)을 줄이고 간접적으로는 휴식기 에너지 소비량(resting energy expenditure: REE)을 줄이면서 활동자체를 하지 못하게 해서 활동유도 대사량(activity induced energy expenditure: AEE)도 줄이게 되어 하루 전체 사용 에너지 소비량(total energy expenditure: TEE)을 줄인다고 알려져 있다(Westerterp, 1994b).

운동이 에너지 균형에 어떤 효과를 미치는가에 대해서는 아직 논란이 많다. 운동과 에너지 섭취의 제한, 체중 감소, 지방질 소실, 근육질의 유지 및 휴식기 대사율의 변화와의 관계는 매우 복잡하고 다양하다. 일반적으로 운동을 에너지 섭취 제한과 함께 사용했을 경우, 에너지 섭취 제한만을 사용했을 경우보다 에너지 소비가 증가한다는 결과가 여러 연구에서 일관되게 발견되고 있다(Whatley & Poehlman, 1994). 그러나 운동과 에너지 섭취에 대한 많은 연구 결과들이 아직 일관된 결과를 보여 주지 못하고 있다. 이런 일관되지 않은 결과는 연구 대상과 연구 방법이 다르기 때문이다. 또한 에너지 결핍의 정도에 따라서 운동과 에너지 섭취의 관계가 달라질 수 있다. 심한 에너지 섭취 제한으로 인한 에너지 결핍 상태에 신체가 적응을 하는 것과 같이 지속적인 운동이나 이러한 운동을 에너지 섭취 제한과 병행했을 경우 신체적인 적응이 일어날 수도 있다.

최근 들어 체중조절에 흔히 사용되고 있는 약물은 크게 중추신경계에 작용을 해서 식욕억제효과를 가져오는 약물과 말초계에 작용을 해서 열생산을 올리는 약물 및 기타 다른 기전을 통해 체중조절효과를 나타내는 약물로 나눌 수 있다(대한비만학회, 2003). 이런 약물기전이 약리학적으로는 예측되고 있지만 이들 약물사용이 실제적으로 에너지 대사에 어떤 영향을 미치는가에 대해서는 아직 연구가 미흡한 실정이다.

체중조절은 크게 단기적인 체중감량과 이 감량된 체중을 유지하는 단계로 나눌 수 있다. 체중감량을 위한 노력을 할 때 어떤 요인이 앞으로의 체중감량을 예측할 수 있는지, 또는 체중감량 이전의 요인이나 체중감량시의 변화 중 어떤 요인

이 체중유지를 예측해 줄 수 있는지에 대해서는 아직 논란이 있다. 이에 대한 체계적인 연구들은 매우 제한적이며 그 중 대부분은 행동적 요인이나 사회경제적 요인에 초점이 맞추어져 있다(Ravussin, 2002). 체중증가 및 체중감소를 예측해 줄 수 있는 대사적 요인에 대한 연구들에서 기초대사량(basal metabolic rate: BMR)이 낮은 경우, 자발적 신체활동이 낮은 경우, 지방산화가 낮은 경우[호흡지수(respiratory quotients: RQ)가 높은 경우] 및 교감신경계 활동이 낮은 경우 등 대사적 지표들이 미래의 체중증가를 예측하는 의미 있는 요인으로 보고된바 있다(Ravussin & Gautier, 1999; Filozof & Gonzalez, 2000). 비록 이런 대사적 지표로 체중증가를 예측하는 일이 아직 논란의 여지가 있고 이 지표와 체중변화간의 상관관계가 상대적으로 약하지만, 이런 대사적 지표는 체중증가를 예측하는데 유용할 수 있다(Ravussin, 2002).

인간의 신체는 화학적 지질(chemical fat)과 제지방질(fat free mass: FFM)의 두 가지 기본적인 요소로 구성이 된다. 이중 FFM은 73%의 수분, 20%의 단백질 및 7%의 골 무기질, 글루코겐 및 다른 물질들로 구성되어 있다(Garrow, 1974). 지방은 중요한 에너지원으로 9.3Kcal/g의 열량을 가지고 있으며 단백질은 4.Kcal/g의 열량을 가지고 있다. 따라서 이는 체중의 감소를 비롯한 체중의 변화가 꼭 지방의 감소나 변화를 의미하는 것은 아니라는 것을 뜻한다. 신체의 에너지 소비에 가장 많은 부분을 차지하는 것이 BMR인데 이 BMR은 FFM과 밀접한 관계가 있다(Dore, Hesp, Wilkins & Garrow, 1982). 따라서 근육의 양을 줄이면 즉, FFM이 감소하면 BMR도 감소하게 된

다. 이것은 만약 비만한 사람에서 근육질의 양이 줄어들면 이에 따라 BMR도 줄어들어 에너지의 소비가 줄어들게 됨으로써 체중 감소의 효과가 줄어들다는 것을 의미한다. 체중조절 방법에 따른 체중변화가 서로 다른 체성분구성의 변화를 가져온다면 이는 BMR에도 영향을 미쳐 같은 체중 감소라도 내용에는 차이를 보일 수 있다는 가정이 가능하다.

본 연구는 임상에서 실제로 체중감량에 흔히 사용되고 있는 각각의 체중조절 방법이 휴식기 에너지 소비에 어떤 영향을 주는지를 알아보고, 신체계측치의 변화를 통해 체중조절 방법에 따라 체중변화의 내용이 다른지를 알아보기 위해 이루어 졌다. 이와 함께 에너지 소비 지표 중 하나인 REE와 RQ가 체중감소를 예측하는 지표로서의 의의가 있는지를 알아보자 한다.

## 방 법

### 참여자

서울 소재 여자대학교에서 본 연구를 위한 광고(체중조절 프로그램)를 내어 연구목적에 동의하고 참여를 자발적으로 원하는 자원 여성 중 과체중(신체질량지수가 23이상)에 속하는 자원자 62명을 접수하였다. 이들을 대상으로 먼저 식사장애문제를 가진 사람을 배제하기 위해 한국판 식사태도검사(Korean version of Eating Attitude Test-26: KEAT-26)(이민규, 이영호, 박세현 외, 1998)를 실시하였다. 또한 심리적 문제를 가진 사람을 선별하기 위해서 한국판 Beck 우울증 척도(Korean version of Beck Depression Inventory:

KBDI)(이민규, 이영호, 정한용 외, 1995)를 실시하였다. 이 검사에서 KEAT-26의 경우는 절단점인 22점 이상인 경우(5명), BDI의 경우는 19점 이상을 보이는 경우(6명)는 정신과 전문의 면담을 통해 확인을 하여 연구에서 제외시켰다. 이렇게 1차 선별검사를 통하여 선발된 참여자 51명을 대상으로 2차선별검사로 기초적 검사실 검사(심전도검사, 흉부 방사선검사, 간기능검사, 갑상선기능검사, 지질검사, 염증 및 빈혈검사, 혈당검사 및 소변검사)를 실시하여 심전도검사와 혈액검사에서 이상 소견을 보였던 4명을 제외하고 이상 소견이 없는 47명을 최종 선발하였다. 이들을 대상으로 본인의 선호에 따라 식사조절군, 운동조절군, 약물투여조절군(일일 reductil 10mg)의 세 집단에 각각 15명, 18명, 14명을 할당하였다. 이들을 대상으로 체중감량 프로그램을 실시하여 중간에 자진 탈락된 9명(식사조절군 4명, 운동조절군 3명, 약물투여조절군 2명)을 제외한 식사조절군 11명, 운동조절군 15명 및 약물투여조절군 12명이 최종적으로 자료분석에 사용되었다.

### 절차

#### 프로그램 준비 단계

선별된 인원을 대상으로 프로그램 시작 전 프로그램의 목적 및 전반적인 과정에 대해 설명하고 이에 대한 동의를 얻었다. 또한 탈락을 막고 체중조절행동에 대한 동기를 증가시키고 유지시키기 위해 각 군별로 프로그램 진행기간인 3개월 동안은 일주일에 한 번씩 한국 런 프로그램위원회(2002)에서 Brownell와 Wadden가 만든 The LEARN Program for Weight Control을 번안한

“리덕틸과 함께 하는 체중감량프로그램”을 활용하여 각 집단별로 진행하였고 이에 대한 사전 교육을 실시하였다. 프로그램 전반에 대해서는 연구책임자가, 영양분야는 임상영양사가, 운동 및 활동분야는 임상운동사가, 그리고 집단치료 분야에 대해서는 임상심리사가 개괄적인 설명을 실시하였다.

### 프로그램 시작 시 평가

선별된 인원을 대상으로 기초적인 사회 인공학적 자료와 식사 및 체중변화의 과거력을 얻고 REE, 신체구성, 운동부하검사 및 운동능력검사, 활동평가를 통한 현재 평균 활동량 및 영양평가 등을 실시하였다.

### 각 집단별 처치

**식사조절군** 식사조절군은 휴식기 대사량검사를 근거로 한 현재 체중을 유지하는데 필요한 열량(REE 65%, DEE 10%, AEE 25%) (Westerterp, 1994b)에서 일일 500kcal를 줄인 열량을 처방하여 이를 유지하도록 하였다. 열량의 처방 및 영양분(탄수화물 65%, 지방 20%, 단백질 15%)(한국영양학회, 1995)은 영양사가 참여자와의 면담을 통해 직접 참여자의 현실 생활에 적용될 수 있도록 처방하였다. 매일 식사일기를 작성하게 하고 일주일 단위로 준수 여부를 평가하여 피드백을 주었다. 활동량은 현재 상태를 활동량을 만보계 및 활동일기를 통하여 측정하여 일률적으로 하루에 7000보를 기본적으로 견도록 하면서 그 수준을 유지하게 하였고 이 또한 일일 만보계와 활동일기를 작성하게 하여 준수여부에 대해 일주일 단위로 피드백을 주었다.

**운동조절군** 운동조절군은 운동부하검사를 실시하여 현재 체중을 유지하는데 필요한 열량을 섭취하도록 하면서 일일 500kcal를 소비할 수 있는 유산소 운동과 근력 운동을 처방하여 실시할 수 있도록 하였다. 운동의 형태나 종류는 참여자의 개인적 상황에 따라 처방하였으며 운동의 종류로는 걷기, 달리기, 수영, 런닝머신, 자전거 타기 등이 포함되었고 일일 운동시간은 1시간에서 1시간 30분 사이였다. 운동강도는 운동부하검사의 결과에 따라 참여자마다 다르게 처방하였다. 운동일지를 매일 기록하게 하고 일주일 단위로 준수 여부를 확인하여 피드백을 주었고 이들에게도 식사조절군과 마찬가지로 만보계 및 활동일기를 바탕으로 일률적으로 7000보를 기본적으로 견도록 하였다. 식사는 휴식기 에너지소비검사를 근거로 현재 체중을 유지하는데 필요한 식사량을 측정하여 이 열량을 일정하게 유지하도록 하고 이를 식사일기 작성을 통해 일주일만 확인하여 피드백을 주었다.

**약물투여조절군** 약물투여조절군은 일일 reductil 10mg을 투여하고 식사조절군과 운동조절군에서 결정한 방법과 마찬가지로 측정하여 음식 섭취와 활동량은 현재 체중을 유지하는데 필요한 열량을 섭취하도록 하면서 현 수준의 활동량에서 일률적으로 7000보를 기본적으로 견도록 하였고 그 상태를 유지하도록 하였다. 이 군 역시 이런 상황은 식사일기와 만보계를 통한 활동일지를 적게 함으로써 일주일 단위로 유지를 확인하고 피드백을 주었다. 프로그램 1개월의 평가에서 체중의 감소가 2kg이하로 감소한 경우에는 reductil을 10mg에서 15mg 복용하도록 하였다.

### 프로그램 1개월 및 종료 시 평가

프로그램 1개월째와 종료(3개월) 시에 프로그램 시작 전 평가 항목 중 신체계측치(키, 체중, 신체질량지수(body mass index: BMI), 허리둘레(waist circumference: WC), 체지방량(FFM), 지방량(fat mass: FM), REE, RQ를 재평가하였다.

### 검사 방법

**신체계측.** 신체계측(FFM, FM)은 BizMedic사의 Health Keeper를 이용한 생체저항방법(bio-impedence method)을 이용하여 측정하였다. 측정 오차를 줄이기 위해 측정 전 일률적으로 조건을 점검한 후 실시하였다. WC는 북미비만학회(North American Association for the Study of Obesity: NAASO)(National Institute of Health, 2002)의 기준을 이용하여 장골상부를 지나가는 선으로 측정하였다. 이러한 측정은 신체계측에 많은 경험을 가진 임상운동사가 실시하였다.

**REE 및 RQ검사.** REE 및 RQ검사는 간접적 열량검사 방법(indirect calorimetry)을 이용하였고 미국 SensorMedics사의 Vmax Series 2130 V6200 hood calorimetry를 사용하였다. 환자로 하여금 검사전날 오후 10시부터 금식을 하도록 설명하였고 검사 전날에는 술이나 카페인 섭취를 금지할 것을 교육하였다. 검사 당일에는 가능한 움직임을 적게 하고 검사 1시간 전에 방문하여 검사실에서 1시간 정도 누운 자세로 안정을 취한 후 검사를 위한 설명을 듣고 hood calorimetry에 15분정도 적응을 한 다음 검사를 실시하였다. 검

사는 검사시작 전에 가동하여 calibration을 맞춘 상태로 준비를 하였다. 검사는 이 검사에 경험이 풍부한 임상운동사가 실시하였으며, 검사 시간은 평균 30분-45분정도 소요되었다. 검사실의 온도는 22-24℃를 습도 약 60%를 유지하였다.

**운동부하검사.** 운동부하검사는 최대하 운동부하검사(submaximal exercise test)방법을 실시하였고 treadmill을 이용하여 3분에 한 번씩 속도와 경사도(매단계마다 2-3 METs증가)가 증가하는 Bruce protocol을 사용하였다. Bruce protocol은 일반적으로 정상인과 어린이, 고위험자에게 시행되는 보편적인 protocol이다(American College of Sports Medicine, 2000). 검사과정은 검사 전에 내과 및 정형외과적 문제에 대한 사전 설문조사와 휴식 시 혈압 및 심전도검사를 실시한 후 검사가 결정이 되면, 환자로 하여금 걷기에 편안한 복장으로 검사를 받으러 오게 한 다음 검사 과정 및 검사와 관련된 위험에 대한 동의서를 읽고 검사에 대한 동의를 받은 후 검사를 실시하였다. 검사는 미국 SensorMedics사의 Vmax Series 2130 V6200 Spirometry와 미국 GE Medical Systems사의 Series 2000 Treadmill을 이용하여 실시하였고 안정 시 심전도, 혈압, 맥박을 측정 후 검사 전 준비운동을 약 2-3분정도 실시한 후 검사를 시작하였다. 운동검사 중에는 매 단계 마지막 1분마다 심전도, 혈압 및 맥박을 측정하고 환자의 지각된 운동강도(Ratio scale of Perceived Exertion: RPE)를 조사 기록하였다. 검사가 종료 된 후에는 회복 운동을 거쳐 참여자를 의자에 앉히고 휴식기 5분 동안 매분 혈압과 맥박을 측정하였다. 이 검사는 이 검사에 경험이 풍부한 임상운동사가 실시하였다.

**결 과**

**프로그램시작 전 측정치의 비교**

프로그램을 시작하기 전 체중, 키, BMI, FFM, FM, WC, REE 및 RQ 등에 대한 세 집단간 평균, 표준편차, 변량분석결과를 표 1과 표 2에 제시하였다. 변량분석 결과 세 집단 간에 유의한 차이를 보이지 않았다.

**프로그램시작 전, 1개월째, 3개월째의 시간의 변화에 따른 측정치 비교**

**체중** 운동조절군은 67.1-65.9-65.2(-1.9)(kg)으로, 식사조절군은 70.0-68.0-66.8(-3.2)(kg)으로, 약물투여조절군은 71.0-68.0-66.0(-5.0)(kg)으로 체중이 줄었으며, 시점의 주효과와 시점 × 집단의 이원 상호작용이 유의하였다.

**BMI** 운동조절군은 25.9-25.5-25.2(kg/m<sup>2</sup>)로, 식사조절군은 26.3-25.5-25.2(kg/m<sup>2</sup>)로, 약물투여조절군은 29.6-26.0-25.3(kg/m<sup>2</sup>)으로 BMI가 변화하였으며 시점의 주효과만 유의하였다.

**FFM** 운동조절군은 47.5-47.1-46.8(kg)으로, 식사조절군은 49.8-48.5-48.8(kg)으로, 약물투여조절군은 50.2-47.9-48.8(kg)으로 FFM이 변화했으며 시점의 주효과만 유의하였다. 시간에 따른 변

표 1. 세 집단의 프로그램 시작 전 체중, 키, BMI, FFM, FM, WC, REE 및 RQ의 평균과 표준편차

변인	운동조절군(n=15)	식사조절군(n=11)	약물투여조절군(n=12)
	M(SD)	M(SD)	M(SD)
체중	67.15(6.22)	69.96(5.79)	70.95(11.67)
키	160.99(7.18)	163.20(3.66)	161.79(5.97)
BMI	25.92(2.12)	26.26(1.83)	29.59(8.44)
FFM	47.55(4.49)	49.81(4.09)	50.19(7.13)
FM	19.60(2.29)	20.15(2.43)	20.75(5.11)
WC	85.62(4.66)	86.90(5.53)	89.20(8.54)
REE	165.73(83.15)	187.64(111.66)	239.83(138.25)
RQ	.91(.06)	.89(.84)	.92(.13)

표 2. 프로그램 시작 전 체중, 키, BMI, FFM, FM, WC, REE 및 RQ에 대한 변량분석 결과

변인	SS	df	MS	F	p
체중	106.36	2	53.18	.78	.465
키	31.23	2	15.61	.44	.649
BMI	103.11	2	51.55	2.05	.144
FFM	55.87	2	27.94	.97	.389
FM	8.83	2	4.42	.37	.695
WC	86.20	2	43.10	1.07	.355
REE	37556.32	2	18778.16	1.52	.232
RQ	.007	2	.003	.39	.679

화는 각 군에서 유의하였으나 전체적인 변화량의 차이는 각 군 간 유의하지 않았다. 시간에 따른 변화양상은 약물투여조절군에서 두 군과 다른 양상을 보여 주고 있다.

**FM** 운동조절군은 19.6-18.7-18.4(kg)으로, 식사조절군은 20.2-19.5-18.7(kg)으로, 약물투여조절군은 20.8-20.2-19.1(kg)으로 FM이 변화했으며 시간에 따른 주효과만 유의하였다.

**WC** 운동조절군은 85.6-85.6-83.7(cm)로, 식사조절군은 86.9-85.2-85.1(cm)로, 약물투여조절군은 89.2-87.2-86.7(cm)로 WC가 변화했으며 시간에 따른 주효과만 유의하였다.

**REE** REE는 FFM과 유의한 상관을 보여 (Miller & Blyth, 1953) FFM을 공변인으로 처리한 ANCOVA를 실시하여 변화량을 보았다. 운동조절군은 1165.7-1165.8-1159.9(kcal)로, 식사조절군은 1187.6-1206.0-1206.8(kcal)로, 약물투여조절군은 1239.8-1184.7-1212.8(kcal)로 각 군 간의 변화양상은 달랐으나 시간에 따른 변화가 각 군에서 유의하지 않았으며, 전체적인 변화량의 차이도 각 군 간 유의하지 않았다. 그러나 운동조절군의 경우는 체중조절 한 달까지는 변화가 없다가 이후는 떨어지는 양상을 보였고, 식사조절군의 경우는 한 달까지는 약간 증가하다가 이후에는 변화

표 3. 연구시작 전, 1개월째, 3개월째의 시간의 변화에 따른 세 군 간의 자료치의 비교

변인	시간변화	운동조절군		식사조절군		약물투여조절군	
		M	SD	M	SD	M	SD
체중	시작 전	67.15	6.21	69.96	5.79	70.95	11.67
	1개월	65.94	5.88	68.02	5.24	68.04	10.91
	3개월	65.19	6.07	66.75	5.44	66.05	9.70
BMI	시작 전	25.92	2.12	26.26	1.83	29.59	8.43
	1개월	25.47	1.96	25.55	1.79	25.97	3.97
	3개월	25.17	2.08	25.15	1.79	25.31	3.73
FFM	시작 전	47.55	4.49	49.81	4.09	50.19	7.13
	1개월	47.12	4.36	48.48	3.58	47.89	6.28
	3개월	46.84	4.15	48.08	3.35	48.78	8.80
FM	시작 전	19.60	2.29	20.15	2.43	20.75	5.11
	1개월	18.73	2.06	19.54	2.23	20.15	4.96
	3개월	18.35	2.41	18.69	2.62	19.10	4.64
WC	시작 전	85.62	4.66	86.90	5.53	89.20	8.54
	1개월	85.57	4.84	85.19	5.78	87.19	7.27
	3개월	83.65	4.22	85.09	6.85	86.68	7.55
REE	시작 전	1165.73	83.15	1187.64	111.66	1239.83	138.25
	1개월	1165.80	104.87	1206.00	124.85	1184.67	121.99
	3개월	1159.87	94.43	1206.81	117.71	1212.75	120.50
RQ	시작 전	.91	.06	.89	.08	.92	.13
	1개월	.85	.08	.86	.05	.82	.08
	3개월	.85	.06	.83	.10	.85	.07

가 없는 양상을 보였으며 약물투여조절군의 경우는 한 달까지는 저하를 하였다가 이후는 다시 증가하는 양상을 보여 체중조절 방법에 따라 시간 경과에 따른 REE가 다를 수 있는 가능성을 보여주고 있다.

**RQ** RQ도 REE과 마찬가지로 FFM과 유의한 상관을 보여(Miller & Blyth, 1953) 제지방량을 공변인으로 처리한 ANCOVA를 실시하여 변화량을 보았다. 운동조절군은 0.91-0.85-0.85로, 식사조절군은 0.89-0.86-0.83으로, 약물투여조절군은 0.92-0.82-0.85로 RQ가 변화하였으나 시간에 따른 변화도 유의하지 않았고 전체적인 변화량의 차이는 각 군 간 유의하지 않았다.

**각 집단에서 신체계측치와 REE 및 RQ의 변화와의 상관관계**

신체계측치와 REE 및 RQ의 Pearson 상관을 알아본 결과, 표 5에서 보는 바와 같이 세 집단 모두에서 REE, RQ의 변화량과 체중, BMI, FFM 및 FM의 변화량 사이에 유의한 상관을 보이지 않았다.

**체중 변화를 예측할 수 있는 초기 변인의 탐색**

체중변화를 예측할 수 있는 초기 변인에 대해 알아보기 위해 3개월 후의 체중변화를 종속변인으로 하고 BMI, FFM, FM, WC, REE, RQ를 예

표 4. 각 변인들의 변량분석 결과

변인	시점				집 단				시간 × 집단			
	MS	df	F	p	MS	df	F	p	MS	df	F	p
체중	106.47	2	72.69	.000	66.24	2	.38	.690	7.03	4	4.99	.001
BMI	43.18	2	5.42	.005	23.69	2	.97	.390	14.43	4	1.91	.118
FFM	21.61	2	4.77	.011	39.96	2	.51	.603	5.26	4	.79	.535
FM	19.74	2	23.39	.000	12.26	2	.38	.686	.41	4	.49	.747
WC	41.72	2	11.20	.000	77.35	2	.72	.492	4.85	4	1.30	.278
REE	6361.57	2	1.44	.243	1328.15	2	.10	.901	5240.30	4	1.19	.323
RQ	.002	2	.33	.721	.002	2	.33	.724	.005	4	.67	.615

표 5. 각 집단별 신체계측치와 REE 및 RQ의 변화와의 상관관계

	운동조절군		식사조절군		약물투여조절군	
	REE	RQ	REE	RQ	REE	RQ
체중	.086	.204	.055	-.151	.383	-.186
BMI	.067	.152	-.097	-.141	-.328	.083
FFM	.329	.084	.342	-.064	.114	-.241
FM	-.326	.153	-.325	-.172	.025	-.004
WC	.073	.243	.095	-.447	-.177	-.421

연변인으로 하는 다중회귀 분석을 실시하였다. 그 결과를 보면 전체 설명량이  $R^2 = .37$ (Adj.  $R^2 = .24$ )로 유의하였으나,  $F=2.98$ ,  $p<.02$ , 각 예언변인의 독자적인 설명량을 나타내는 표준화된 회귀계수는 유의하지 않았다.

### 논 의

우리 몸에서 사용되는 에너지(총 에너지 소비량: TEE)는 크게 나누어 수면시에 필요한 에너지와 의식을 각성상태로 유지하는데 사용이 되는 휴식시 에너지 소비량(REE, TEE의 약 65-70% - 이는 흔히 사용되는 BMR과 거의 같은 의미이나 BMR은 식사 후에 음식이 흡수된 후에 활동을 하지 않은 상태에서 정상적인 생리적 기능을 유지하는데 사용되는 에너지의 양으로 정의되고 (Poehlman, 1989), 음식섭취를 일정하게 하고 체중과 키를 그대로 유지할 때 사용하는 에너지의 양을 REE라 한다. 즉, REE는 변화하는 그 상황이나 상태에서의 기초 에너지 소비를 이야기한다. 여기서는 의미상 혼용해서 사용하려 한다), 음식을 소화시키고 대사하는데 사용이 되는 음식유도

에너지소비량(DEE, TEE의 약 10%) 및 활동에 필요한 에너지인 활동유도 에너지소비량(AEE, TEE의 약 20-25%)으로 나눌 수 있다 (Westerterp, 1994b). 이제까지의 체중조절 방법에 따른 신체구성과 REE의 변화에 대한 연구를 종합해 보면 다음과 같이 정리할 수 있다.

**식사조절** 에너지 섭취의 제한, 체중 감소, 지방질 소실, 근육질의 유지 및 휴식기 대사의 변화와의 관계는 매우 복잡하고 다양하다. 이러한 관계는 대략 다음과 같이 요약된다. 1) 에너지 섭취를 제한할 동안에 신체에서 FFM을 사용하지 않고 보존할 수 있는 능력은 에너지 결핍의 정도, 섭취 단백질의 양이나 질 및 적절한 비타민이나 무기질을 같이 섭취하는가와 같은 다양한 식사 요소에 달려 있다(Fisher & Drenick, 1987). 2) 신체의 처음 지방질 상태는 에너지 섭취 제한 시기에 일어나는 FFM 소실 양과는 역상관 관계를 가진다. 즉, 처음에 체내의 지방량이 많을수록 에너지 섭취 제한 시기 동안에 FFM 소실량은 적어진다(Forbes, 1988). 3) 체중 소실이 클수록 에너지 섭취 제한 동안의 FFM 소실량은 커진다(Forbes,

표 6. 체중변화를 예측할 수 있는 초기 변인에 대한 중다회귀분석 결과

	비표준화계수		표준화된 회귀계수	t	유의도
	회귀계수	표준오차			
상수	15.560	7.832		1.987	.056
BMI	-.048	.070	-.103	-.695	.492
FFM	-.184	.110	-.408	-1.680	.103
FM	.082	.201	.116	.409	.685
WC	-.081	.101	-.213	-.805	.427
REE	-.002	.005	-.112	-.496	.623
RQ	-.208	3.916	-.008	-.053	.958

1988). 4) 유전적인 요인이 에너지 섭취 제한 동안의 각 개인의 FFM 보존 능력에 영향을 준다 (Poehlman, et al., 1986). BMR은 비록 그 정도는 여러 요인에 의해 좌우되나 에너지 섭취를 제한하였을 경우에 BMR이 이에 반응하여 떨어진다고 알려져 있다(Wadden, Foster, Letizia, & Mullen, 1990). BMR이 저하되는 정도는 단기 반응일 경우 에너지 섭취 제한의 정도에 비례하는 것으로 알려져 있다(Wadden et al., 1990; Hill, Leathwood, & Blundell, 1987). 또한 에너지 섭취 제한 전의 BMR이 비정상적으로 낮았을 경우에는 에너지 섭취 제한 후에 떨어지는 BMR의 정도도 적다 (Wadden et al., 1990). 이외에도 에너지 제한에 의한 BMR 반응은 유전적인 영향(Poehlman, et al., 1986) 및 교감신경계의 변화(Poehlman, 1989) 등에 의해 영향을 받는다. 여기에 더하여 FFM이 BMR을 결정하는 중요한 요인이기 때문에 BMR의 감소에는 체중의 감소와 함께 일어나는 FFM의 변화도 역할을 하고 있는 것으로 알려져 있다 (Miller & Blyth, 1953). 그러나 아주 심한 에너지 제한의 경우에는 BMR의 감소의 정도가 FFM 단독의 변화로 설명할 수 있는 양보다 훨씬 커지게 된다(Keys, Brozek, Henschel, Mickelsen, & Taylor, 1950). 이러한 상황에서는 조직들이 에너지의 효율성을 높이려는 반응을 보이게 된다 (Poehlman, Melby, & Goran, 1991). 그리고 신체는 에너지의 사용을 최대한으로 줄여 공급 부족에 적응을 하려 한다. 따라서 이러한 상황에서는 에너지 공급이 제한이 되더라도 FFM이 더 이상 줄어들지는 않게 된다. 먹는 것을 극단적으로 줄이는 경우 즉, 기아상태의 경우는 직접적으로는 DEE를 줄이고 간접적으로는 REE를 줄여서 활동

자체를 하지 못하게 하므로 AEE도 줄어들어 TEE를 줄인다. 음식섭취를 제한하면 대사적으로 활성적인 조직자체를 줄이게 하지만 조직단위당 대사율도 줄여 전체 대사율을 줄인다. 이렇게 함으로써 대사 순환율을 호전시키는 것이다. 또한 장기적으로 볼 때 에너지 결핍상태가 장기적으로 유지되면 지방뿐만 아니라 근육질의 소실도 나타나게 된다(Westerterp, 1994a). 그러나 Anderson, Franckowiak, Bartlett와 Fontaine(2002)은 운동이나 일상생활의 변화를 동반한 다이어트의 생리학적인 변화에 대한 연구에서 두군 모두에서 REE가 유의할 정도로 감소했으나 이런 변화가 FFM이나 체지방의 변화와는 상관없이 없었다고 보고하였다. Bathalon 등(2001)도 장기적으로 에너지 섭취를 제한한 군과 그렇지 않은 군에서 에너지 소비의 변화를 살펴본 연구에서 이전 연구결과와는 다르게 이 두군 사이에 의미 있는 저하나 변화가 없었다고 보고한 바 있다.

**운동** 운동과 에너지 섭취 제한을 비만의 치료에 같이 사용하는 이유는 에너지 섭취 제한을 단독으로 사용하는 것보다 운동을 함께 사용하면 운동이 더욱 효과적으로 지방의 소실을 증진시키고 신체에서 지방질을 제외한 부분(체지방량: FFM), 즉 근육질을 잘 보존하여 BMR이 떨어지는 것을 방지해 줄 것이라는 생각에 그 근거를 두고 있다(Whatley & Poehlman, 1994, pp.123-139). 그러나 몇몇 연구들(Heymsfield, Casper, Hearn, & Guy, 1989; Phinney, LaGrange, O'Connell, & Danforth, 1988)에 의하면 운동을 지나친 에너지 섭취 제한과 병행할 경우 신체는 이 상황을 기아상태로 받아들여 신체의 구성이나

에너지 대사 등에 오히려 좋지 않은 영향을 일으킬 수 있다고 하여 운동을 무조건 체중 감소의 한 방법으로 사용하는데 있어 주의를 환기시키고 있다. 운동과 에너지 소비와의 연관에 대한 연구 결과를 종합하면 운동이 단기적으로는 REE를 증가시킨다는 결과를 보여 주고 있지만 운동의 장기효과에 대해서는 논란이 많은 편이다(김광민, 2004). 여러 연구결과를 정리하면, 장기적으로 운동을 하는 경우 FFM이 증가하면서 REE도 증가를 하는 결과를 보여준다는 것으로 결론을 지을 수 있으나 심하게 운동을 시키는 경우는 FFM이 증가함에도 불구하고 REE가 오히려 감소할 수 있다(Speakman & Selman, 2003).

운동과 에너지소비사이의 관계에 대한 연구는 운동의 강도나 운동기간에 따라 차이가 있고 지구력 훈련(endurance training)시에 가장 커다란 효과를 가져온다고 알려져 있다(Westerterp, 1994b). Westerterp 등(1991)은 전문운동남자 운동선수 4명과 여자운동선수 3명을 훈련시켜 에너지 소비 변화를 8주, 20주, 40주를 지켜보았더니 초기에 약 30%정도가 증가해서 이후에는 안정적으로 유지되었다고 보고를 하였다. 이런 결과는 훈련 8주가 지나면 일일 에너지 순환(energy turnover)의 자연스러운 한계에 도달하게 되고 이후에는 훈련량을 늘려도 에너지 소비가 늘어나지 않는 것을 보여 준다. 이것은 훈련에 의해 에너지 효율이 증가하기 때문이다. 이런 에너지 효율의 증가는 훈련자체의 에너지 변화가 아닌 REE의 변화에 기인한다. 즉, 단기적으로는 운동 후 REE가 증가하지만 장기적으로는 REE가 줄어들게 되기 때문이다. 이들은 이 연구에서 남자들은 40주 훈련 후 휴식기 에너지 소비가 약 4% 감소되었고

여자들도 비슷한 경향을 보였는데 남자보다 개인 간의 차이가 크고 좀 더 늦게 나타난다고 보고 하였다. 이런 REE의 감소는 근육량(lean body mass)의 증가와도 상관이 있었는데, 특히 근육량이 많이 증가되었던 남자에서 더 유의한 결과를 보였고 이런 결과 또한 훈련에 의한 에너지 효율의 증가를 뒷받침해 주는 결과라고 주장하였다.

운동이 신체구성에 미치는 영향에 대해서는 비만인과 정상 체중 인을 대상으로 많은 연구가 진행되어 왔다. 몇몇 연구(Rath & Slabochova, 1964; Zuti & Golding, 1976)들은 운동을 하면 체중은 변화하지 않으나 지방질이 줄어들고 단백질의 증가로 인해 FFM의 양이 증가한다고 보고하고 있다. 그러나 이러한 변화에는 운동기간이나 강도가 중요하게 작용을 하는데, Parizkova와 Poupa(1963)는 올림픽 운동선수에서 강도 높은 운동을 집중적으로 연습하는 동안에는 체중은 그대로 있으나 지방질은 감소하고 FFM은 증가하는 반면, 운동 연습을 중단한 기간에는 체중과 지방질이 증가하고 FFM은 그대로 있다고 보고하였다. 그러나 강도가 낮은 운동의 신체 구성에 미치는 영향에 대해서는 연구 결과들이 일정하지가 않다. 비만한 사람에서 운동이 신체 구성에 미치는 연구(Franklin et al., 1979; Gwinup, 1975; O'Hara, Allen, & Shepard, 1977; Woo, Garrow, & Pi-Sunyer, 1982)는 운동이 체중 감소와 지방량의 감소를 가져왔다고 보고를 한 반면 다른 연구들(Bjorntorp et al. 1977; Krotkiewski et al. 1984; Sullivan, 1976)은 이러한 효과를 확인할 수 없었다고 보고하고 있다. 또한 이들 대부분의 연구에서 FFM은 변화가 없었다고 보고하고 있다. Keim, Barbieri, Van Loan과 Anderson(1990)은

운동을 시키면서 에너지 섭취 제한을 동반한 군과 아닌 군에서 에너지 소비의 변화를 본 연구에서 운동과 에너지섭취 제한을 동반한 군에서만 REE가 감소하였고 운동만 한 군에서는 REE가 유의하지는 않으나 오히려 증가하였다고 보고하였다. 이들은 이런 REE의 감소는 FFM의 감소와 밀접한 연관이 있다고 보고하였다. 그러나 Poehlman 등(2002)은 운동과 에너지 소비에 대한 연구에서 6개월간의 운동프로그램 후에 운동능력이나 신체구성에는 변화가 있었으나 REE의 절대치는 변화가 없었다고 보고한 바 있다. 따라서 이들은 운동 시의 에너지 증가 효과는 장기적으로 일일 에너지 소비량을 올려서 오는 것이 아니라 운동 시 소모되는 직접적인 에너지 소비의 상승에 기인하는 것이라고 주장하였다.

**약물** Sibutramine은 중추신경계의 식욕중추에 작용하여 식욕을 억제시키고 말초적으로는 아드레날린계통에 작용하여 교감신경계를 촉진시켜 열 생산을 올려 에너지소비를 증가시키는 두 가지 기전을 통해 체중감소효과를 나타낸다고 알려져 있는 약이다(Astrup, Hansen, Lundsgaard, & Toubro, 1998; Hansen, Toubro, Stock, Macdonald, & Astrup, 1998; Hansen, Toubro, Stock, Macdonald, & Astrup, 1999). Walsh, Leen과 Lean (1999)은 sibutramine을 사용한 12주 연구에서 이 약물이 체중감소와 동반된 휴식기 에너지소비를 막아 주는 효과를 가졌고 이 효과는 일일 약 100Kcal의 효과에 해당된다고 보고한 바 있다. 그러나 Seagle, Bessensen과 Hill(1998) 및 Starling, Liu와 Sullivan(2002)은 sibutramine 투여 후 휴식기 에너지 소비에 대한 급성 효과에

대한 연구에서 sibutramine은 REE나 운동 후 에너지소비량(post-exercise energy expenditure)을 증가시키지 않는다면 sibutramine의 체중감소 효과는 에너지 소비의 변화가 아니라 에너지 섭취의 억제에 기인하는 것이라 주장한 바 있다. 이렇게 약물의 에너지 소비량 변화에 대한 연구는 결과가 차이가 많다. Sibutramine이 체구성에 미치는 영향에 대한 연구도 많지 않은데 Gokcel, Gumurdulu, Karakose, Karademir, & Anarat(2002)은 sibutramine의 단기 투여에서 신체질량지수, 체지방량, 체지방율의 감소를 보였다고 보고한 바 있고, Van Gaal, Wauters, Peiffer, De Leeuw(1998)은 sibutramine의 장기투여 연구의 meta-analysis를 통해 이 약물이 허리둘레와 허리-엉덩이 둘레 비 및 내장 지방비율을 줄이는 효과 있다고 이야기한 바 있다.

본 연구결과 식사조절군에서는 체중의 감소에 따라 REE나 RQ의 유의한 저하를 보이지 않았으며, 이런 변화가 FFM이나 FM의 감소와 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 식사조절군에서 REE, FM, FFM, WC, RQ의 변화 양상을 종합해 보면 체중, FFM, FM, WC와 RQ는 지속적으로 감소하는 양상을 보였으나 REE는 한 달까지는 오히려 약간 증가하다가 이후에는 변화가 없는 양상을 보였다. 이런 결과는 식사제한이 REE의 저하를 가져오지 않고 REE의 변화와 FFM, FM의 상관관계가 없다는 Anderson 등(2002), Bathalon 등(2001)의 연구결과와 유사하다. 그러나 이런 결과는 섭취열량이 일일 약 500kcal를 제한하는 비교적 낮은 정도의 제한에 기인할 수도 있고, 본 연구가 3개월간의 변화를 측정하는 비교적 장기 연구로 대사 순환

율이 호전될만한 충분한 시간이 주어졌기 때문에 그럴 수도 있다. 이런 결과에 대해서는 좀 더 장기적인 추적을 통해 확인해 보아야 할 것이다. 식사조절군에서 RQ 변화 양상도 다른 두 군과는 다르게 지속적으로 떨어지는 양상을 보여 주었다. 이런 결과는 음식섭취를 줄이는 것이 직접적으로 에너지원으로서 지방사용을 더 촉진시킬 수 있는 가능성을 보여 주는 것이라 할 수 있다. 이렇게 식사조절군에서 체중과 RQ가 감소하였으나 REE는 변화하지 않은 본 연구결과는 REE와 RQ중 어떤 것이 체중변화와 더 연관이 있고 앞으로의 체중변화를 더 예측 가능케 해주는지에 대한 연구가 더 필요함을 보여 주는 것이라 할 수 있다.

본 연구결과 운동조절군에서 유의하지는 않았지만 체중의 감소가 가장 적었다. 운동조절군에서도 REE나 RQ의 저하가 유의한 저하를 보이지 않았으며, 이런 변화는 FFM이나 FM의 감소와 유의한 상관을 보이지 않았다. 운동조절군에서 REE, FM, FFM, WC, RQ의 변화 양상을 종합해 보면 체중, RQ는 초반 한 달간 감소하고 이후는 변화하지 않는 양상을 보이나 FFM, FM은 지속적으로 감소하는 양상을 보였고 WC는 체중조절 한 달까지는 변화가 적으나 이후에 줄어드는 양상을 보였다. 운동조절군에서 REE는 체중조절 한 달까지는 변화가 없다가 이후는 떨어지는 양상을 보였다. 이런 결과는 운동이 단기적으로는 REE를 증가시킨다는 이전의 여러 연구결과와는 다른 결과이다. 그러나 운동이 장기적으로 REE에 미치는 영향에 대해서는 연구결과가 아직 논란이 많은 상태이고 Westerterp 등(1991)은 운동이 초기 4-8 주에는 REE를 증가시키지만 이후에는 에너지 효율성을 증가시켜 오히려 REE를 감소시킨다고 보

고하고 있어 본 연구결과와 비슷한 결과를 보고한 바 있다. 본 연구의 REE의 변화는 FFM의 감소와 연결시켜 생각해 볼 수 있다. 그러나 FFM의 감소와 REE의 변화 간에 시간경과에 따른 상관에 대한 연구는 없어 정확한 결론을 내리기는 어렵다.

본 연구결과 약물투여조절군이 다른 군과 유의한 차이를 보이지는 않았지만 평균 5kg이 줄어들어 가장 많은 체중저하를 보였다. 이 군에서도 체중, BMI, FFM, FM 및 WC의 변화는 시간경과에 따라 유의한 변화를 보였고 FFM을 제외하고는 전체적으로 줄어드는 양상을 보여 주었다. REE는 첫 한 달 간은 감소하고 이후 체중조절기간에는 다시 증가하는 양상을 보였고 RQ의 경우 같은 양상의 변화를 보였다. 이런 변화는 FFM이나 FM의 변화와 유의한 상관이 없었다. 그러나 FFM의 경우 유의한 상관은 없었으나 변화 양상은 REE나 RQ와 비슷한 상관을 보여 주었다. Sibutramine의 투여 후에 REE나 RQ의 변화에 대한 연구가 적어 이런 결과를 직접 비교하기는 어려우나 체중과 FM, WC는 지속적으로 감소하는데 초반에만 REE, RQ와 FFM이 줄어들고 투여 시간이 지남에 따라 오히려 REE, RQ와 FFM이 증가한다는 본 연구결과는 에너지대사, 에너지 사용원 및 신체구성의 관점에서만 보면 약물투여가 가장 효율적이고 이상적인 체중조절 방법이 될 수 있음을 보여 주는 결과라고 할 수 있다. 그러나 이에 대해서는 좀 더 장기적인 추적연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론적으로 REE의 변화 양상이 체중조절 방법에 따라 서로 다른 차이를 보이는 본 연구결과 는 장기추적 연구에 의해 확인이 되어야 하겠지

만 체중조절의 방법을 적절한 시기에 사용하거나 조합을 하면 체중저하로 인한 REE 저하를 최소화시킬 수 있을 가능성을 보여 주는 것이라 할 수 있다. 또한 RQ의 변화가 체중조절 방법에 따라 차이가 있다는 결과는 체중조절방법에 따라 시간경과에 따른 에너지원이 다를 수 있음을 보여 주는 결과라고 할 수 있다. 따라서 REE나 RQ의 변화 양상이 체중조절 방법과 시간경과에 따라 다른 양상을 보인다는 본 연구결과는 효과적인 체중조절을 위해 체중조절 경과에 따라 체중조절 전략을 변화시키는 것이 유용할 가능성을 보여 준다. 이런 변화양상의 차이에 기저 하는 신체구성을 비롯한 다른 요인에 대한 연구와 함께 상기 가능성에 대한 장기추적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

REE와 RQ가 체중변화를 예측할 수 있는가에 대해 세군 전체를 대상으로 확인하였으나 이에 대한 답을 얻는데 실패하였다. 이는 체중조절 방법에 따라 REE나 RQ의 변화가 서로 다른 양상을 보이는데 기인하는 것인지, REE나 RQ의 예측능력이 좀 더 커다란 체중변화에서만 가능하기 때문인지, 아니면 이들의 예측 능력이 체중조절 방법이 실시된 후 시간적 경과와 상관없이 있기 때문인지에 대한 추후 검증을 요할 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

- 김광민 (2004). Strategies improving energy expenditure. 제 9회 대한비만학회 연수강좌 : Current Issues on Obesity. 대한비만학회지 13(Suppl. 2), 147-56.
- 대한비만학회 (2003). 비만의 진단과 치료. 서울: 대한비만학회.
- 이민규, 이영호, 박세현, 손창호, 정영조, 홍성국 (1998). 한국판 식사태도 검사-26(The Korean version of Eating Attitude Test-26: KEAT-26) 표준화 연구 I: 신뢰도 및 요인분석. 정신신체의학 6(2), 155-175.
- 이민규, 이영호, 정한용, 최중혁, 김승현, 김용구 (1995). 한국판 Beck 우울척도의 표준화 연구II: 타당화 연구. 정신병리학 4, 96-104.
- 한국 런 프로그램위원회 (2002). 리덕틸과 함께하는 체중감량 프로그램. 서울: 한국 런 프로그램위원회.
- 한국영양학회 (1995). 한국인의 영양권장량. 제 6차 개정. 서울: 중앙문화진수출판사.
- American College of Sports Medicine (2000). *Guidelines for exercise testing and prescription 4th ed.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Anderson, R. E., Franckowiak, S. C., Bartlett, S. J., & Fontaine, K. R. (2002). Physiologic changes after diet combined with structured aerobic exercise or lifestyle activity. *Metabolism*, 51(12), 1528-1533.
- Astrup, A., Hansen, D. L., Lundsgaard, C., & Toubro, S. (1998). Sibutramine and energy balance. *International journal of obesity and related metabolic disorders*, 22(Suppl 1), S30-35.
- Bathalon, G. P., Hays, N. P., McCrory, M. A., Vinken, A. G., Tucker, K. L., Greenberg, A. S., Castaneda, C., & Roberts, S. B. (2001). The energy expenditure of postmenopausal women classified as restrained or unrestrained eaters. *European Journal of Clinical Nutrition*, 55(12), 1059-1067.
- Bjorntorp, P., Holm, G., Jacobsson, B., Schiller-de-Jounge, K., Lundberg, P. A., Sjostrom, L., Smith, U., & Sullivan, L. (1977).

- Physical training in human hyperplastic obesity. IV. Effects on the hormonal status. *Metabolism*, 26(3), 319-328.
- Brownell, J. D., & Stunkard, A. J. (2002). Goals of obesity treatment. In Fairburn, C. G. & Brownell, J. D. (Eds.), *Eating Disorders and Obesity : A Comprehensive Handbook, 2nd Ed* (pp. 507-511). New York: Guildford Press.
- Dore, C., Hesp, R., Wilkins, D., & Garrow, J. S. (1982). Prediction of energy requirements of obese patients after massive weight loss. *Human Nutrition: Clinical Nutrition*, 36C(1), 41-48.
- Filozof, C., & Gonzalez, C. (2000). Predictors of weight gain: the biological-behavioural debate. *Obesity Reviews*, 1(1), 21-26.
- Fisher, J. S., & Drenick, E. J. (1987). Starvation and semistarvation diets in the management of obesity. *Annual Review of Nutrition*, 7, 465-484.
- Forbes, G. B. (1988). Body composition: Influence of nutrition, disease, growth, and aging. In Shil, M. E. & Young, V. R., (Eds.), *Modern Nutrition in Health and Disease. 7th ed* (pp. 533-556). Philadelphia: Lea & Febinger.
- Franklin, B., Buskirk, E., Hodgson, J., Gahagen, H., Kollias, J., & Mendez, J. (1979). Effects of physical conditioning on cardio-respiratory function, body composition and serum lipids in relatively normal weight and obese middle-aged women. *International Journal of Obesity*, 3(2), 97-109.
- Garrow, J. S. (1974). Techniques for the measurement of human body composition. *West Indian Medical Journal*, 23(3), 165-173.
- Gokcel, A., Gumurdulu, Y., Karakose, H., Karademir, B. M., & Anarat, R. (2002). Effects of sibutramine in non-dieting obese women. *Journal of Endocrinological Investigation*, 25(2), 101-105.
- Gwinup, G. (1975). Effect of exercise alone on the weight of obese women. *Archives of Internal Medicine*, 135, 676-682.
- Hansen, D. L., Toubro, S., Stock, M. J., Macdonald, I. A., & Astrup, A. (1998). Thermogenic effects of sibutramine in humans. *American Journal of Clinical Nutrition*, 68(6), 1180-1186.
- Hansen, D. L., Toubro, S., Stock, M. J., Macdonald, I. A., & Astrup, A. (1999). The effect of sibutramine on energy expenditure and appetite during chronic treatment without dietary restriction. *International journal of obesity and related metabolic disorders*, 23(10), 1064-1124.
- Heymsfield, S. B., Casper, K., Hearn, J., & Guy, D. (1989). Rate of weight loss during underfeeding: Relation to level of physical activity. *Metabolism*, 38(3), 215-23.
- Hill, A. J., Leathwood, P. D., & Blundell, J. E. (1987). Some evidence for short-term caloric compensation in normal weight human subjects: the effect of high- and low-energy meals on hunger, food preference and food intake. *Human Nutrition: Clinical Nutrition*, 41, 244-257.
- Jebb, S. A. (2002). Energy intake and body weight. In Fairburn, C. G. & Brownell, J. D. (Eds.), *Eating Disorders and Obesity : A Comprehensive Handbook, 2nd Ed* (pp. 37-42). New York: Guildford Press.
- Keim, N. L., Barbieri, T. F., Van Loan, M. D., & Anderson, B. L. (1990). Energy expenditure and physical performance in overweight women: response to training with and without caloric restriction. *Metabolism*, 39(6),

- 651-658.
- Keys, A., Brozek, A., Henschel, O., Mickelsen, O., & Taylor, H. L. (1950). *The Biology Human Starvation*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Krotkiewski, M., Bjorntorp, P., Holm, G., Marks, V., Morgan, L., Smith, U., & Feurle, G. E. (1984). Effects of physical training on insulin, connecting peptide(C-peptide), gastric inhibitory polypeptide(GIP) and pancreatic polypeptide(PP) levels in obese subjects. *International Journal of Obesity*, 8, 193-199.
- Miller, A. T., & Blyth, C. S. (1953). Lean body mass as a metabolic reference standard. *Journal of Applied Physics*, 5(7), 311-316.
- National Institute of Health (2002). *The practical guide : Identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults*. North American Association for the Study of Obesity : NAASO: National Institute of Health
- O'Hara, W. J., Allen, C., & Shepard, R. J. (1977). Treatment of obesity by exercise in the cold. *Canadian Medical Association Journal*, 117, 773-786.
- Parizkova, J., & Poupa, O. (1963). Some metabolic consequences of adaptation to muscular work. *British Journal of Nutrition*, 17, 341-345.
- Phinney, S. D., LaGrange, B. M., O'Connell, & Danforth, E. Jr. (1988). Effects of aerobic exercise on energy expenditure and nitrogen balance during VLCD. *Metabolism*, 37(8), 758-65.
- Poehlman, E. T. (1989). A review: Exercise and its influence on resting energy metabolism in man. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 21(5), 515-525.
- Poehlman, E. T., Denino, W. F., Beckett, T., Kinaman, K. A., Dionne, I. J., Dvorak, R., & Ades, P. A. (2002). Effects of endurance and resistance training on total daily energy expenditure in young women: a controlled randomized trial. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 87(3), 1004-1009.
- Poehlman, E. T., Melby, C. L., & Goran, M. I. (1991). The impact of exercise and diet restriction on daily energy expenditure. *Sports Medicine*, 11(2), 78-101.
- Poehlman, E. T., Tremblay, A., Nadeau, A., Dussault, J., Theriault, G., & Bouchard, C. (1986). Heredity and changes in hormones and metabolic rates with short-term training. *American Journal of Physiology*, 250(6), E 711-717.
- Rath, R., & Slabochova, Z. (1964). Changes of body composition in the obese subjected to different types of reducing regimens. *Nutritio et dieta: European review of nutrition and dietetics*, 73, 273-278.
- Ravussin, E. (2002). Energy expenditure and body weight. In Fairburn, C. G. & Brownell, J. D. (Eds.), *Eating Disorders and Obesity : A Comprehensive Handbook, 2nd Ed* (pp. 55-61). New York: Guildford Press.
- Ravussin, E., & Gautier, J. F. (1999). Metabolic predictors of weight gain. *International journal of obesity and related metabolic disorders*, 23(Suppl. 1), 37-41.
- Seagle, H. M., Bessensen, D. H., & Hill, J. O. (1998). Effects of sibutramine on resting metabolic rate and weight loss in overweight women. *Obesity research*, 6(2), 115-21.
- Speakman, J. R., & Selman, C. (2003). Physical activity and resting metabolic rate. *Proc Nutr Soc*, 62(3), 621-634.

- Starling, R. D., Liu, X., & Sullivan, D. H. (2002). Influence of sibutramine on energy expenditure in African american women. *Obesity research, 9*(4), 251-256.
- Sullivan, L. (1976). Metabolic and Physiologic effects of physical training in hyperplastic obesity. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine, 38*(Suppl. 5), 1-38.
- Van Gaal, L. F., Wauters, M. A., Peiffer, F. W., & De Leeuw, I. H. (1998). Sibutramine and fat distribution: is there a role for pharmacotherap in abdominal/visceral fat reduction? *International journal of obesity and related metabolic disorders, 22*(Suppl 1), S38-40.
- Wadden, T. A., Foster, G. D., Letizia, K. A., & Mullen, J. L. (1990). Long-term effects of dieting on resting metabolic rate in obese outpatients. *Journal of the American Medical Association, 264*(6), 707-711.
- Walsh, K. M., Leen, E., & Lean, M. E. (1999). The effect of sibutramine on resting expenditure and adrenaline-induced thermogenesis in obese females. *International journal of obesity and related metabolic disorders, 23*(10), 1009-1015.
- Westerterp, K. R. (1994a). Balance between energy intake and energy expenditure. In Westerterp, M. S., Fredrix, E., & Steffens, A. (Eds.), *Food intake and energy expenditure* (pp. 291-310). Boca Raton: CRC Press.
- Westerterp, K. R. (1994b). Energy expenditure. In Westerterp, M. S., Fredrix, E., & Steffens, A. (Eds.), *Food intake and energy expenditure* (pp. 235-258). Boca Raton: CRC Press.
- Westerterp, K. R., Meijer, G. A. L., Saris, W. H. M., Soeters, P. B., Winants, Y., & ten Hoor, F. (1991). Physical activity and sleeping metabolic rate. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 23*(2), 166-170.
- Whatley, J. E., & Poehlman, E. T. (1994). Obesity and exercise. In Blackburn, G. L. (Ed.), *Obesity Pathophysiology, Psychology, Treatment* (pp. 123-139). New York: Chapman & Hill Inc.
- Woo, R., Garrow, J. S., & Pi-Sunyer, F. X. (1982). Voluntary food intake during exercise in obese women. *American Journal of Clinical Nutrition, 36*(3), 478-484.
- Zuti, W. B., & Golding, L. A. (1976). Comparing diet and exercise as weight reducing tools. *Physician and Sports Medicine, 4*, 49-53.

원고접수일: 2008년 11월 5일

게재결정일: 2008년 11월 30일

한국심리학회지: 건강  
The Korean Journal of Health Psychology  
2008. Vol. 13, No. 4, 867-886

# Change of Resting Energy Expenditure(REE) and Respiratory Quotients(RQ), and Anthrometric data According to The Various Weight Loss Methods and Prediction Effects of Resting Energy Expenditure(REE) and Respiratory Quotient(RQ) in Weight Control

Young-Ho Lee	Dong-Sung Ahn	MinKyu Rhee	
Nanum Neuropsychiatric Clinic	Ahn's Psychiatric Clinic	Gyeongsang National University	
Si-Young Heo	Hye-Kyung Lee	Min-Sook Kim	Jee-Young Hong
Nanum Neuropsychiatric Clinic	Sanggye Paik Hospital	Dankook University	

This study was tried to investigate that REE and RQ changes, and contents of weight loss might be different by weight control methods and to prove the prediction effects of REE and RQ for weight changes. For these purposes, 62 college women(BMI>23) were voluntarily recruited to response for advertizing. With the 2nd stepped selection procedures, 47 persons(15 diet group, 18 exercise group and 14 medication(Reductil 10mg-15mg/d) group) were finally selected. During the 3months course of study, 9 persons(4 for dieting group, 3 for exercise group and 2 for medication group) were dropped. Persons of diet group were forced to maintain 500kcal deficit per day of food intake on the basis of estimated daily requirements by REE at start point and present level of activity. Persons of exercise group also forced to maintain 500kcal deficit per day by exercise on the basis of estimated daily requirements by

REE at start point and present level of food intake. Persons of medication group were maintained 10mg-15mg of Reductil per day and forced to maintain present level of food intake and activity. All persons should keep the write the daily eating diary and activity diary with pedometer and were monitored by specialists on weekly basis. Group LEARN program was done weekly for each group. At start, after 1month, and 3 months, anthropometric data(weight, BMI, FFM, FM, WC), REE and RQ were obtained. The results were as follows. First, There were no significant differences among three groups in the changing amounts of REE and RQ during 3 months. For each group, there was no significant change in the value of REE and RQ. However, changing patterns of REE and RQ according to time process were different by groups. Second, there were significant differences for each group in the changing amounts of weight, BMI, FFM, FM and WC during 3 months but there were no significant differences among three groups. However, changing patterns of FFM, FM and WC according to time process were different by groups. This might suggest that even weight loss was achieved, changing contents could be different by weight control methods. Third, REE and RQ value had no prediction effects for 3 months duration weight changes. Result that changing patterns of REE and RQ according to time process were different by groups even that there were no significant differences among three groups in the changing amounts of REE and RQ during 3 months may suggest that major weight control strategies can be arranged or mixed for effective weight control to keep the high REE and low RQ during the courses of weight control. Negative result for the prediction effects of REE and RQ may suggest the necessary to investigate it's relation with amounts of weight change or/and time lags after weight change.

*Keywords: Resting Energy Expenditure, Respiratory Quotients, Anthrometric data, Weight Loss Methods, Prediction Effects*