

Effect of Pressurization Training with Walking on Body Composition, Respiratory Function, and Cardiovascular Response in Middle-Aged Obese Women

Hyun-Min Choi and Dong-Jun Lee*

Department of Physical Education, Sports, and Leisure Studies, Myongji University, Yongin, Gyeonggi-do, 449-728, Korea

Received February 27, 2012 / Revised April 23, 2012 / Accepted April 23, 2012

Pressurization walk training (PWT) with blood flow occlusion has been investigated with regard to muscle hypertrophy and physical fitness function in athletes and healthy people. However, the cardiorespiratory and cardiovascular responses of obese people to PWT are unknown. Thus, we investigated the effects of PWT on body composition (Weight, FM, LBM, %fat, BMI), cardiovascular responses (HR, SV, CO, TVC), and cardiorespiratory responses (VO_{2max} , VE_{max} , HR $_{max}$) in middle-aged obese women. They participated in walk training with (n=15) blood flow occlusion and cross-sectional areas of the quadriceps on both legs. Five sets of 3-min walking (5.5 km/h at 5% grade) and 1-min resting were performed twice a day, 5 days/week for 3 weeks. The results showed that the LBM was significantly increased, and decreased body weight of reducing FM, %bodyfat in PWT ($p<0.05$). For the cardiovascular response, SBP and TPR were significantly decreased ($p<0.05$), and CO increased ($p<0.05$). In addition, the VO_{2max} and VE_{max} were improved through PWT. Therefore, this study suggests that the presence of obesity in middle-aged women may result in body composition, cardiorespiratory, and cardiovascular responses caused by PWT.

Key words : Pressurization walking training, cardiorespiratory system, cardiovascular response, obesity

서 론

경제 및 과학 기술의 발달로 인해 편리한 생활을 할 수 있게 되었으나 신체 활동의 감소와 서구화된 식생활로 인해 인체의 에너지 섭취와 소비의 불균형을 초래하고 있다. 2005년 국민 건강영양조사 결과 20세 이상의 성인의 운동 참가 비율은 약 20.8%로서 이는 우리나라 성인의 10명 중 8명은 규칙적인 신체활동을 실시하지 않은 것으로 해석할 수 있다. 이러한 원인에 의해 신체조성 중에서 지방 조직이 차지하는 비율이 정상 이상으로 증가한 상태인 과체중(overweight)과 비만(obesity)이 유발된다. 과체중은 비만으로 진행될 가능성이 높으며, 비만은 대표적 성인병인 당뇨병, 고혈압, 고지혈증, 심혈관 질환 등의 원인이 되어 우리의 건강한 생활을 위협할 수 있다[16]. 건강유지 및 증진을 목적으로 하는 운동 형태에는 여러 유형이 있지만 최근에는 걷기(walking) 운동이 가장 대중적으로 이용되고 있으며, 걷기 운동은 저비용으로 단순화되고 효과적인 일상생활의 동작으로 건강한 사람이라면 누구든지 할 수 있는 기본 운동이다. 또한 걷기 운동은 운동 중 상해의 위험이 거의 없는 안전한 운동으로 신체가 건강한 일반인뿐만 아니라 고령자나 과체중자, 수술 후 재활운동이 필요한 사람에게도 적합한 운동으로 보고 되어지고 있다[17].

또한 이러한 걷기운동의 중요성을 부각시키기 위하여, 최근

일본에서는 가압벨트를 이용한 걷기 운동 프로그램으로 가압 트레이닝(pressurization training)이 개발되기도 하였다[24]. 가압트레이닝은 공압식 전용벨트라는 가압벨트를 사용하여 사지의 혈류량을 제어함으로써 저항도의 트레이닝으로도 활동근을 둘러싼 주변조직들의 혈액활성화를 극대화시킨다는 점에서 높이 평가되고 있으며[27], 저부하 강도에서 단기간의 트레이닝으로 현저한 근비대와 근력 증가를 가져오고 있다고 보고하고 있다[1,6,29,32]. 현재 다수의 연구에 의해 효과가 인정되고 있으며, 그 효과의 생리학적 기전(physiological mechanism)에 대해서도 연구가 진행 중에 있다[23]. 근비대와 근력이 증가하기까지는 근육에 강한 기계적(mechanical) 스트레스가 작용할 뿐 아니라, 신경계, 내분비계, 심혈관계, 대사계 등의 활성이 변화 되어진다[14]. 따라서 가압 트레이닝의 효과에 관한 기전에서는 기계적 스트레스 이외의 다른 요인이 깊게 관여하고 있다고 예측할 수 있으며, 근육내 저산소 환경, 신경근 활동의 강화, 근비대 효과의 전이, 내분비계, 심혈관계의 활성화 등이 있다고 보고 되어지고 있다[24].

지구성 운동 트레이닝은 여러 효소들의 산화과정, 모세혈관의 밀도, 그리고 근육에서의 글리코겐(glycogen)의 용량의 증가로 인해 지구력을 향상시키게 되며, 아울러 1회박출량(stroke volume: SV)의 증가와 심박수(heart rate: HR)의 감소를 가져오게 된다. 이러한 지구성 트레이닝의 적응 현상은 혈관의 국소 빈혈에 의해 과도하게 증가하는 것으로 알려져 있다[25]. Abe 등(2007)에 의하면 가압 걷기 트레이닝은 천천히

*Corresponding author

Tel : +82-31-330-6308, Fax : +82-31-330-6298

E-mail : ldj0719@mju.ac.kr

걷는 보행(시속 3 km)에서 심박수의 변화는 대조군과 비교하여 평균 20회 높은 수치를 보였으며, 가압에 의해서 사지 혈액 유통되고, 그 결과 정맥 환류가 저하되면서 심장의 1회박출량의 저하를 보충한 결과로 보고 되어지고 있다. 또한 Sato 등(2007)의 연구에서는 가압군의 산소섭취량(volume of oxygen uptake: VO₂)의 변화는 대조군과 비교하여 평균 약 17% 높게 나타났다. 그 후 자전거 에르고미터(cycle ergometer)를 이용한 운동에서도 가압을 행한 쪽이 높은 VO₂을 보였는데, 현 시점에서는 왜 VO₂이 높아졌는지에 대한 생리학적 기전 연구가 미비한 상태이다.

이와 같이 가압 트레이닝에 대한 호흡·순환계, 심혈관계, 근 기능에 대한 연구가 엘리트 선수나 일반 건강한 대학생들을 대상으로 하여 많이 진행되고 있으나 심혈관 질환에 직접적으로 영향을 줄 수 있는 비만자에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 가압 걷기 트레이닝을 통한 중년 비만 여성을 대상으로 심혈관 반응을 통한 호흡순환계 기능의 효과에 대한 생리학적 기전을 규명하고, 체중 감량에 있어서 신체 조성 개선 및 체력 증진을 위한 효율적인 트레이닝 방법에 대한 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

연구 대상자

본 연구의 대상자는 규칙적인 운동을 하지 않는 S 지역에 거주하는 중년 비만여성들로 체지방률(%fat) 30% 이상에 해당되는 대상으로 다리 근육의 정맥 혈류를 제한한 가압 걷기 트레이닝 그룹(pressurization walking training group) 15명을 선정하였다. 연구대상자의 신체적 특성은 Table 1에서 제시된 바와 같다. 특히, 대상자 전원에게 연구의 목적 및 검사내용 및 위험 요인을 설명하였으며, 검사의 동의를 얻어 자발적으로 참여하도록 하였다. 또한 실험 참여하는 대상자에게 실험 측정 24시간 전에는 음주와 무리한 운동이나 노동을 삼가하도록 하였으며, 충분한 수면을 취하게 한 후에 측정에 참여하도록 지시하였다.

체성분 검사

체성분 검사는 생체전기저항법(bioelectrical impedance method, Inbody 3.0, Korea)을 이용하여 체중(weight), 신체질량지수(body mass index: BMI), 체지방량(fat mass: FM), 체지방량(lean body mass: LBM), 체지방률(percent body fat: %fat)을 측정하였다.

안정 시 혈압 측정

안정 시 혈압 측정은 수은혈압계(sphygmomanometer, Japan)를 이용하여 실험실 도착 후 의자에 앉은 상태로 10분간 안정을 취한 후 상완 동맥에 청진기를 고정시키고 커프(cuffs)를 착용한 후 안정 시 혈압 및 심박수를 측정하였으며, 측정 시 5분 간격으로 2회 측정을 실시하여 그 평균값을 측정값으로 사용하였다.

최대운동부하테스트

심폐지구력을 측정하는 최대운동부하테스트를 검사하기 위하여 대상자들이 실험실에 도착하여 10분간 휴식을 취하게 하고 10분이 경과한 다음 안정 시 혈압(resting blood pressure)과 안정 시 HR를 측정하였으며, 검사의 실험상 오차를 줄이고 정확한 측정을 위하여 실험실 온도 20~23°C와 상대습도 60±1%를 유지하였다. 심폐기능은 대사측정 장치인 호흡가스분석기(Ultima CPX, Cosmedics, USA)와 트레드밀(Treadmill, Taeha, Korea)을 사용하여 최초 1.7 mph의 속도에서 20초간 준비 운동을 실시한 후, 경사도를 1.3%로 부터 점증적으로 증가시키는 다단계 점증부하 방법(Bruce ramp protocol)으로 측정하였다. 최대산소섭취량(volume of maximal oxygen uptake: VO₂max)의 판정 조건은 검사 중 연구대상자가 극심한 피로를 느낄 때, 운동 강도가 증가하더라도 HR 및 VO₂이 증가하지 않을 때, 호흡교환율(respiratory exchange ratio: RER)이 1.15보다 클 때, 운동자각도(rating of perceived exertion: RPE)가 17 이상일 때, 그리고 최대심박수(maximal heart rate: HRmax)의 90% 이상일 때의 5가지 중 3가지 이상에 해당하는 경우를 선택하였다[4]. 운동부하중에는 RPE에 의

Table 1. Physical characteristics of subjects

Variables	Obese women (n=15)
Age (yr)	35±1.4
Height (cm)	163.3±2.0
Weight (kg)	70.3±3.1
Body mass index (kg/m ²)	26.4±1.1
Percent body fat (%)	30.4±1.3
Systolic blood pressure (mmHg)	114±2.5
Diastolic blood pressure (mmHg)	72±2.6
Mean arterial pressure (mmHg)	85±2.3
Heart rate (beat/min)	82±2.6

Values are expressed as mean±standard error.

해 대상자가 운동 강도를 주관적으로 파악하도록 하였으며, 본인의 의지적으로 더 이상 실시할 수 없는 all-out 상태에 도달하였을 때, 속도 적용 불가능, 이상 증상 발현 시에 즉각 정지될 수 있도록 하였다. 검사 종료 후 정리 운동을 한 후 의자에 앉아 최대한 편안한 상태에서 5분간 휴식을 취하도록 하였다.

심혈관 반응 검사

비 침습적이고 지속적인 혈액학적 모니터링 시스템(non-invasive and beat by beat hemodynamic monitoring system, PhysioFlow, France)을 사용하여 Buddy & Charles (2008)가 연구한 절대적 운동강도 설정법(HR 95-100 beat/min: low exercise intensity and HR 125-130 beat/min: moderate exercise intensity)에 따른 운동 시 연속적인 심박출량(cardiac output), 1회박출량(stroke volume), 심박수(heart rate)의 변화 추이를 경동맥(carotid arteries) 주위와 심장부위에 센서를 부착하여 측정된 값을 기록하였다[5]. 또한 수축기 혈압(systolic blood pressure: SBP)과 이완기 혈압(diastolic blood pressure: DBP)을 이용한 계산식에 의해서 평균동맥혈압(mean arterial pressure: MAP)과 말초혈관전도(total vascular conductance: TVC)을 산출하였으며($MAP=1/3 \times (SBP - DBP) + DBP$), ($TVC=CO/MAP$), 여기서 산출된 TVC는 말초혈관저항(total peripheral resistance: TPR)의 지표로 사용 되어졌다[8]. 가압 걷기 트레이닝을 통한 사전과 사후에 동일한 방법으로 심혈관 반응을 측정하였다.

가압 걷기 트레이닝

운동 프로그램의 형태는 트레드밀(treadmill)에서 걷기(5.5 km/hr, 경사도 5.0%) 운동을 실시하였으며, 트레이닝은 오전과 오후로 구분하여 1일 2회(운동 시기 당 최소 4시간 휴식)씩 주당 5일에 걸쳐 3주간 실시하였다. 연구대상자가 실험실에 도착하면, 먼저 안정을 취한 뒤 가압의 적응훈련을 시행한 후 트레드밀에서 걷기 운동을 실시하였다. 가압 걷기 트레이닝은 양쪽 다리에 전자동 가압벨트 시스템(automatic air tourniquet systems, DTS-2000, Korea)를 착용한 상태로 2분간의 걷기와 1분간의 휴식을 총 5세트 반복하였다. 연구대상자는 가압 걷기 트레이닝에 앞서 의자에 앉은 자세로 벨트의 압력을 120 mmHg으로 유지시켜 30초 동안 가압 상태로 혈류량이 제한되었다가 다시 10초간은 완전히 압력을 제거하고 휴식을 취하도록 하였다. 그 후 20 mmHg씩 압력을 증가시켜 최종압력 160 mmHg이 될 때까지 30초 동안 가압, 10초간 감압을 반복하였다. 훈련 1일차에는 최종압력을 160 mmHg으로 하였으며, 대상자에게 무리가 없도록 벨트 압력을 서서히 증가시켰으며 매일 훈련 시 10 mmHg씩 증가시켰다. 훈련 8일차에 비로소 최종압력이 240 mmHg가 되었다. 160~240 mmHg으로 제한된 압력은 폐쇄적 자극으로 선택되고 정맥과 동맥의

혈류를 제한하였다[7,29]. 또한 제한된 다리근육 혈액의 흐름은 1분간 휴식기를 포함 훈련 전체 기간에 걸쳐 관리를 하였다. 이와 같이 다리 근육의 혈액은 연구대상자에 있어 훈련 시작 전 준비과정(3분)을 포함하여 총 17분간 차단되었으며, 훈련 종료 후 신속히 벨트의 압력을 제거하였다. 또한 걷기 트레이닝 중에는 안전성을 고려하여 1분 단위로 심박수를 2분 단위로 RPE를 측정하였다.

자료 처리

본 연구에서 측정된 모든 자료는 SPSS PC+ for window (version 18.0)의 상위 통계 프로그램을 이용하여 모든 항목의 측정치를 기술통계량(mean±standard error)으로 나타내었으며, 종속변인과의 집단간의 평균 차이와 시기간의 평균 차이를 검증하기 위하여 독립 표본 T 검정(independent t-test)과 대응 표본 T 검정(paired t-test)을 실시하였다. 모든 통계치의 유의수준(α)은 5% 이내로 설정하였다.

연구 결과

가압 걷기 트레이닝을 통한 체성분의 변화

가압 걷기 트레이닝에 따른 트레이닝 전과 후의 중년 비만 여성의 체성분의 변화를 분석한 결과는 Table 2에서 제시한 바와 같이 체중, LBM, FM, %fat, BMI에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$).

가압 걷기 트레이닝을 통한 호흡·순환계 기능의 변화

가압 걷기 트레이닝에 따른 트레이닝 전과 후의 중년 비만 여성의 호흡·순환계 기능의 변화를 분석한 결과는 Table 3에서 제시한 바와 같이 VO_2max , HRmax, 최대환기량(maximal ventilation, VEmax)에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$).

가압 걷기 트레이닝을 통한 심혈관 반응의 변화

가압 걷기 트레이닝에 따른 트레이닝 전과 후의 중년 비만 여성의 호흡·순환 기능의 변화를 분석한 결과는 Table 4에서 제시한 바와 같이 심혈관 반응에서 안정 시에서의 SBP, MAP, 낮은 강도의 운동 시에서 DBP, MAP, 중강도의 운동 시에서 DBP에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 또한 운동강도가 증가함에 따라 CO에서 트레이닝 후에 증가하는 것으로 나타났으며, 안정 시와 중강도에서도 TVC가 트레이닝 후에 통계적으로 유의하게 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.05$).

고 찰

지금까지 운동선수들이나 건강한 대학생들을 대상으로 가

Table 2. The changes of body composition between pre and post test in pressurization walking training

Variables	Pre test	Post test	<i>P</i>
Weight (kg)	70.3±3.1	65.9±2.6	0.00**
LBM (kg)	36.0±1.4	37.2±1.3	0.03*
FM (kg)	27.5±1.6	24.7±1.4	0.01*
%fat (%)	30.4±1.3	27.1±1.4	0.00**
BMI (kg/m ²)	26.4±1.1	25.2±0.9	0.01*

p*<0.05, *p*<0.01; Values are expressed as mean±standard error; LBM: lean body mass, FM: fat mass, %fat: percent body fat, BMI: body mass index.

Table 3. The changes of respiratory function between pre and post test in pressurization walking training

Variables	Pre test	Post test	<i>P</i>
VO ₂ max (ml/kg/min)	26.9±1.5	30.5±1.5	0.02*
HRmax (beat/min)	186±1.7	179±1.0	0.00**
VEmax (l/min)	65.0±5.1	71.0±4.2	0.03*

p*<0.05, *p*<0.01; Values are expressed as mean±standard error; VO₂max: volume of maximal oxygen uptake, HRmax: maximal heart rate, VEmax: maximal ventilation.

Table 4. The changes of cardiovascular responses between pre and post test in pressurization walking training

Variables	Time	Rest	Low intensity	Moderate intensity
SBP (mmHg)	Pre	115±1.1	129±1.1	139±2.1
	Post	105±4.3 ^A	121±3.4	134±6.1
DBP (mmHg)	Pre	69±2.0	73±1.2	77±1.4
	Post	64±1.3	69±0.9 ^B	74±1.4 ^C
MAP (mmHg)	Pre	85±1.6	92±0.6	98±1.3
	Post	78±1.3 ^A	86±1.5 ^B	94±2.7
HR (beat/min)	Pre	76±2.3	98±0.3	124±3.2
	Post	77±3.6	99±0.4	128±0.6
SV (ml)	Pre	57.8±2.2	68.7±2.5	70.7±2.9
	Post	59.9±2.4	67.3±2.8	71.2±2.9
CO (l/min)	Pre	4.4±0.2	6.6±0.2	8.9±0.4
	Post	4.6±0.2	7.3±0.3 ^B	9.9±0.4 ^C
TVC (ml/min/mmHg)	Pre	51.8±2.1	73.5±2.5	91.5±2.8
	Post	58.9±1.9 ^A	76.9±2.5	98.0±2.9 ^C

*Values are expressed as mean±standard error; SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, MAP: mean arterial pressure, HR: heart rate, SV: stroke volume, CO: cardiac output, TVC: total vascular conductance.

^A: significantly different from pre test at rest, ^B: significantly different from pre test at low intensity, ^C: significantly different from pre test at moderate intensity.

압 걷기 트레이닝을 통해 체성분, 내분비계, 호흡·순환계, 그리고 심혈관 반응의 향상에 미치는 영향에 관한 연구는 일부 수행되어 왔지만, 가압 걷기 트레이닝으로 인한 심혈관 질환에 영향을 줄 수 있는 비만자들에 대한 연구는 부족한 실정이다.

하지 근육의 정맥 혈류를 제한한 걷기 트레이닝을 실시하기 전과 후를 비교하였을 때 신체조성에 변화가 나타났다. 일반적으로 신체의 주요 관심 구성 성분 4가지는 체수분(water), 골조직(bone tissue), 단백질 조직(protein tissue), 체지방(fat mass)이다[22]. 체수분과 단백질 조직이 관련된 근육계에 관한 가압 트레이닝의 연구는 단지 혈류 제한을 통해서 저항도의

운동으로도 근력 및 근비대에 긍정적인 영향을 미친다고 보고 되었다[3,32]. 본 연구에서도 가압 트레이닝 전과 후를 비교했을 때 트레이닝 전에 비해 트레이닝 후에 체중의 감소와 함께 LBM의 증가와 FM의 감소가 나타났으며, 그에 따른 %fat의 감소가 나타난 결론을 비추어 볼 때 선행연구와 일치하는 것으로 나타났다. 또한 FM의 감소는 운동에 따른 지방 조직의 지질 분해 비율의 증가와 지방산이 활동 근육으로 유입 증가에 의해 β 산화과정을 통한 지방 기질의 이용의 증가가 원인으로 발생한다[12]. 근육의 성질은 근비대에 앞서서 근력 증가가 일어나고 유의한 근비대가 검출될 때까지는 최저 10주간이 필요하지만, 가압 트레이닝에서는 부하강도가 현저히 낮기 때

문에 초고빈도 트레이닝이 가능하고 4주 만에 근력의 증가를 확인할 수 있었다. 이와 같이 본 연구에서는 짧은 기간 동안이지만 체지방 조직에 변화를 줄 수 있었으며, 추후 장기간의 가압 트레이닝 실시를 통해 비만 치료에 효과적인 트레이닝 방법을 개발할 수 있을 것으로 사료된다.

한 선행연구에서는 입원 환자들을 대상으로 앙와위 자세 (supine position)에서 양쪽 하지를 15분간 150~200 mmHg으로 가압할 때 입위 자극과 같은 정도의 울혈 작용이 나타나며, 이로 인해 HR가 상승하고, CO의 증가로 인해 TPR의 향진이 일어난다고 보고 되어지고 있다. 한편, 150 mmHg 이하에서는 HR의 변화는 없었지만 SV의 저하, CO의 저하가 발생했고, 50 mmHg의 압에서는 SV, HR의 변화가 거의 보이지 않았다고 보고되었다[15]. 또한 대학생들을 대상으로 한 심혈관 반응 연구에서 천천히 걷는 보행(시속 3 km)에서 HR의 변화는 평균 20회 높은 수치를 보였으며, 가압에 의해서 사지의 혈액이 울혈 되고, 그 결과 정맥 환류가 저하되면서 심장의 SV의 저하를 보충한 결과가 나타났다[13]. 그러나, 엘리트 운동선수들의 하지대퇴부(femoral)에 200 mmHg의 가압 걷기 트레이닝을 한 상태에서 현저하게 CO이 안정 시에 비해서 증가되어 TVC가 증가 되어지는 것을 확인하였다[23]. 이와 같이 운동강도에 따른 TVC가 증가한다는 것은 TPR이 감소하여 혈관의 확장과 더불어 많은 혈액량이 증가되었다는 것을 의미한다.

본 연구에서도 가압 걷기 트레이닝 이후에 안정 시 SBP이 낮아졌으며, 이는 가압을 하면 하지에 혈액이 저류하고, 정맥 환류량이 감소하고 동맥압(arterial pressure)이 저하한다. 결국 정맥 환류량의 감소는 혈관에 대한 장력을 감소시켜 혈관에 존재하는 압수용체에 대한 부하를 감소시키기 때문에 심박수의 감소와 더불어 혈관의 확장에 의한 혈압 저하로 볼 수 있다. 또한 안정 시와 운동 시에서 CO의 증가와 TVC의 증가로 인해 TPR의 감소하는 현상을 본 연구를 통해 밝혀졌다.

VO₂max은 최대 작업 강도에 따른 심장에서 박출하는 CO과 근육 내에서의 동맥과 정맥의 산소 분압 차이에 의해 증가하는 것을 의미한다[31]. 가압 트레이닝을 통한 걷기 운동이 운동선수들에게서 나타나는 SV의 증가는 높은 CO과 VO₂max에 밀접한 관계가 있다고 보고 되어지고 있다[8,9]. 대학생들의 자전거 운동을 통해 가압 트레이닝을 실시한 결과 최대 VO₂의 변화는 평균 약17% 높아지는 결과를 도출해냈으며[2], 본 연구에서도 약 16% 증가하여 선행연구와 일치하는 경향을 보였다. 일반적으로 VO₂max의 경우 6~8주 이상의 트레이닝을 통해 큰 효과를 볼 수 있으며, 지속적인 향상을 위해서는 운동 강도와 운동 시간의 조절이 지속적으로 필요하다고 알려져 있다[33]. 그러나 현재까지 VO₂max의 증가에 대한 생리학적 근거가 분명하지 않다고 보고 되어지고 있다[24]. 따라서 본 연구에서는 가압 걷기 트레이닝 중에 나타나는 호흡·순환계 기능의 향상에 대한 생리학적 기전은 심혈관 반응에 있어서 CO의 증가와 TPR이 감소되어졌기 때문인 것으로 본 연구를

통해 새롭게 제시할 수 있을 것으로 판단된다.

결론적으로 본 연구에서 비만자들을 대상으로 한 가압 걷기 트레이닝은 일반적인 걷기와 비교하여 운동 강도와 운동시간에 있어서 큰 무리가 되지 않으면서 체성분과 호흡·순환계 기능, 그리고 심혈관 반응의 향상을 조장할 수 있는 가능성이 시사되었다. 따라서 본 연구는 하지 정맥을 제한한 3주간의 가압 걷기 트레이닝을 통해 체성분, 호흡·순환계 기능 및 심혈관 반응을 규명한 본 연구는 중년 비만여성들의 비만 해소를 위한 체성분, 심장관련 기능과 혈압 반응에 객관화 할 수 있는 근거 자료를 제시할 수 있을 것으로 사료되며, 더 나아가 비만자들의 체중 감소를 위한 새로운 운동 프로그램이 될 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2010년 정부재원(교육과학기술부 인문사회 연구역량강화사업)으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음. [NRF-2010-351-G00052]

References

1. Abe, T., Charles, F., Kearns, C. and Sato, Y. 2006. Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle Kaatsu-walk training. *J. Appl. Physiol.* **100**, 1460-1466.
2. Abe, T., Kusuhara, K., Fujita, T., Brechue, W. F., Sato, Y. and Nakajima, T. 2007. Cardiovascular responses to low-intensity walking with restricted leg muscle blood flow. *Med Sci. Sport. Exerc.* **39**, S428.
3. Abe, T., Yasuda, Y., Midorikawa, T., Sato, Y., Kearns, C., Inoue, K., Koizumi, K. and Ishii, N. 2005. Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily "KAATSU" resistance training. *Int. J. KAATSU. Training Res.* **1**, 6-12.
4. American College of Sports Medicine. 2006. *Guidelines for exercise training and prescription.* (7th eds.), Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
5. Buddy, W. and Charles, L. S. 2008. Omega-3 fatty acid supplementation enhances stroke volume and cardiac output during dynamic exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.* **104**, 455-461.
6. Beekley, M. D., Sato, Y. and Abe, T. 2005. KAATSU-walk training increases serum bone-specific alkaline phosphatase in young men. *Int. J. KAATSU. Training Res.* **1**, 77-81.
7. Burgomaster, K. A., Moore, D. R., Schofield, L. M., Phillips, S. M., Sale, D. G. and Gibala, M. J. 2003. Resistance training with vascular occlusion: metabolic adaptations in human muscle. *Med Sci. Sport. Exerc.* **35**, 1203-1208.
8. Convertino, V. A. 1993. Endurance exercise training: condition of enhanced hemodynamic responses and tolerance to LBNP. *Med Sci. Sport. Exerc.* **25**, 705-712.
9. Choi, H. M. and Lee, D. J. 2011. Pressurization training with

- short-term walk on body composition and cardiovascular response in elite soccer players. *Korean J. Sport. Sci.* **20**, 1249-1258.
10. Chun, J. M., Park, W. L., Jeon, B. G., Kim, J. K., Nho, H. and Choi, H. M. 2009. The effects of Pressurization training with short-term walk on cardiorespiratory responses and skeletal muscle function. *J. Korean Soc. Living Environ. Sys.* **16**, 1-9.
 11. Haykowsky, M. J., Findlay, J. M. and Ignaszewski, A. P. 1996. Aneurysmal sub-arachnoid hemorrhage associated with weight training: three case reports. *Clin. J. Sport. Med* **6**, 52-55.
 12. Horowitz, J. F. 2003. Fatty acid mobilization from adipose tissue during exercise. *Trends Endocrinol. Metab* **14**, 386-392.
 13. Iida, H., Kurano, M., Takano, H., Kubota, N., Morita, T., Meguro, K., Sato, Y., Abe, T., Yoshihisa, Y., Uno, K., Takenaka, K., Hirose, K. and Nakajima, T. 2007. Hemodynamic and neurohumoral responses to the restriction of femoral blood flow by KAAYSU in healthy subject. *Eur. J. Appl. Physiol.* **100**, 275-285.
 14. Ishii, N. 2002. Factors involved in the resistance-exercise stimulus and their relations to muscular hypertrophy: In exercise, nutrition and environmental stress. *Cooper, MI.* 119-138.
 15. Ishii, N. 2004. KAATSU training mechanism. *Clin. Sport. Med* **21**, 215-223.
 16. Kim, C. L. 2006. National healthy nutrition survey in 2005. *The Ministry of Health and Welfare*, 242.
 17. Kim, Y. K., Kwan, Y. K. and Jang, Y. W. 2002. Physical response in treadmill walking exercise after artificial weight loading. *Korean J. Sport. Med* **20**, 72-81.
 18. Kim, D. Y., Lee, J. A. and Yang, J. H. 2011. Effects of Hatha yoga exercise on body composition, serum Lipids, and health-related fitness of obese middle-aged women. *J. Life Sci.* **21**, 521-528.
 19. Madarame, H., Neya, M., Ochi, E., Nakazato, K., Sato, Y. and Ishii, N. 2008. Cross-transfer effects of resistance training with blood flow restriction. *Med. Sci. Sport. Exerc.* **40**, 258-263.
 20. McCall, G. E., Byrnes, W. C., Fleck, S. J., Dickinson, A. and Kraemer, W. J. 1999. Acute and chronic hormonal responses to resistance training designed to promote muscle hypertrophy. *Can. J. Appl. Physiol.* **24**, 96-107.
 21. McDougall, J. D., Tuxen, D., Sale, D. G., Moroz, J. R. and Sutton, J. R. 1985. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *J. Appl. Physiol.* **58**, 785-790.
 22. Melvin, H. W. 1995. *Nutrition for fitness & sports*. Brown & Banckmark, 279.
 23. Park, S., Kim, J. K., Choi, H. M., Kim, H. G. and Nho, H. 2010. Increase in maximal oxygen uptake following 2-wk walk training with blood flow occlusion in athletes. *Eur. J. Appl. Physiol.* **109**, 591-600.
 24. Sato, Y., Ishii, N., Nakajima, T. and Abe, T. 2007. *KAATSU training: Theoretical and Practical Perspectives*. Goudan Co.
 25. Sundberg, C. J. 1994. Exercise and training during graded leg ischemia in healthy man. *Acta. Physiol. Scand* **615**, 1-50.
 26. Tanimoto, M., Madarame, H. and Ishii, N. 2005. Muscle oxygenation and plasma growth hormone concentration during and after resistance exercise: Comparison between "KAATSU" and other types of regimen. *Int. J. KAATSU Training Res.* **1**, 51-56.
 27. Takano, H., Morita, T., Iida, H., Asada, K., Kato, M., Uno, K., Hirose, K., Matsumoto, A., Takenaka, K., Hirata, Y., Eto, F., Nagai, R., Sato, Y. and Nakajima, T. 2005. Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. *Eur. J. Appl. Physiol.* **95**, 65-73.
 28. Takarada, Y., Nakamura, Y., Aruga, S., Onda, T., Miyazaki, S. and Ishii, N. 2000. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *J. Appl. Physiol.* **88**, 61-65.
 29. Takarada, Y., Takazawa, H. and Ishii, N. 2000. Periodical applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. *Med. Sci. Sport. Exerc.* **32**, 2035-2039.
 30. Takarada, Y., Takazawa, H., Sato, Y., Takebayashi, S., Tanaka, Y. and Ishii, N. 2000. Effects of resistance exercise combined with moderate muscular occlusion on muscular function in humans. *J. Appl. Physiol.* **88**, 2097-2106.
 31. Takarada, Y., Tsuruta, T. and Ishii, N. 2004. Cooperative effects of exercise and occlusive stimuli on muscular function in low-intensity resistance exercise with moderate vascular occlusion. *Jap. J. Physiol.* **54**, 585-592.
 32. Takarada, Y., Sato, Y. and Ishii, N. 2002. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. *Eur. J. Appl. Physiol.* **86**, 308-314.
 33. Won, H. S. and Yang, J. K. 2010. Effects of complex training on cardiovascular risk factors in middle aged obese women. *J. Life Sci.* **20**, 885-893.

초록 : 중년 비만여성들의 가압 트레이닝이 체성분, 호흡·순환계 기능 및 심혈관 반응에 미치는 효과

최현민·이동준*

(명지대학교 체육학부)

중년 비만여성들을 대상으로 다리 근육의 정맥 혈류를 제한한 가압 걷기 트레이닝 그룹 15명으로 연구대상자를 선정하여 3주간의 가압 걷기 트레이닝을 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 첫째, 가압 걷기 트레이닝을 통해 LBM에서 트레이닝 전보다 후에 1.2 kg이 증가, FM과 %fat에서는 각각 2.8 kg, 3.3% 감소하였으며, 통계적으로도 유의한 차이를 나타냈다($p < 0.05$). 둘째, 가압 걷기 트레이닝을 통해 VO_2max 와 VE_{max} 에서 트레이닝 전보다 후에 각각 3.6 ml/kg/min, 6.0 l/min 증가하였고, HRmax에서는 7 beat/min으로 감소하였으며 통계적으로도 유의한 차이를 나타냈다($p < 0.05$). 셋째, 가압 걷기 트레이닝을 통해 심혈관 반응에서 트레이닝 전보다 후에서 운동 강도가 증가함에 따라 CO와 TVC가 증가하는 것으로 나타났으며, 통계적으로도 유의한 차이를 나타냈다($p < 0.05$). 이상의 결과로부터 가압 걷기 트레이닝을 통해서 호흡·순환계 및 심혈관 기능의 증가와 근육량 증가에 따른 체성분의 변화를 유발할 수 있다는 것을 제시하였다. 본 연구의 결과를 토대로 향후 연구에서는 연구대상자의 범위를 넓혀 노년층까지 효과를 검증하는 연구와 3주 이상의 운동을 적용시키면 보다 높은 임상학적 효과가 나타날 것으로 판단된다.