

비만여성에서 체지방율에 따른 걷기와 달리기시 에너지 소비 분석

윤진환* · 이희혁¹

^{*}한남대학교 생활체육학과

¹고려대학교 스포츠과학연구소

Analysis of Energy Expenditure during walking and running by % body fat in obese women

Jin-Hwan Yoon^{*} and Hee-Hyuk Lee¹

^{*}Department of Sports and Leisure Studies, Hannam University, Daejeon 306-791, Korea

¹Research Institute for Sports Science, Korea University, Seoul 136-701, Korea

Abstract

The purpose of this experiment was to compare the energy expenditure and the physiological response among two groups by percent body fat (group A: 30-35% body fat, B: 35-40% body fat) to walking and running at several equivalent speeds. Subjects in group A and B followed A group (mean \pm SD, age; 24.0 ± 0.4 yrs, body fat; 32.3 ± 0.7), and B group (age; 25.2 ± 0.7 yrs, body fat; 36.7 ± 0.9). The walking and running protocol consisted of treadmill speeds for five min at each of the following speeds: 5.0, 5.5, 6.0, 6.5, 7.0 km \cdot hr⁻¹. The obtained data reveal In group A, the rate of oxygen consumption and energy expenditure was higher during walking compared to running at treadmill speeds ≥ 6.6 km \cdot hr⁻¹. In group B, the rate of oxygen consumption and energy expenditure was higher during walking compared to running at treadmill speeds ≥ 6.8 km \cdot hr⁻¹. Heart rates and respiratory exchange ratio were higher at treadmill speeds ≥ 5.8 in group A and ≥ 5.5 in group B. these findings demonstrated that a difference of percent body fat in obese women have no large effect on energy efficiency of walking, but walking within speeds 6.5~7.0 km/hr resulted in rates of energy expenditure that were as high or higher than jogging at the same speeds even though the relative stress was greater during walking.

Key words – Walking, Running, Oxygen consumption, Heart rates

서 론

걷기는 일상활동에서 가장 중요한 역할을 담당하고 있으며, 특히 운동부족증(hypokinesia; diminished motor

activity or movement)이 유발되기 쉬운 현대생활에서 걷기는 이동목적 이상으로 건강유지와 증진을 위한 하나의 운동형태로서 이용되고 있다. 대표적인 유산소 운동형태인 걷기는 달리기에 비해 유산소적이고 저충격 신체활동으로써 근육격근 및 관절에 충격이 적어 특히 비만인과 노인에게 권장되는 운동이다[23,27]. 걷기 운동의 효과로는 유산소 능력[7], 신체구성[21], 혈압하강[25], 혈청지질[8], 골밀

*To whom all correspondence should be addressed

Tel : 042-629-7990(lab.), Fax : 042-629-7708

E-mail : yoonjh@eve.hannam.ac.kr

도[5] 등의 향상이 보고된 있다. 이와 같이 걷기의 안전성과 효과 등이 보고되면서 점차 보편화되어 선호되는 운동 형태가 되었다.

유산소 운동형태로 이와 같은 걷기 운동의 장점에도 불구하고 필요한 운동량을 얻는데 있어서는 다른 유산소 운동에 비해 더 많은 시간이 필요하게 된다. 이에 빠른 걷기(exercise walking)가 걷기의 트레이닝 형태로 이용되고 있고, 걷기속도와 산소소비량에 관련된 다양한 형태의 많은 연구가 있었다[13,18,14,19,11]. 걷기와 달리기시 생리적 변화를 조사한 연구 중 Menier와 Pugh [18]는 경보선수를 대상으로 여러 동일한 속도에서 걷기와 달리기시 산소소비량을 비교한 결과 8.0km/hr 이상의 속도에서 걷기의 산소소비율이 달리기보다 두배 높게 나타났다고 보고하였다. 그러나 이 연구의 피험자가 올림픽 경보선수였기 때문에 13.5km/hr속도까지 걷기가 가능하였지만 이를 일반인에게 적용하기에 어려움이 있을 것이다. 건강한 여성을 대상으로 비교한 Greiwe와 Kohrt [11]의 연구에서는 8.0km/hr이상의 속도부터 걷기의 에너지소비율이 높아지는 것으로 보고한 바 있다. 이와 같이 걷기와 달리기시 피험자의 생리적 반응과 신체적 특성은 상호 밀접한 관계를 갖기 때문에 생리적 변화가 달라질 수 있을 알 수 있다.

특히 걷기시 산소소비량은 체중 또는 무게와 밀접한 관련성이 제시된 바 있으며[28,26], 본 연구자가 체지방율 30%이상인 비만인을 대상으로 속도별 걷기와 달리기시 산소소비율을 비교했던 이전 연구에서는 $\geq 6.5\text{km/hr}$ 속도부터 걷기의 산소소비율이 달리기에 비해 높아짐으로써 비만인과 일반인간에 걷기시 속도에 따른 운동강도에 차이가 있을 수 있음을 확인할 수 있었다. 또한 비만인의 체지방율의 차이에 의해서도 산소소비율에 다양한 양상이 나타날 수 있을 것으로 생각되어 모든 비만인들에게 이러한 연구 결과가 적용가능한지는 확실하지 못하다. 따라서 비만인들에서 걷기시 운동강도 및 에너지소비량 등 신체활동에 대한 정확한 평가를 위해서는 체지방율을 고려하여 속도별 걷기시 생리적 변화를 관찰하는 것은 비만인의 운동처방에서 의미 있는 일이라 생각된다. 이에 본 연구에서는 비만 여성을 대상으로 체지방율에 따라 분류하여 여러 동일한 속도에서 걷기와 달리기시 에너지 소비율을 비교·분석하고자 하였다.

재료 및 방법

연구대상

본 연구의 피험자는 특별한 질환이 없으면서 운동경력이 없는 22-26세의 비만여성 10명으로, 이들은 체지방율(%(percent body fat)에 의해 두 그룹(A그룹 : 30~35%, B그룹 : 35~40%)으로 분류되었다. 피험자의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

실험 절차

실험 전 피험자의 체지방율(%)은 체성분 검사장비 Inbody 2.0(Biospace, Korea)를 사용하여 측정했으며, 체지방율에 따라 두 그룹으로 분류하였다. 본 실험은 동일한 실험 조건에서 2주 간격을 두고 총 2회 실시하였다. 먼저 1 단계에서는 트레드밀에서 걷기, 그리고 2 단계에서는 트레드밀에서 달리기시 나타난 생리적 변인들을 조사하였다. 각 실험대상자들은 공복상태(최소 8시간)로 실험시작 1시간 전에 실험실에 도착하여 트레드밀(Quinton, USA)에서 5분간 warm-up을 실시한 후 검사를 실시하였다.

실험 방법

1) 걷기와 달리기 운동검사

걷기와 달리기 운동검사방법은 피험자간 동일한 속도를 적용하였다. 걷기 protocol은 트레드밀에서 매 5분마다 다음과 같이 속도를 증가시켰다: 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5, 7.0km · hr⁻¹ 그리고 달리기 protocol은 4.0km · hr⁻¹에서는 5분간 걷기를 적용하고 이후 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5, 7.0km · hr⁻¹속도에서는 매 5분마다 달리기 속도를 적용하였다[11].

2) 산소소비량 측정

각 대상자의 걷기와 달리기 속도별 산소소비량(VO₂)은

Table 1. Physical and anthropometric characteristics of subjects

Group	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	Body Fat (%)
A (n=6)	24.0±0.4	165.4±2.1	70.5±1.1	32.3±0.7
B (n=4)	25.2±0.7	168.1±3.0	74.4±1.8	36.7±0.9

Values are mean±SD.

Q4500(Quinton, USA)을 사용하여 측정하였다. 산소소비량은 매 속도별 마지막 2분간 측정치를 평균으로 하였고, 에너지소비량은 Weir Method [16]공식을 이용하여 계산하였다.

3) 심박수 측정

운동시 심박수 측정은 Sports tester, PE3000(Polar, Finland)를 사용하여 매 운동단계의 마지막 1분 측정치를 평균으로 하여 기록하였다.

4) 근전도(electromyogram) 측정

걷기와 달리기시 그리고 그룹간 대퇴근육의 근육동원량을 비교하기 위해서 표면 근전도 ME3000P(Mega Electronic, Ltd., Finland)을 사용하여 측정하였다. 표면전극(surface electrode)은 직경 9mm의 전극(Quinton AgCl chloride)으로, 전극간 거리는 2.5cm로 설정하였다. 근전도 측정은 대퇴사구근 중 내측광근, 대퇴직근, 외측광근에서 이루어졌으며, 해당 근육으로부터 발생된 근전도 신호는 샘플링 빈도(sampling frequency) 1000Hz에서 초당 1000 sample씩 기록되어 각 근육의 근전도 파형을 raw EMG로 저장하였다. 이후 4.5~7.0km/hr까지의 EMG 신호 자체의 파형(raw data)에 적분 근전도(integrated EMG, iEMG)분석을 적용하여 근동원량(μV)을 정량화 하였다.

자료 분석

본 실험에서 얻어지 자료는 SPSS/PC 통계 프로그램(10.0)을 이용하여 모든 측정 항목에 대한 평균(mean)과 표준편차($\pm SD$)를 산출하였다. 두 그룹내 걷기와 달리기시 측정된 변수에 차이를 검증하기 위하여 paired t-test를 실시하였고, 그룹간 걷기와 달리기시 변수의 평균차이는 독립 t-test로 검증하였다. 통계적인 유의수준은 $\alpha < .05$ 로 설정하였다.

결 과

본 실험은 비만여성을 체지방율(%)에 의해 두 그룹(A그룹: 30~35%, B그룹: 35~40%)으로 분류하고, 여러 동일한 트레드밀 속도에서 걷기와 달리기시 발생된 에너지소비를 관찰·비교하기 위한 것으로 다음과 같은 결과를 얻었다.

산소 소비량(VO_2)

두 그룹별 걷기와 달리기 동안 측정된 산소소비량 측정 결과는 <Table 1>와 같다. 트레드밀 속도 증가에 따른 산소소비량의 증가는 두 그룹 모두 달리기시 비해 걷기시보다 비선형적으로 증가함으로써 본 실험속도(4~7km/hr)내에서 걷기와 달리기시 산소소비량이 교차되는 시점이 나타났다<Fig. 1>, <Fig. 2>. 두 그룹간 비교에서는 A그룹이 B그룹보다 높은 산소소비량을 나타냈으며, B그룹이 A그룹보다 낮은 속도에서 걷기시와 달리기시 산소소비량이 교차되어 걷기시 산소소비량이 달리기시에 비해 높아지기 시작했다.

에너지 소비(kcal)

걷기와 달리기 동안 측정된 두 그룹별 에너지소비량 측정 결과는 <Table 2>와 같다. 걷기와 달리기시 속도별 에너지소비량 모두 속도증가에 따른 에너지소비의 증가를 보

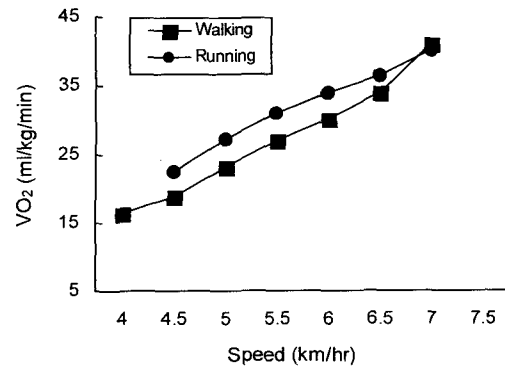


Fig. 1. Oxygen consumption during walking and running in 30~35% body fat.

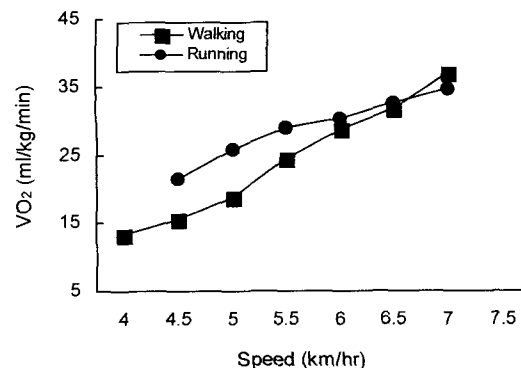


Fig. 2. Oxygen consumption during walking and running in 35~40% body fat.

Table 2. Results of paired t-test of VO_2 , energy expenditure, HR, and RER between walking and running in group A (% body fat 30~35)

Items		5.5km/hr		6.0km/hr		6.5km/hr		7.0km/hr	
		Mean±SD	t-value	Mean±SD	t-value	Mean±SD	t-value	Mean±SD	t-value
VO_2 ml/kg/min	walking	27±1.9		30±1.7		34±1.1		41±1.8	
	running	31±2.1	-2.31	34±0.9	-2.17	36±1.7	-1.80	40±2.4	1.13
EE kcal/min	walking	6.8±0.6		8.1±1.6		9.4±0.8		11.2±1.4	
	running	8.3±0.9	-0.88	9.7±1.4	-1.22	10.1±0.9	-1.92	10.9±1.2	1.01
HR beats/min	walking	150±4.8		171±6.5		173±7.1		182±6.4	
	running	154±8.2	-2.43	169±8.8	1.04	166±4.9	3.02	171±8.9	4.93*
RER	walking	0.87±0.7		0.91±.06		0.94±.07		0.96±.09	
	running	0.89±0.6	-0.89	0.90±.02	0.75	0.91±.06	1.42	0.94±.04	1.02

였으나, 두 그룹 모두 달리기와 걷기에 비해 걷기의 에너지 소비 증가율이 보다 비선형적으로 증가하는 경향을 보였다. 즉, 달리기와 걷기의 경우 이동한 거리에 따른 에너지 소비량이 상대적으로 일정하게 유지되고 있음을 보여주고 있다(Fig 3,4).

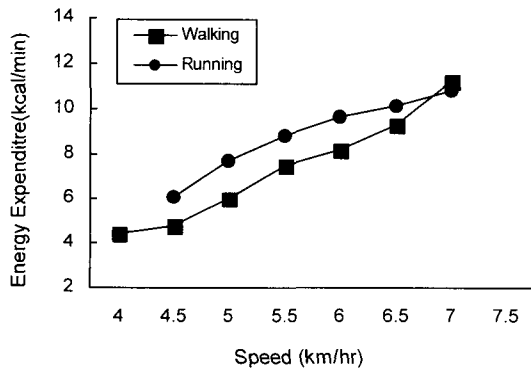


Fig. 3. Energy expenditure during walking and running in 30~35% body fat.

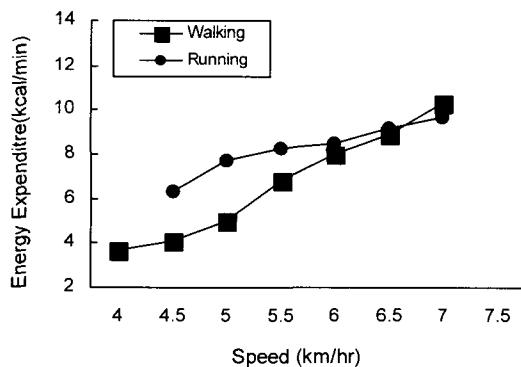


Fig. 4. Energy expenditure during walking and running in 35~40% body fat.

두 그룹간 비교에서 그룹 A의 걷기 효율성은 속도 증가에 따른 에너지 효율성의 빠른 감소(에너지 소비증가)가 나타나 대략 $\geq 6.8\text{km/hr}$ 속도부터는 이동한 거리에 대한 에너지 효율성이 달리기보다 떨어지기 시작했으며, 그룹 B의 경우도 이와 비슷한 경향을 나타냈으나 그룹 A보다는 낮은 속도에서 걷기의 에너지 효율성이 달리기보다 떨어지기 시작했음을 알 수 있다.

심박수

걷기와 달리기와 대한 심박수 측정결과 그룹 A에서는 속도 6km/hr이후부터 걷기시의 심박수가 달리기시보다 높아지기 시작해 7.0km/hr에서 유의한 차이가 나타났다($p < .05$), (Table 2). 그룹 B에서는 5.5km/hr 속도에서 걷기와 달리기시 심박수가 비슷하다가 이후 속도부터는 상호 교차되는 심박수 반응을 나타내었다(Fig. 5,6).

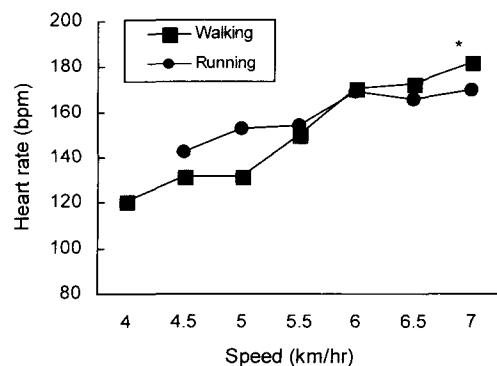


Fig. 5. Heart rate response during walking and running in 30~35% body fat. * $p < .05$.

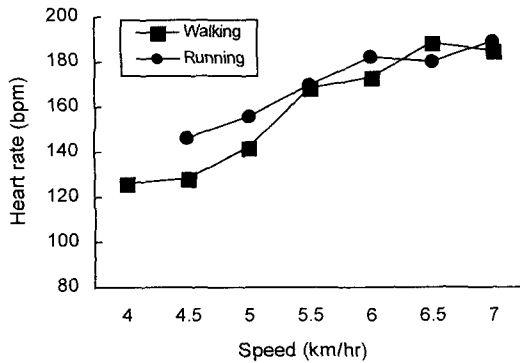


Fig. 6. Heart rate response during walking and running in 35~40% body fat.

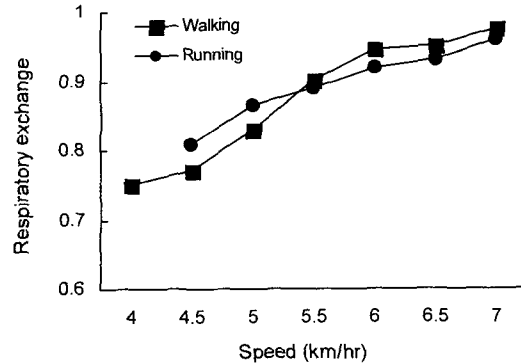


Fig. 8. Respiratory exchange ratio during walking and running in 35~40% body fat.

호흡교환율(RER)

초기 실험속도에서는 달리의 RER이 걷기보다 높았으나 속도가 증가할수록 걷기의 RER이 달리기보다 크게 증가하는 결과를 나타내었다. 두 그룹간 호흡교환을 변화를 비교해보면 그룹 A에서는 $\geq 5.8\text{km/hr}$ 속도부터 걷기의 RER이 달리에 비해 높아진 반면에 그룹 B에서는 속도 5.4km/hr 이후부터 걷기의 RER이 달리기 보다 높아지고 있음을 보여주었다(Fig 7,8).

고 찰

걷기시 산소소비량에 관한 연구를 살펴보면 산소소비율과 연령의 관계[12], 체중과의 관계[27], 체지방과의 관계[3] 그리고 신체활동에 따른 산소소비[15]등 다양한 형태의 연구가 있었다. 특히 속도별 걷기와 달리기 에너지 소비율의 관계를 조사하려는 연구가 있었다[13,18,14,19,11]. 비

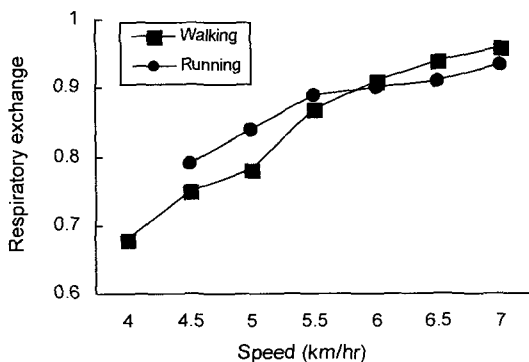


Fig. 7. Respiratory exchange ratio during walking and running in 30~35% body fat.

만여성을 대상으로 걷기와 달리기 속도별 에너지소비율을 관찰했던 이전연구에서 비만인과 일반인간 걷기속도에 따라 에너지소비율에 차이가 발생할 수 있음을 확인할 수 있었다. 이에 본 연구에서는 보다 구체적으로 체지방율에 따른 걷기와 달리기 에너지소비율을 비교·관찰하고자 하였다. 경보선수를 대상으로 7.2km/hr 이상의 속도에서 달리기보다 걷기의 에너지 소비율이 높았고, 8.0km/hr 이상의 속도에서는 걷기의 높은 에너지 소비율이 심박수, RER, 혈중 젖산 증가와 관련되어 보고된바 있었다[18]. 젊은 여성을 대상으로 한 Falls & Humphrey [9]과 Greiwe & Kohrt [11]의 연구에서는 속도 8.0km/hr 에서 걷기와 달리기 에너지 효율성의 전환점을 보고한 것과는 다르게, 본 연구결과에서는 체지방율이 30~35%와 35~40%인 두 그룹 모두에서 속도 $6.5\sim 7.0\text{km/hr}$ 범위내에서 걷기의 산소소비량이 달리에 비해 증가되는 시점이 발생되어 걷기와 달리의 효율성이 교차되는 것을 확인할 수 있었다. 이것은 경보선수와 일반인간의 차이와 마찬가지로 일반인과 비만인간에도 신체적 특성(체지방율)에 따라 생리적 반응에 차이가 있을 수 있음을 이전연구에서와 비슷하게 확인할 수 있었다. 특히 속도 $\geq 6.5\text{km/hr}$ 속도부터 두 그룹의 걷기의 에너지 소비가 급격히 증가하는 반면, 달리의 경우 전체 속도에서 완만한 증가를 나타내었다. 이것은 걷기의 효율성에 비해 달리는 $4.5\sim 7.0\text{km/hr}$ 까지 효율성이 크게 변화하지 않았음을 나타내는 것으로 즉, 이동한 거리에 소비되는 에너지가 속도에 크게 영향받지 않았다는 사실을 보여주었다. 걷기와 달리기 속도별 효율성의 변화 차이는 Cavagna 등[4]이 보고한 달리의 기계적 수행에

Table 3. Results of paired t-test of $\dot{V}O_2$, energy expenditure, HR, and RER between walking and running in group B (% body fat 35~40%)

Items		5.5km/hr		6.0km/hr		6.5km/hr		7.0km/hr	
		Mean±SD	t-value	Mean±SD	t-value	Mean±SD	t-value	Mean±SD	t-value
$\dot{V}O_2$ ml/kg/min	walking	24.5±1.4	-3.31	28.8±2.3	-1.89	31.8±1.5	-2.01	37.0±2.4	2.76
	running	28.9±2.8		30.3±1.9		32.7±1.6		34.7±1.4	
EE kcal/min	walking	6.6±1.1	-0.94	8.0±1.6	-0.48	8.8±0.8	-1.04	10.2±1.1	1.33
	running	8.2±0.8		8.4±1.3		9.2±0.7		9.7±1.3	
HR beats/min	walking	168±8.2	-1.88	173±6.6	-3.08	188±7.1	3.70	185±9.4	-1.23
	running	170±7.5		182±5.8		180±4.9		189±8.8	
RER	walking	0.90±0.7	0.29	0.95±0.06	1.16	0.95±0.07	0.94	0.98±0.09	1.24
	running	0.89±0.7		0.92±0.02		0.93±0.05		0.96±0.03	

의해 설
명될 수 있을 것이다. 이들은 달리기시 기계적 효율성이 다른 형태의 근수행작업보다 2배 높다고 하면서 달리기시 높은 기계적 효율성은 골격근의 신축성 반동(elastic recoil)에 의한 것이라고 하였다. 이러한 신축성 반동력이 걷기시에도 유사한 영향을 미치겠지만 높아지는 속도에서는 달리기에 비해 걷기의 효율성 감소에 원인이 되었을 것으로 생각된다. 두 그룹간 비교에서는 체지방율이 35%이상인 그

룹이 35%이하인 그룹보다 낮은 걷기속도에서 달리기시보다 에너지효율성의 감소가 발생됨으로서 체지방율이 높을수록 속도증가에 따른 걷기의 효율성이 다소 빨리 감소되는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 걷기시 체중과 에너지소비량간 관련성이 존재하는 것으로[26] 체지방량의 증가는 활동근의 양을 더 많이 동원시켜 걷기의 에너지 효율성을 감소시켜 발생된 것으로 생각된다.

걷기와 달리기시 심박수 측정결과 속도가 증가할수록

Table 4. Results of independent t-test of $\dot{V}O_2$, energy expenditure, HR, and RER over walking and running between group A and B

Speeds	Groups	$\dot{V}O_2$ t-value	EE t-value	HR t-value	RER t-value
5.5km/hr	A walking	2.29	1.56	-5.54	-1.45
	B walking				
	A running	3.84	1.17	-6.66	-2.41
	B running				
6.0km/hr	A walking	1.71	0.86	-1.81	-1.79
	B walking				
	A running	3.45	3.67	-3.87	-2.01
	B running				
6.5km/hr	A walking	3.50	2.01	-3.40	-1.16
	B walking				
	A running	1.53	2.84	-4.04	-1.82
	B running				
7.0km/hr	A walking	3.15	0.99	-2.31	-0.65
	B walking				
	A running	4.32	3.02	-12.1	-1.40
	B running				

걷기시 심박수가 달리기예 비해 비선형적으로 증가하는 양상을 보여 속도 5.5km/hr이후부터는 걷기시 심박수가 달리기시보다 높아졌으나, $\geq 35\%$ 체지방 그룹에서는 이후 교차되는 심박수 반응을 보였다. 산소소비량에 비해 낮은 속도에서 걷기시의 심박수가 달리기시보다 증가됨으로서 상대적으로 피로(스트레스)가 높았음을 보여주었으며 전체적으로는 $\geq 35\%$ 이상 체지방그룹이 높은 심박수 반응을 보여 체지방율의 증가에 의한 스트레스 증가에 차이가 있었음을 보여주었다. 호흡교환율에서도 속도증가에 따라 걷기시 탄수화물의 에너지참여비율이 달리기예 비교해서 빠르게 증가하였다. 그룹간 비교에서는 35%이상의 체지방그룹이 30~35%체지방그룹보다 모든 속도에서 높은 호흡교환율을 보였으며 달리기예 호흡교환율과 교차되는 속도시점이 낮아 비만도가 증가할수록 탄수화물의 에너지동원이 높아지는 결과는 보임으로써 젖산축적 등의 대사적 스트레스가 더 높았을 것으로 생각된다.

달리기예 비교되는 걷기시 속도증가에 따른 스트레스의 증가는 걷기시 동원된 근육량이 낮았기 때문에 발생한 것 같다. 근전도를 이용한 근동원량을 측정결과 5.5~7.0 km/hr까지 대퇴근육에서 측정한 적분근전도(IEMG)를 살펴보면 A그룹(걷기:105019 μ V, 달리기: 118972 μ V) 그리고 B 그룹(걷기:99031 μ V, 달리기: 178680 μ V)로써 걷기예 근동원량이 달리기예 비해 낮았으며($p < .05$), A그룹보다 B그룹에서 걷기예 달리기예 근동원량의 차이가 큰 것으로 나타났다. 동일한 에너지 생성율이 상대적으로 적은 근육량으로 생성된다면 근육예 가해지는 대사적 스트레스가 보다 크게 수반되기 때문에[11] 피험자가 느끼는 운동자각도는 높아질 것이다.

이상의 연구결과를 종합해볼 때 비만인의 걷기예 달리기예 에너지소비율이 교차되는 속도는 대략 6.5~7.0km/hr 범위였으며 체지방율예 의한 두 그룹간 유의한 차이는 없었지만, 35~40%체지방 그룹이 낮은 속도에서 에너지효율이 교차되는 결과를 보임으로써 체지방율예 의해 걷기예 에너지효율성예 다소 변화가 있을 수 있음을 보여주었다. 또한 심박수와 호흡교환율 등에서도 비만여성예 대상으로 했던 이전 연구와 유사했지만, 체지방율 높은 그룹에서 운동시 피험자가 느끼는 어려움(운동자각)이 높아지는 결과를 보였다. 결론적으로 비만여성에서 걷기운동시 체지방율의 차이가 걷기예 달리기예 에너지소비예 영향을 줌으

로써 걷기예 에너지효율성예 개인간 차이가 발생할 수 있지만 이러한 차이는 크지 않은 것으로 생각된다.

요 약

본 연구의 목적은 10명의 비만여성예 체지방율예 의해 두 그룹(A: 30~35%, B: 35~40%)으로 분류하여 여러 동일한 속도(5.5, 6.0, 6.5, 7.0km·hr⁻¹)에서 걷기예 달리기예 에너지소비율예 심박수, 호흡교환율, 근동원량 등을 비교하는 것이었다. 본 실험결과 트레드밀 속도증가에 따른 산소소비량은 두 그룹모두 걷기예 비선형적으로 증가하는 경향을 나타내었으나, 달리기예에는 선형적 증가를 나타내어 두 그룹 모두에서 속도 6.5~7km/hr내에서 걷기예 에너지소비율이 달리기예보다 높아지는 시점을 나타내었다. 두 그룹간 비교에서 유의한 차이는 나타나지 않았으나 A그룹보다 B그룹이 다소 낮은 속도에서 걷기예 에너지효율성이 달리기예보다 떨어지는 경향을 보였다. 심박수의 측정결과에서는 체지방율이 높은 그룹이 낮은 그룹보다 높은 심박수 반응을 보여 체지방율이 높을수록 운동스트레스가 커지는 결과를 보였다. 호흡교환율 또한 체지방율이 낮은 그룹보다 높은 그룹에서 운동시 탄수화물의 에너지참여비율이 높게 나타나 대사적 스트레스가 높은 것으로 나타났다. 이상의 결과로써 비만여성에서 걷기예 달리기예 체지방율이 높을수록 대사적 스트레스를 증가시킬 수 있는 것으로 나타났다고 에너지소비율도 영향을 받음으로써 걷기예 에너지효율성예 비만인간 차이가 발생할 수 있지만, 이러한 차이는 크지 않은 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Alekel, L., J. L. Clasey, P. C. Fehling, R. M. Weigel, R. A. Boileau, J. W. Erdman and R. Stillman. 1995. Contributions of exercise, body composition, and age to bone mineral density in premenopausal women. *Med Sci Sports Exerc.* **27(11)**, 1477-85.
2. Badier, M., C. Guillot, F. Lagier-Tessonier, H. Burnet and Y. Jammes. 1993. EMG power spectrum of respiratory and skeletal muscles during static contraction in healthy man. *Muscle Nerve.* **16(6)**, 601-619.
3. Brandsford, D. R. and E. T. Howley. 1997. Oxygen

- cost of running in trained and untrained men and women. *Med Sci Sports*. **9**, 41:44.
4. Cavagna, G. A., F. P. Saibene and R. Margaria. (1964). Mechanical work in running. *J Appl Physiol*. **19**, 249-256.
 5. Dalsky, G. P., K. S. Stocke, A. A. Ehsani, E. Slatopolsky, W. C. Lee and S. J. Birge. 1988. Weight-bearing exercise training and lumbar bone mineral content in postmenopausal women. *Ann Intern Med*. **108(6)**, 824-848.
 6. Davies, C. T. and A. V. Knibbs. 1971. The training stimulus. The effects of intensity, duration and frequency of effort on maximum aerobic power output. *Int Z Angew Physiol*. **29(4)**, 299-305.
 7. Davison, R. C. R., S. Grant, N. Mutrie, A. Nash and M. P. T. Kelly. 1991. Walk for health? *Journal of sports science* **10**, 556-564.
 8. Duncan, J. J., N. F. Gordon and C. B. Scott. 1991. Women walking for health and fitness. How much is enough? *Journal of the American Medical Association* **18**, 3295-3299.
 9. Falls, H. G. and L. D. Humphrey. 1976. Energy cost of running and walking in young women. *Med Sci Sports* **8**, 9-13.
 10. Garrick, J. G., D. M. Gillien and P. Whiteside. 1986. The epidemiology of aerobic dance injuries. *Am J Sports Med*. **14(1)**, 67-72.
 11. Greiwe, J. S. and W. M. Kohrt. 2000. Energy expenditure during walking and jogging. *Sports Med Phys Fitness* **40**, 297-302.
 12. Grimby, G. and B. Soderholm. 1962. Energy expenditure of men in different age group during level walking and bicycle. *Scand J Clin Lab Invest*. **14**, 321-328.
 13. Howley, E. T. and M. E. Glover. 1974. The caloric costs of running and walking one mile for men and women. *Med Sci Sports* **6**, 235-327.
 14. Maffei, C., Y. Schutz, F. Schena, M. Zaffanello and L. Pinelli. 1993. Energy expenditure during walking and running in obese and nonobese prepubertal children. *J Pediatr*. **123(2)**, 193-199.
 15. Martin, E., E. Philip-Rothstein and D. Larsh. 1991. Effects of age and physical activity status on the speed-aerobic demand relationship of walking. Exercise and sports research Institute Arizona State University. Tempe, Arizona pp. 852-853.
 16. McArdle, W.D., F. I. Katch, V. L. Katch. 2000. *Essentials of exercise physiology*. 2th edition. Baltimore: Williams & Wilkins. pp.150.
 16. McArdle, W.D., F. I. Katch, V. L. Katch. 2000. *Essentials of exercise physiology*. 2th edition. Baltimore: Williams & Wilkins. pp.151.
 18. Menier, D. R. and L. G. Pugh. 1968. The relation of oxygen intake and velocity of walking and running, in competition walkers. *J Physiol*. **197(3)**, 717-721.
 19. Mercier, J., D. Le Gallais, M. Durand, C. Goudal, J. P. Micallef and C. Prefaut. 1994. Energy expenditure and cardiorespiratory responses at the transition between walking and running. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. **69(6)**, 525-529.
 20. Milesis, C. A., M. L. Pollock, M. D. Bah, J. J. Ayres, A. Ward and A. C. Linnerud. 1976. Effects of different durations of physical training on cardiorespiratory function, body composition, and serum lipids. *Res Q*. **47(4)**, 716-725.
 21. Ohta, T., T. Kawamura, K. Hatano, M. Yokoi and U. Uozumi. 1990. Effects of exercise on coronary risk factors in obese, middle-aged subjects. *Japanese Circulation Journal* **54**, 1459-1464.
 22. Paffenberger, R.S., R. T. Hyde, A. L. Wing, I. M. Lee, D. L. Jung and J. B. Kampert. 1993. The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *N Engl J Med*, **328**, 538-545.
 23. Shephard, R. J. 1990. *The Canadian home fitness test*. Proceedings of ICSPEE Workshop on Fitness Testing. Tampere. pp. 25-26.
 24. Tesch, P.A., P. V. Komi, J. Karlsson & J. T. Viitasalo. 1983. Influence of lactate accumulation of EMG frequency spectrum during repeated concentric contractions. *Acta Physiol Scand*. **119**, 61-67.
 25. Tipton, C. M., R. D. Matthes, K. D. Marcus, K. A. Rowlett and J. R. Leininger. 1983. Influences of exercise intensity, age, and medication on resting systolic blood pressure of SHR populations. *J Appl Physiol*. **55(4)**, 1305-1310.
 26. van der Walt, W. H. and C. H. Wyndham. 1973. An equation for prediction of energy expenditure of walking and running. *J Appl Physiol*. **34(5)**, 559-563
 27. Voloshin, A. S. 1988. Shock absorption during running and walking. *J Am Podiatr Med Assoc*. **78(6)**, 295-299.
 28. Workman, J. M. and B. W. Armstrong. 1963. Oxygen cost of treadmill walking. *J Appl Physiol*. **18**, 798-803.

(Received October 25, 2002; Accepted February 5, 2003)