

팔 負荷, 다리 負荷, 등 負荷가 $\dot{V}_E/\dot{V}O_2$ 에 미치는 영향

申君洙* · 河海東**

The Effects of Hand, Leg and Back Load $\dot{V}_E/\dot{V}O_2$ Capacity

Koon - Soo Shin, Hae - Dong Ha

목 차	
Abstract	3. 연구계획 및 방법
I. 서 론	III. 연구결과
II. 연구방법	IV. 결 론
1. 연구 대상	참고문헌
2. 측정 기구	

Abstract

This study aims at investigating effects upon $\dot{V}_E/\dot{V}O_2$ caused by four types of Hand, Leg, Back loading and without loading. These measurements and analysis are made with co-operation of 5 male and 5 female college students as subjects.

1. $\dot{V}_E/\dot{V}O_2(M)$

1) During treadmill exercises, all weight levels kept from 42.827%(MLW) to 32.925%(MBW), But the levels were reduced gradually after 3.50 minutes. But from 3.50 minutes 8.0 minutes. They kept the same level. But after 8.0 minutes the levels increased stop by step. The records of all out were from 34.160%(MNW) to 28.390%(MHW).

2) The R^2 of the regression line(below 10.764) was constant, but MBW and MLW has a high statistical significance level but MNW and MHW had not statistical

*釜山水産大學校 教養課程部 副教授(運動生理學 專攻)

**韓國海洋大學校 教養課程部 副教授(運動生理學 專攻)

significance level of $P < 0.05$.

3) In normal distribution of Residuals scatterplot, MLW and MBW are normal but MHW and MLW are almost normal. However, in independent variables, MNW is normal but MHW, MBW and MLW are almost normal.

2. $\dot{V}_E/\dot{V}O_2(F)$

1) During teradmill exercises, all weights kept high level from 52.140%(FNW) to 41.045(FHW). But the levels were reduced gradually after 3.50minutes. But from 3.50 minutes to 10.0 minutes. They kept the same level. But after 10. minutes the levels increased step by step. The records of all out were from 34.160%(FNW) to 30.620%(FHW).

2) The R^2 of the regression line(Below 18.138) sas consistant, but FNW, FHW and FLW had a high statistical significance level, But FBW had not statistical significance level of $P < 0.05$.

3) In normal distribution of Residuals scatterplot, FNW, FHW and FLW are normal but FBW is almost normal. However, in independent variable, FBW is normal but FNW, FHW and FLW are almost normal.

I. 緒 論

신체활동에 있어서의 성공은 생리적 기능을 포함해서 운동 역학적 원리 및 심리적 원리 등 상호관계되는 많은 요인에 좌우된다. 더욱이 신체 형태적 요인, 호흡순환기능, 혈액성분의 변화 및 구성은 종종 특정 스포츠 활동에 큰 영향을 미친다. 따라서 운동후 운동의 강도나 생리적 변화를 호흡 순환기능의 변화를 통해서 분석하고 있다.

생체는 끊임없이 활동을 계속하고 있는 바 이를 뒷받침하는 가장 중요한 요소로서 활동근육에 대한 산소공급을 들 수 있다. 따라서 산소 공급 능력여하에 따라 생체의 운동능력이 좌우된다고 할 수 있다(石井喜八 등, 1986 ; 宮下充正 등, 1983 ; Burke, 1980 ; Pollock 등, 1984). 활동근육에 대한 산소공급 능력은 여러 요인에 의하여 결정되는데 그 중에서도 특히 폐환기, 폐확산 능력, 심박출량, 혈액의 산소포화 능력, 활동근에 대한 혈류, 활동조직 자체의 최대 산소섭취량을 생각할 수 있다(小宮秀一 등, 1988 ; Dirix 등, 1988 ; Verma 등, 1980 ; Sinning, 1975). 그러므로 운동능력이 향상됐다 함은 상술한 여러 인자중 하나 혹은 그 이상의 능력이 향상됐음을 의미하는 것으로 해석할 수 있다.

인체를 대상으로 그 중에서도 부위별로 중량을 부하 하여 생리적 변화나 기능을 회복시키기 위한 연구는 1960년대 말부터 주로 심장병 환자를 대상으로 부분적으로 이루어졌다. 또한 일부 운동선수들이 운동강도를 증가시키기 위해 발목에 납주머니나 모래주머니를 착용하고 주행훈

련을 하는데 그러한 운동훈련이 지구력 운동능력을 효과적으로 증가시킬 수 있는지에 대해서는 다소 알려져 있으나, 그러나 운동화의 무게나 형태 등에 따라 에너지값(Energy cost) 등에 변동이 일어난다는 보고가 많다(Bruce등, 1973 ; Burkette등, 1985 ; Caltin등, 1979 ; Graves등, 1988 ; Hamill등, 1988). 또 정적 운동시에는 정적 수축을 심하게 할수록 혈압과 심박수는 더 증가되며, 트레드밀 주행 중에 손에 물건을 들게 하는 동적 운동을 동시에 하게 하면, 트레드밀 주행만을 했을 때와 같은 운동량일 때, 즉 산소소비량이 같을 때에도 혈압 및 심박수가 더 높은 것으로 보고 되었다(Graves등, 1987 ; Jackson등, 1973). 그러나 팔, 다리, 등에 부하를 부여하지 않았을 때와 같은 여러 측면에서 부하 하였을 때의 $\dot{V}_E/\dot{V}O_2$ 의 변화를 비교 분석하거나, 이것을 토대로 트레이닝 방법이나 운동처방에 유익한 정보를 제공한 것은 부족하다.

분당환기량(\dot{V}_E)은 1분 동안 흡기와 호기되는 공기의 양을 뜻하며, \dot{V}_E 은 1회 호흡량(TV)×분당 호흡수(f)에 의해 결정된다. 또 운동 중에는 근육의 활동이 증가함에 따라 체내 산소 수요량이 증가하며, 그로 인해 산소섭취량($\dot{V}O_2$)의 증가가 요구되며, 호흡순환 기능의 촉진이 필요하게 된다. \dot{V}_E 은 운동중에 증가하고 대부분의 분당 환기량의 증가는 수축하는 근육에 의해서 소비되는 산소의 양과 $\dot{V}CO_2$ 의 생성량의 증가와 비례한다. 그러나 \dot{V}_E 가 최대 혹은 최대값 가까이에 이르렀을 때에는 $\dot{V}O_2$ 와 비례하지 않고 급속히 증가하는 반면에, $\dot{V}CO_2$ 생성량은 \dot{V}_E 와 비례한다. 본 연구를 통하여 팔, 다리, 등에 중량을 부하하여 $\dot{V}_E/\dot{V}O_2$ 에 어떠한 변동이 나타나는지를 밝혀 트레이닝과 운동 처방에 기초 자료를 얻고자 하는데 있다.

II. 研究 方法

1. 연구의 대상

본 연구의 대상은 미국 The University of Kansas 비선수군 남녀 각각 5명씩으로 총 10명으로 했다.

연구 대상 선발은 교양체육을 수강하는 학생들을 대상으로 연구계획을 설명한 후 지원자 남자 12명, 여자 9명 중에서 백인으로 체중, 신장과 연구시간을 고려하여 무작위(Random sampling)로 선발하였으며 연구대상의 신체적 특성은 Tab. 1.과 같다.

Tab 1. Characteristic of Subjects

	Age(yrs)	Height(cm)	Weight(kg)	RBP(mmHG)	VC(l/min)	Body fat(%)	RHR(bpm)
Male	20.1	179.00	76.50	120/80	4770.0	23.00	64.0
SD	1.0	5.00	5.50	10/00	450.0	2.00	3.0
Female	20.5	172.00	63.33	120/80	4178.5	24.00	67.0
SD	1.0	2.00	3.00	0/00	320.0	2.00	2.0

* RBP : Resting Blood Pressure. VC : Vital Capacity.
RHR : Resting Heart Rate.

2. 측정기구

본 연구를 위해 사용된 기구는 Tab. 2.와 같다.

Tab. 2. The instrument of test

Instrument	Model	Company
ECG Monitoring System	621 B	Quinton Instrument Co
Treadmill Control		"
Oxygen Analyer	LB - 1	"
Medical Gas Analyer(Co2)	LB - 2	"
Data System	IBM	Zenith
Gas Tank	O ₂ : 15.1% Co ₂ : 4.98%	Linde Gas Co
ECG Electrode	NDM	Daton Co
Parafilm	M	Greenwich Co
Alcohol Swab	B - D	Becton Dickinson Co
Glove	NDM	Dayton Co
Nose Clip	"	"
Mouth Piece	"	"
Spirometer	"	Olathe Co
Stop Watch		Quinton Instrument Co
Stethoscope	14730xP	"
Mercury Sphygmanometer		"
Lange Skinfold Caliper		Cienetific Industries Co
Body Load		"
Height Scale		"
Weight Scale		"

3. 연구계획 및 방법

연구 대상자에 대한 사전 자료를 정리한 후 각종 측정에 대한 위험성, 특성 및 방법 등에 대하여 주의시키고 측정에 앞서 미리 측정 승인서를 받았다.

1) 연구기간

연구기간은 1994년 2월 1일부터 20일에 측정하여 95년 8월에 자료 분석하였으며, 측정시 피험자 개개인의 피로나 심리적 상태를 고려하여 충분한 시간적 여유가 있을 때 측정하였으며, 팔 부하, 다리 부하, 등 부하의 측정 항목별 interval을 10분이상 배려하여 자기의 능력을 최대한 발휘할 수 있도록 하였다.

2) 측정방법

본 연구는 팔 부하, 다리 부하, 등 부하와 부하를 주지 않는 4가지 조건으로 하며, 부하를 주는 조건은 3kg의 부하로 Tab. 3과 같이 Maximum Bruce Treadmill test protocol로 측정하였다.

Treadmill test는 대상자가 처음에 벨트(Belt)의 양쪽 밖에 양발을 벌리고 선다. 그리고 준비 운동을 위해서 1.2mph와 0% 경사에서 약 3분간 가볍게 걷는다. 다음에 시작과 동시에 첫부하

Tab. 3. Maximum Bruce treadmill test protocol

Stage	Duration(min)	Speed(mph)	Grade(%)
Warm up	3	1.2	0
1	3	1.7	10.0
2	3	2.5	12.0
3	3	3.4	14.0
4	3	4.2	16.0
5	3	5.0	18.0
6	3	5.5	20.0
7	3	6.0	22.0
Cool down HR가 120bpm 이하	1.2	0	

*(村山正博등, 1986 ; Osness등, 1991)

의 속도는 1.7mph, 경사는 10%로 증가된다. 이 단계와 그 다음 모든 단계는 3분 동안 지속되며, 다음 단계는 0.5 - 0.9 mph 속도로 증가하며 경사는 2%씩 증가한다. Treadmill test는 의지적으로 더 이상 지속할 수 없을 때까지 실시하며, 테스트가 끝나고 정리운동(Cool down)을 위하여 1.7mph 속도와 0%의 경사에서 120bpm 이하의 심박수가 될 때까지 걷는다.

All out의 판단은 갑작스런 혈압의 저하(20mmHg 이상)나 지나친 혈압상승, Data system의 기록상승 중지, 갑작스런 심박수 증가(25bpm 이상), 당황하거나 얼굴이 창백해 질 때, 불쾌감을 나타내거나 구토증세를 나타낼 때, 보행실조 등을 할때 Treadmill 운동을 중지시켰다.

이러한 측정을 위해서 측정 30분 전에 측정 기자재를 Set-up시키며, 측정실 온도는 $21^{\circ} \pm 1^{\circ}c$ 로 유지시키며, 습도는 $55 \pm 5\%$ 의 수준을 유지했다.

Gas calibration은 Balance Nitrohen, O_2 15.1%, CO_2 4.98%가 혼합된 표준 Gas를 사용하며 O_2 와 CO_2 - Analyzer를 보정했다.

점증적 부하운동시 ECG monitor를 통하여 심박수 변화를 관찰하기 위하여 대상자의 가슴에 ECG electrode를 부착시키고, 테스트 도중 땀이나 움직임에 의한 noise를 방지하기 위하여 Electrode의 표면에 Surgical tape로 다시 고착시켰으며, 측정 바로 전에 대상자의 체중과 기압을 Data System에 입력하여 BTPS상태로 보정했다.

Treadmill 운동중 생리적 변화 상태를 측정하기 위하여 운동부하는 컴퓨터에 의해 자동적으로 작동되는 Data System을 사용하며 컴퓨터와 연결된 자동 Gas 분석기를 이용하여 운동중의 $\dot{V}_E/\dot{V}O_2$ 를 매 30초마다 측정하였다.

4. 자료 처리

본 연구에서 실시한 측정 결과의 모든 자료는 The University of Kansas의 National Supercomputing Network(KUHUB)상에서 IMSL(International Mathematical and Statistical Library) Software Packages를 사용하여 Data 분석을 하며 통계분석은 다음과 같은 방법으로 실시했다.

$\dot{V}_E/\dot{V}O_2$ DATA VARIATIONS ON TIMES (MALE)

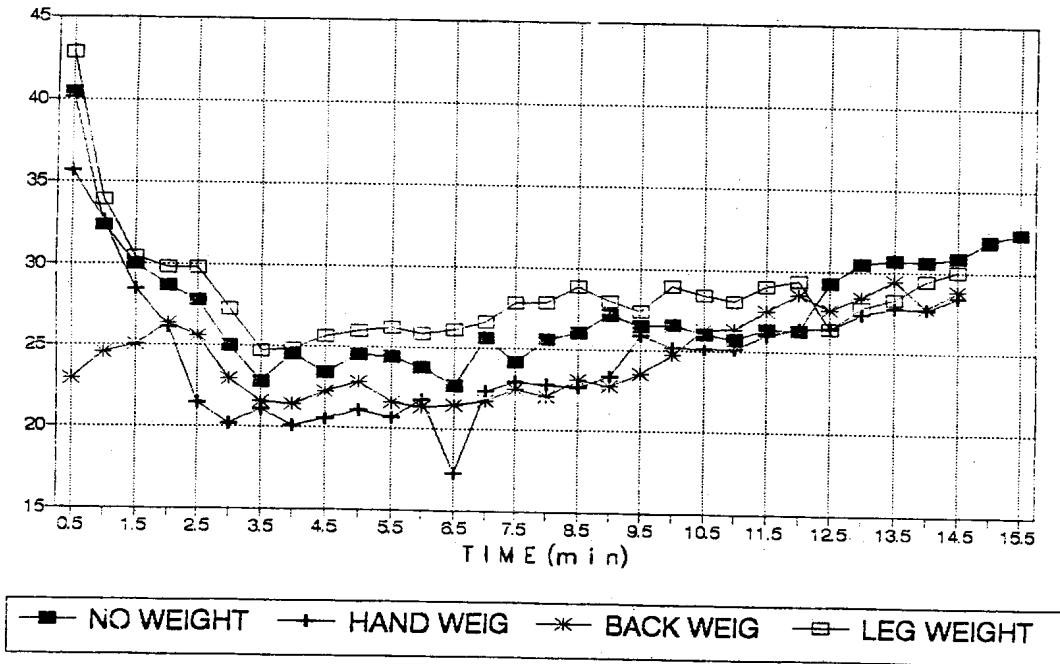


Fig. 1. $\dot{V}_E/\dot{V}O_2$ data variations on times(M)

Tab. 5. Simple regression analysis of $\dot{V}_E/\dot{V}O_2$ (M)

	MNW	MHW	MBW	MLW
R ²	0.009	0.004	10.764	5.000
P-value	0.9193	0.9926	0.0005	0.0200
Regression	y=27.09+0.01x	y=24.28+0.006x	y=21.74+0.36x	y=30.18-0.25x
TF	P-value	0.0388	2.000	0.5152
				0.0000
RT	ND	N	AN	N
	IV	N	AN	AN

*TF : Test for lack of fit.

RT : Residuals test.

ND : Normal distribution

IV : Independent variable

N : Normal

AN : Almost normal

$\dot{V}_E/\dot{V}O_2$ 남자에 대한 결과를 Tab. 4.와 Fig. 1.에서 살펴보면 트레드밀 운동 시작시 32.925%(MBW)에서 42.827(MLW)로 상당히 높은 수준으로 시작하였으나, 3분 30초에는 21.118%(MBW)에서 24.743(MLW)로 차츰 낮아졌다. 이러한 상태는 8분에 22.110%(MBW)에서 27.823(MLW)로 거의 수평상태를 유지하였으나, 트레드밀 운동이 끝날 무렵에는 28.390%(MHW)에서 30.040%(MLW)로 다시 차츰 차츰 높아져 트레드밀 운동이 끝났을 때는 32.330%(MNW)에서 28.390%(MHW) 사이에서 끝났다. 또한 4가지 부하조건 즉 MNW, MHW,

Tab. 6. Analysis of variance of $\dot{V}_E/\dot{V}O_2$

	R ²	P - value	Df	Coef(T - value - prob t)
MNW	0.009	0.9193	115	B0(23.285 - 0.000) B1(0.102 - 0.9193)
MHW	0.000	0.9926	106	B0(25.077 - 0.000) B1(- 0.009 - 0.9929)
MBW	10.764	0.0005	109	B0(26.967 - 0.000) B1(- 0.009 - 0.9929)
MLW	5.000	0.0200	108	B0(35.298 - 0.000) B1(- 2.362 - 0.0020)
FNW	8.093	0.0036	103	B0(19.119 - 0.000) B1(- 2.982 - 0.036)
FHW	18.138	0.0000	97	B0(21.371 - 0.000) B1(- 4.588 - 0.000)
FBW	0.184	0.6683	102	B0(11.737 - 0.000) B1(- 4.588 - 0.000)
FLW	13.988	0.0001	99	B0(18.911 - 0.000) B1(- 3.972 - 0.0001)

MBW, MLW와의 특별한 차이가 없어 상관이 없는 것으로 나타났다.

Tab. 5.에서 단순 회귀분석 결과를 보면 회귀 직선에 대한 설명력이 10.764(MBW)이하로 아주 낮았으며, 이 회귀 직선에 대한 유의성 검정에서는 MBW(0.0005)와 MLW(0.0200)는 유의했으나 MNW와 MHW는 유의하지 못했다. 그리고 잔차 검정을 보면 정규성에서 MNW와 MBW는 만족하나 MHW와 MLW는 약간 벗어났다. 또한 독립성에서는 MNW는 만족하나 MHW, MBW, MLW는 약간 벗어났다.

Tab. 6.의 분산분석에서 회귀 직선에 대한 유의성 검정에서 MBW와 MLW는 유의한 것으로 나타났으나 MNW와 MHW는 유의하지 못한것으로 나타났다.

2. $\dot{V}_E/\dot{V}O_2$ (여자)

여자 $\dot{V}_E/\dot{V}O_2$ 의 측정 결과는 Tab. 4.와 Fig. 2.에 나타난 바와 같이 트레드밀 운동 시작시 52.140%(FNW)에서 41.045%(FHW)로 상당히 높은 수준에서 시작하였으나, 3분 30초에는 31.083%(FNW)에서 21.720%(FBW)로 차츰 낮아졌다. 이러한 상태는 10분에 33.868%(FNW)에서 21.858%(FLW)로 거의 수평상태를 유지하였으나, 다시 차츰 차츰 높아져 트레드밀 운동이 끝났을 때는 34.160%(FNW)에서 30.620%(FHW) 사이에서 끝났다. 또한 4가지 부하 조건별과의 특별한 차이가 없어 상관이 없는 것으로 나타났다.

Tab. 7.에서 여자의 단순 회귀분석 결과를 보면 회귀 직선에 대한 설명력이 FHW(18.138), FLW(13.988), FNW(8.093), FBW(0.184)순으로 나타나 아주 낮았으며, 이 회귀 직선에 대한 유의성 검정에서는 FBW(0.6683)를 제외하고는 유의한 것으로 나타났다. 그리고 잔차 검정을 보면, 정규성에서는 FBW가 약간 벗어났으나 FNW, FHW, FLW는 만족했으며, 독립성은 FBW를 제외하고 FNW, FHW, FLW는 약간 벗어났다.

VE/VO2 DATA VARIATIONS ON TIMES (FEMALE)

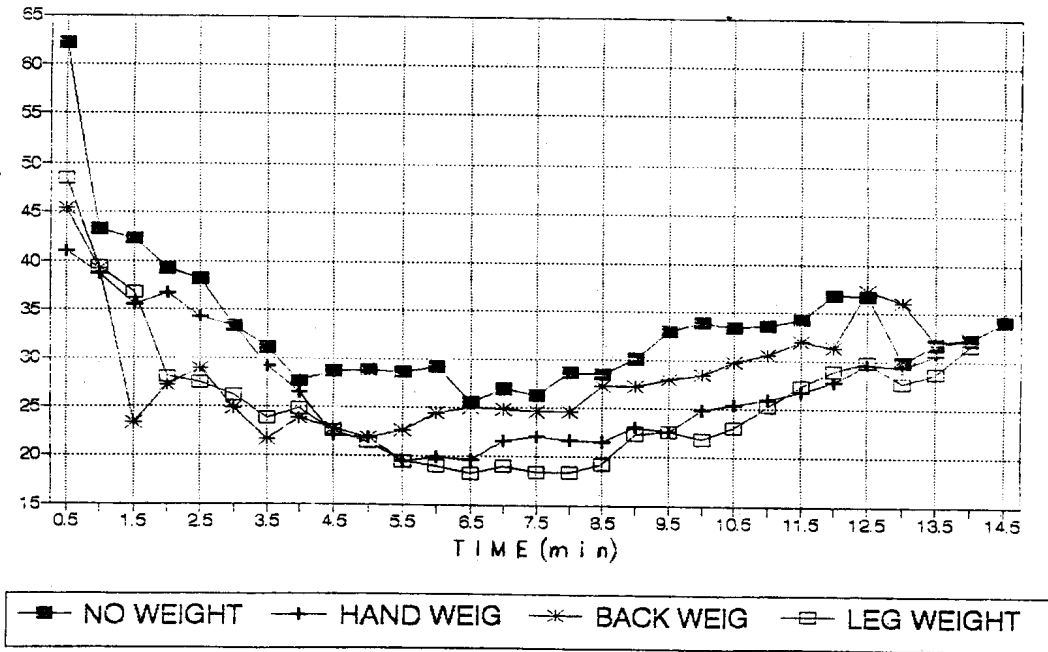


Fig. 2. $\dot{V}_E/\dot{V}O_2$ data variations on times(F)

Tab. 7. Simple regression analysis of $\dot{V}_E/\dot{V}O_2$ (F)

		FNW	FHW	FBW	FLW
R ²		8.093	18.138	0.184	13.988
P - value		0.0036	0.0000	0.6683	0.0001
Regression		y=38.71 - 0.78x	y=33.07 - 0.97x	y=27.15+0.13x	y=30.89 - 0.87x
TF	P - value	0.0018	0.0003	0.5761	0.0000
RT	ND	N	N	AN	N
	IV	AN	AN	N	AN

Tab. 6.의 분산분석에서 회귀직선에 대한 유의성 검정은 FBW(0.184)는 유의하지 못했으나 FNW, FHW, FLW는 유의한 것으로 나타났다.

IV. 考 察

호흡에 대한 변화는 팔 운동시가 다리 운동시보다 같은 운동강도에서 더 크다(Astrand 등, 1964 ; Rasmussen 등, 1975). 호흡량 증가는 주기적으로 변하는 호흡량에 호흡빈도가 증가하여 이루어지고 있다. 호흡량의 차이는 최대 산소 섭취량값이 정확했을 때 분명하다. 몸 전체의

동·정맥 산소 차는 같은 산소섭취량 수준이나 강도에도 팔운동시와 다리 운동시의 차가 아주 적다.

이것은 혈액의 흐름이나 조직 내에 산소의 추출에 크게 공헌하지 않는다는 것을 제시한다. 최근의 연구에서 고도로 훈련된 자는 팔 운동시 호흡과 산소 추출이 다리 운동시와 비슷하다고 제시했다.(Miles 등, 1989 ; Pendergast 등, 1979)

분당환기량은 운동 중에 증가한다. 대부분의 분당환기량의 증가는 수축하는 근육에 의해서 분당 소비되는 O₂의 양과 분당 생산되는 CO₂양의 증가에 비례한다. 분당환기량은 최대 혹은 최대하에 이르렀을 때만 산소섭취량과 비례하지 않는다. 그것은 최대하 운동시에는 O₂ 소비량보다는 CO₂ 제거의 필요성에 따라서 분당환기량이 조절된다는 것을 의미한다. 최대하 운동시 산소 섭취량보다는 분당환기량이 더 증가한다는 것은 분당환기량이 심장 및 호흡기의 능력을 억제하는 것 같지는 않는다는 것을 말한다(Fax 등, 1976).

본 연구에서 \dot{V}_E/\dot{V}_{O_2} 의 변화가 남·여 공히 트레드밀 운동 시작시 상당히 높은 수준으로 시작하였으나, 3분 30초에서 10분까지의 운동 중간에는 거의 수평상태를 유지하였다. 그러나 다시 차츰 차츰 높아져 트레드밀 운동이 끝났을 때는 운동 시작시보다 다소 낮은 수준에서 끝났다. 또한 4개 부하 조건별과의 차이가 없어 상관이 없는 것으로 나타났다. 이것은 팔과 다리는 같은 호흡순환기능의 통제 메카니즘을 가지고 있기 때문이라 사료된다. 그러나 두 운동형태 사이의 공통점을 관찰하기는 어렵다. 그것을 일반적으로 팔 운동시 최대 산소섭취량은 다리 운동의 단지 60~80%로 나타나는데서 확신할 수 있다. 이와 같은 발견은 생리적인 스트레스는 다리 운동과 비교하여 팔 운동이 더 높다는 것을 의미한다. 운동에 중추와 말초 혈액순환 반응은 근육질량에 독립적으로 나타난다. 그러나 운동강도에 직접적으로 관련되어 있다.(Reybrouck 등, 1975)

V. 結 論

일반대학생 남·여 각 5명씩을 대상으로 팔 부하, 다리 부하, 등 부하, 비 부하 조건이 \dot{V}_E/\dot{V}_{O_2} 에 어떤 변화를 가져오는지 측정 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. \dot{V}_E/\dot{V}_{O_2} (남자)

- 1)트레드밀 운동 시작시 42.827%(MLW)에서 32.925%(MBW)로 상당히 높은 수준에서 시작하였으나, 3분 30초까지는 차츰 낮아졌다. 이후 부터 8분까지는 수평상태를 유지하다가, 다시 차츰 높아져 All out시에는 32.330%(MNW)에서 28.390%(MHW) 사이에서 끝났다.
- 2)회귀직선에 대한 설명력(10.764이하)이 아주 낮았으며, 유의성 검정(P<0.05)에서 MBW와 MLW는 유의했으나, MNW와 MHW는 유의하지 못했다.
- 3)잔차 검정은 정규성에서 MNW와 MBW는 만족하나 MHW와 MLW는 약간 벗어났다. 또한

독립성은 MNW는 만족하나 MHW, MBW, MLW는 약간 벗어났다.

2. $\dot{V}_E/\dot{V}O_2$ (여자)

- 1) 트레드밀 운동 시작시 52.140%(FNW)에서 41.045%(FMW)로 상당히 높은 수준에서 시작하였으나, 3분 30초까지는 차츰 낮아졌다. 이후부터 10분까지는 거의 수평을 유지하다가, 다시 차츰 높아져 All out시에는 34.160%(FNW)에서 30.620%(FHW)사이에서 끝났다.
- 2) 회귀직선에 대한 설명력(18.138이하)이 아주 낮았으며, 유의성 검정($P < 0.05$)에서 FBW를 제외하고, FNW, FHW, FLW는 유의했다.
- 3) 잔차검정은 정규성에서 FBW는 약간 벗어났으나, FNW, FHW, FLW는 만족했다. 또한 독립성에서는 FBW는 만족했으나 FNW, FHW, FLW는 약간 벗어났다.

參 考 文 獻

- 1) 石井 喜八. 廣田公一. 平山昌弘.(1986). 都市中學生の運動ワラフの活動と補強走運動の有酸素能への效果. 體育科學. 14. 30 - 31
- 2) 宮下 充正. 渡邊(1983). 現代體育とスポーツ 大系. 8. 86 - 88
- 3) 小宮秀一. 安河内郎.(1988). 體組成の科學.(東京: 朝倉書店), 12 - 17
- 4) Astrand, I, Gugaray. A.(1968). Circulatory responses to arm exercise with different arm positions, J. Appl. Physiol, 25 - (5). 528 - 532.
- 5) Barrow. H. M. Man and Movement.(1977).(Philadelphia : Lea & Febiger). 139 - 140
- 6) Bruce. R. A. Hosmer. D.(1973). Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. Am Heart J. 85. 546 - 562
- 7) Burke, E, J. Exercise, Science and Fitness, (1980).(New York : Wilcoxpress). 45 - 51
- 8) Burkett. L. N. Kohrt. W, M.(1985). Effects of shoes and foot orthotics on $\dot{V}O_2$ and selected frontal plane Knee Kinematics, Med Sci Sports Exercise, 17 - (1). 158 - 163
- 9) Caltin. M. J. Dressendorfer. R. K.(1979). Effect of shoe weight and energy cost of running. Med Sci Sports Exercise. 11. 80
- 10) Cooper. K. H. Cooper. M(1988). The New Aerobics for Women.(Toronto : Bantan Books). 10 - 11
- 11) Dirix. A. Knuttgen. H.G. Tittel. K.(1988). The Olympic Book of Sports Medicine.(Blackwell scientific publications). 40 - 45
- 12) Dorociak. J. J. Nelson. J. K.(1983). The 1 mile and 2 mile run as measures of cardiovascular fitness in college Women. J. Sports Med, 23, 322 - 325
- 13) Fox, E. L. Mathews. D. K.(1976). The physiological basis of physical education and athletics. W.B. Saunders Company. 166 - 167
- 14) Frederick. E. C. Howley, E. T.(1980). Lower oxygen cost while running in air cushion type shoe. Med Sci Sports Exercise, 12. 81 - 82
- 15) Getchell. B.(1983). physical Fitness A way of life.(New york : John wiley & Sons). 21 - 22
- 16) Graves. J. E. Martin. D. Miltenberger. L. A.(1988). Physiological responses to walking with hand werghts. wrist weight and ankle weight. Med Sci Sports Exercise. 20 - (3). 265 - 271
- 17) Graves. J. E. Polleck, M. L. Montain, S. J.(1987). The effect of hand - held weights on the physiological responses to walking. Med Sci Sports Exercise. Med Sci Sports Exercise, 19 - (3). 260 - 265

- 18) Hamill, J. Freedson. P. S, Boda, W.(1988). Effects of shoe type on cardiorespiratory responses and rearfoot motion during treadmill running, *Med Sci Sports Exercise*, 20 - (5). 515 - 521
- 19) Harvey, Diamond. M.(1985). *FIT for Life*,(New york : A Warner Comunication Company). 88 - 89
- 20) Holland. G. J. Davis, E. C.(1975). *Values of Physcial Activity*.(New york : Wm. c. Brown Company. Iowa) 130 - 142
- 21) Jackson, D. H. Reeves. T. J.(1973). Isometric effects on teradmill exercise response in healthy young men. *Am J of Cardiology*, 31. 344 - 350
- 22) Krahenbuih. G. S. Pangrazi, R. P.(1977). Field estimation of VO₂ max in children eight years of age, *Med and Sci in Sports*, 9 - (1). 34 - 40
- 23) Mcardle. W. D. Magel. J. R.(1978). Specificity of run training on VO₂ max and heart rate changes during running and swimming. *Med and Sci in Sports*, 10 - (1). 16 - 20
- 24) Miles, D. S. Cox. M. H.(1989). Cardiovascular response to upper body exercise in normals and cardiac patients. *Med Sci Sports Exercise*, 21 - (5). 126 - 131
- 25) Osness, W. Nickel, N.(1991). *Fitness evaluation clinic manual*, The University of Kasas, 16 - 19
- 26) Pederson. P .K. Jorgenson. K.(1978). Maximal oxygen uptake in young Women with training inactivity and retraining. *Med and Sci in Sports*. 10 - (4), 233 - 237
- 27) Pendergast. D. Cerretelli. P.(1979). Aerobic and glycolytic metabolism in arm exercise. *J. Appl. Physiol*, 47 - (4). 754 - 760
- 28) Pollock. M. L. wilmore. J. H. Fox. S. M.(1984). *Exercise in Health and Disease*.(U.S.A : W.B. Saunders Company). 53 - 172
- 29) Rasmussen. B. Klausen. K.(1975). Pulmonary ventilation, blood gases, and Blood PH after training of the arms or the legs. *J. Appl. Physiol*, 38 - (2). 250 - 256
- 30) Reybrouck. T. Heigenhauser. G. F.(1975). Limitations to maximum oxygen uptake in arm, leg, and combined arm - leg ergometry. *J. Appl. Physiol*, 38 - (5). 774 - 778
- 31) Sinning. W. E.(1975). *Experiments and Demonstrations in Exercise Physiology*.(Philadelphia : W. B Saunders). 57 - 58
- 32) Verma. S. K. Sidhu. L. S.(1980). Cardiorespiratory fitness and performance on cycle ergometer. *J. Sports Med*, 198 - 206