

육상·수영 Sprinter의 점증적 부하기와 회복기에 혈중젖산농도 및 심박수 변화에 관한 연구

이창준¹⁾·고영호²⁾

- 목 차 -

I. 서 론

1. 연구의 목적

II. 연구방법

1. 연구대상

2. 실험방법

3. 자료처리

III. 연구결과 및 논의

1. 부하기동안 육상·수영 선수의

젖산 축적율 및 회복율의 변화

2. 부하기 동안 육상·수영 선수의

심박수 증가율 및 회복율의 변화

IV. 결 론

The study on the blood lactate and heart rate during increasing load in athletic and swim teams

Lee, Chang-Joon · Ko, Young-Ho

ABSTRACT

The study was undertaken to analysis thee change of bloos lactate concentration and heart rate between increasing and recovery period after all-out condition with sprint of athletic(3) and swim.(3) teams

The conclusion obtained were as follows:

1. ANOVA result of diference blood lactate in athletic and swim team was $F(2,18)=0.05$, $P>0.6141$ $F(2,18)=0.48$, $P>0.6253$, and was $F(2,18)=0.56$, $P>0.5790$, $F(2,18)=0.30$, $P>0.7477$ in heart rate during increasing load phase. therefore difference beteen athletic and swim team did not show signifaant .

1) 제주대학교 체육학과 교수

2) 제주대학교 체육학과 조교

1. ANOVA result of difference blood lactate in athletic and swim team was $F(2,15)=6.60$ $P>0.0080$, $F(2,15)=3.04$, $P>0.0777$ and was $F(2,15)=0.12$, $P>0.08891$, $F(2,15)=0.75$, $P>0.4874$ in heart rate during recovery phase. therefore difference in athletic team showed significant but and id'nt in sim team.

1. 서 론

1. 연구의 목적

운동경기와 관련되어 있는 과학적 개념을 이해하기란 쉬운일은 아니지만 경기력 향상을 위해서는 이에대한 과학적 접근이 절실히 요구된다. 즉 운동의 목적에 따라 방법적인 면에서나 기능적인면에서 많은 차이가 있기 때문에 신체적 트레닝을 통해 생체의 적응현상을 유발시키기 위해서는 먼저 그 운동의 구조를 잘 이해하는 것이 우선되어야 하며, 신체에 대한 영향의 차이도 숙지하여 그 운동의 효과를 충분하게 발휘시켜야 한다. 특히 전신운동은 인간의 생리기능 모두를 동원한다고 해도 과언이 아닐 정도로 총합적인 움직임이기 때문에 단기간에 이것들을 전부 이해하는 것은 대단히 어려우나 신체에서 행해지고 있는 신체구조에 따른 호흡순환기능과 생리, 생화학적 현상을 파악한다는 것은 대단히 중요한 일이다. (Fox와 Mathews, 1974). 대부분의 운동 생리학자들은 최대산소섭취량이 지구성 능력에 대한 유일하고도 최선의 지표라고 간주하고 있다. 이러한 주장은 장거리 선수들에 관한 연구들에 의하여 확인되어 왔다 (Costill 등., 1973; Robinson 등., 1973). 그러나 최대 산소섭취량 그 자체가 운동 수행능력을 나타내는 유용한 지표이긴 하지만 개인이나 팀의 트레닝에 필요한 특별한 유. 무산소적 운동시간을 계획하거나 최대하 운동능력을 평가 하는데는 최선의 방법이라고 단정하여 말할 수만은 없으며(Katch 등., 1978; Ready와 Quinney, 1982; Mickelson 과 Hegarman, 1982) 지구성 운동 선수들의 경우에 최대 산소 섭취량이 정체 상태에 있더라도 지구성 운동수행 능력을 계속해서 향상시킬 수 있다는 보고가 많다(Astrand와 Rodahl, 1986). 이와 같은 결정인자 중의 하나가 점증부하 운동중의 대사성 산성증(metabolic acidosis) 과 호흡가스 교환(gas exchange)에 관계된 시점의 산소 섭취량이나 운동량의 수준으로 정의되고 있는 무산소성 역치이다.(Katch등., 1978; Kindermann 등., 1979; MacDougall, 1977; Rusko 와 Rahkilak, 1980; Wasserman 등., 1973). 또한 운동 생리학 분야에서 젓산역치와 환기역치에 대해서 많은 연구를 해 오고 있는 이유는 이 매개변수가 최대 산소섭취량, 근섬유의 특성, 골격근의 산화효소의 활성도와 높은 상관관계가 있기 때문에 지구성 운동선수들의 생리적 특성을 잘 나타내 주고 있으며 특히 지구성 트레닝처방에서 최적의 운동강도로서 그 타당성이 입증되고 있기 때문이다. (Farrel 등., 1979; Katch 등., 1978; Kindermann 등., 1979:).

운동을 통한 심폐기능 중 심박수의 변화는 체력, 특히 지구력을 평가하는데 중요한 자료가 되며, 혈중젓산농도(blood lactate concentration) 장기간 훈련을 쌓은 운동선수의 심박수는 안정시에는 시맥을 이루고 운동 중에는 서서히 증가되며 회복도 빠름을 볼 수 있는데 (Hagberg, J. M et al., 1978), 이것은 심박수가 심폐기능의 척도가 됨을 제시해 주는 것이다. 젓산은 운동의 형태와 강도에 따라 근육활동 중 포도당(glucose)의 무산소적 대사

육상·수영 Sprinter의 점증적 부하기와 회복기에 혈중젖산농도 및 심박수 변화에 관한 연구(이창준·고영호)

(anaerobic metabolism)에 의해서 혈액과 근육 속에 축적된다. 가볍고 중정도의 운동부하시에는 산소의 공급이 충분하므로 별 증거가 없으나, 강한 운동시는 증가한다(Mathews, D.K et al., 1971). 이 젖산은 운동이 끝난 후에 급속히 감소하여 60분 후에는 안정 상태로 회복된다고 한다(Astrand, P.O et al., 1970). 좋은 체력을 가진 선수일수록 운동 중 젖산의 증가속도가 완만하며, 젖산함량이 높아도 더 오래 견딜 수가 있다(정성태, 1978).

운동수행에 따른 혈중 젖산농도의 변화는 운동선수들의 심폐기능, 무산소성 대사능력, 젖산 내성 및 피로양상을 분석하기 위한 중요한 지표로 간주되어 왔으며(Fohrenbach et al., 1987; Mero, 1988) 특히 운동수행 후 회복기의 그 변화 양상은 최고치 및 회복율이 심폐기능과 무산소성 파워를 중심으로 한 유·무산소성 운동능력과 높은 관련성을 가진 지표로 제시될 수 있다.(Chatard et al., 1988; Donovan and Brooks, 1983)

따라서 본 연구에서는 육상 및 수영선수들을 대상으로 운동수행에 따른 점증적 부하기와 회복기에 혈중젖산농도 및 심박수의 변화를 알아 보는 데 그 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 제주도대표 중학교 단거리육상선수 및 수영선수 6명으로 구성하였으며, 그들의 신체적 특징은 <표-1>과 같다.

<표-1> 피험자의 신체적 특성

Subj.	Sex	Height (cm)	Weight (kg)	Blood Pressure	Waist (cm)	Chest (cm)
H.J.Y.	F	154	44	120/62	73	75
A.S.H.	F	145.8	35	123/73	77	76
K.Y.J.	F	155.2	34.5	101/58	72	78
K.S.Y.	F	151	46	100/62	67	72
K.S.H.	F	160	58	124/69	76	72
J.Y.J.	F	154.5	45	120/72	77	76

2. 실험방법

1) 실험 장비

육상선수 및 수영선수의 훈련에 사용되었던 측정용구는 <표-2>과 같다.

2) 실험장비의 가동

Bicycle ergometer의 경우에는 체인 등에 낀 이물질들을 사전에 제거함으로써 기계적인 저항력을 없도록 하고, 사전에 속도계와 부하기의 정상 상태를 확인한 다음 가동하였고, 젖산 분석시스템(YSI blood lactate analysis System)의 경우 1차적으로 혈액을 sampling하기

전에 기기의 민감도를 조정하는 과정에서 calibration을 한 결과 0.5 μ m가 될 때까지 기다려서 혈액을 채취하여 젖산 농도를 측정하였다. 원격 심박수 측정기(Telegraph system)는 자전거 에르거메타 전상부에 고정을 시킨 후 임의로 부하를 준 후 심박측정기의 양쪽 봉을 잡도록 함으로써 순간 심박수를 파악하였다. 마틴식 인체측정기기(Martin type anthropometrics)는 신장, 요위, 및 흉위를 실험 전에 측정하였다.

〈표-2〉 측정용구

Experimental apparatus	Manufactory	Remark
Bicycle ergonometer	Japan, Senohn	Heartrate
YSI blood lactate analysis System	U.S.A. YSI, 2300	Checker
Telegraph system	Japan, Senohn	
Martin type anthropometrics	Japan, T.K.K., co.	Girth of body

3) 부하 방법 및 측정 항목

각 피검자에게 Bicycle ergonometer를 이용하여 부하를 신호와 동시에 60rpm을 유지하도록 하여 매 2분 동안 달리게 했다. 부하 2분 후 혈중젖산농도를 측정하기 위해 피험자로부터 샘플을 채취하고, 심박수를 측정하였다. 측정 후 2분은 휴식을 취하게 한 후 1단계에서 All-out단계 까지의 부하는 0.5KP씩 부하를 올려가면서 같은 방법으로 혈중젖산농도 및 심박수를 측정하였다. 이러한 방법으로 모든 피검자가 All-out상태가 될 때까지 동일한 방법으로 실시하였다. 또한 All-out이후 회복기에서 역시 부하를 주지 않은 상태에서 매 2분 간격마다 6회씩 혈중젖산농도 및 심박수를 측정함으로써 개인별 회복율을 파악하였다. 각 피검자마다 실험에 임하기 전에 체격 요건(흉위, 요위, 체중, 신장)을 측정하였으며, 심박수를 각 부하의 증가마다 측정하기 위해 피검자 가슴 부위에 3개의 전극(electrode)을 한국체육과학연구원 실험기자재 매뉴얼에 따라서 부착하였고 측정하였다.

4. 자료 처리

육상선수와 수영선수로 나누어 각 환경에서 체내의 생리적 변화 및 훈련의 효과, 회복율을 알아보기 위해 부하기와 휴식 기간에서 첫째, 각각의 평균 및 편차를 구하였고 둘째, 각 단계에 따른 혈중 젖산 농도, 심박수 및 혈압에서 차가 있는지를 검증하기 위해 ANOVA 검증을 하였다. 셋째, 부하가 점증적으로 증가하는 동안 실시한 시행 간의 변화에 대해 육상선수 및 수영선수의 증가회수(독립변수) 및 혈중젖산 농도 및 심박수의 증가율(종속변수)에 미치는 변화를 알아보기 위해 회귀식을 통해 경향을 분석하였다.

Ⅲ. 연구결과 및 논의

본 연구의 목적에 부합되는 결론을 추출해내기 위해 육상 및 수영선수 6명을 대상으로 훈련의 부하의 조건을 all-out상태에 이르도록 하였고, 선수들의 점증적 부하 및 회복기에 혈중

젖산농도 축적율, 심박수증가를 및 회복율의 변화를 각각 분석하였다.

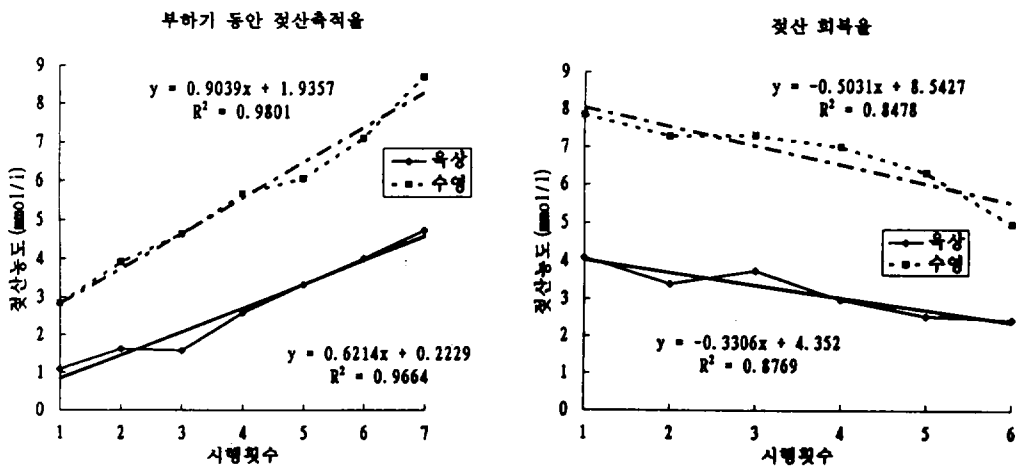
1. 부하기 동안 육상·수영선수의 젖산축적율 및 회복율의 변화

육상 및 수영선수들의 각 부하에 따른 혈중젖산농도의 증가 및 회복(표-3)와 <그림-1>과 같으며, 육상선수들의 무산소성 역치수준이 시작되는 시점은 6회(4.00±0.34mmol/l)로 보이며, 수영선수들의 무산소성 역치수준이 시작되는 시점은 3회(4.64±0.21mmol/l)에서 증가하는 현상을 보였다.

<표-3> 부하기 동안 육상·수영선수의 젖산축적율 및 회복율의 변화

(단위 : mmol/l)

시행 과험자	부하기							회복기						
	시행1	시행2	시행3	시행4	시행5	시행6	시행7	시행8	회복1	회복2	회복3	회복4	회복5	회복6
육상선수														
H.J.Y	1.04	1.72	1.27	2.33	3.07	3.62	4.05		3.41	3.24	2.93	2.77	2.55	2.52
A.S.H	0.94	1.30	1.34	2.02	3.16	4.10	5.04		3.37	2.96	2.69	2.63	1.93	1.82
K.Y.J	1.30	1.88	2.18	3.41	3.75	4.27	5.11		5.48	3.99	5.59	3.54	3.12	2.99
M	1.09	1.63	1.59	2.59	3.33	4.00	4.73		4.08	3.40	3.74	2.98	2.53	2.44
SD	0.19	0.30	0.51	0.73	0.37	0.34	0.59		1.21	0.53	1.60	0.49	0.60	0.59
수영선수														
K.S.Y	2.92	3.73	4.47	4.79	5.77	6.09	8.90		6.46	6.30	6.91	6.42	5.32	4.83
K.S.H	3.08	4.18	4.87	6.82	6.91	8.26	9.00		8.77	8.04	8.01	7.64	7.18	5.86
J.Y.J	2.51	3.83	4.58	5.34	5.43	6.91	8.18		8.30	7.50	6.98	6.95	6.43	4.21
M	2.84	3.91	4.64	5.65	6.04	7.09	8.69		7.84	7.28	7.30	7.00	6.31	4.96
SD	0.29	0.24	0.21	1.05	0.78	1.10	0.45		1.22	0.89	0.62	0.61	0.94	0.83



<그림-1> 젖산축적율 및 회복율 변화

따라서 육상선수들이 수영선수들보다 무산소성 운동이 높게 나타나는 현상이 보이며, 회복율

의 변화에서 보면 육상선수들의 혈중젓산농도는 $4.08 \pm 1.21 \text{mmol/l}$ 에서 $2.44 \pm 0.59 \text{mmol/l}$ 수준으로 감소하는 현상이나타났으며, 수영선수들의 혈중젓산농도는 $7.84 \pm 1.22 \text{mmol/l}$ 에서 $4.96 \pm 0.83 \text{mmol/l}$ 수준으로 감소하는 현상이나타났다. 이와 같이 육상선수들이 수영선수들보다 회복율감소가 정상적으로 감소하는 것으로 나타났다.

또한 증가율을 나타낸 기울기는 <그림-1>와 같으며, 육상선수의 혈중젓산농도의 축적율은 $R^2 = 0.9664$ 에서 $Y = 0.6214x + 0.2229$ 의 회방정식을 보였으며, 매2분간격 마다 휴식시 회복율은 $R^2 = 0.8769$ 에서 $Y = -0.3306x + 4.352$ 의 회귀식을 보였으며, 수영선수의 혈중젓산농도의 축적율은 $R^2 = 0.9801$ 에서 $Y = 0.9039x + 1.9357$ 의 회방정식을 보였으며, 매2분간격 마다 휴식시 회복율은 $R^2 = 0.8478$ 에서 $Y = -0.5031x + 8.5427$ 의 회귀식을 보였다.

이에 따라 육상선수의 혈중젓산농도 축적율의 증가 그래프와 회복율의 그래프는 완만한 경사를 보여주고 있다. 그러나 수영선수의 혈중젓산농도 축적율의 증가 그래프는 급경사에 가까운 현상을 보였고 회복율은 완만한 그래프를 나타냈다.

<표-4>에서 나타난 것과 같이 육상선수와 수영선수의 부하기 동안 혈중젓산농도의 변화의 차이에 대한 차검증을 위해 변량분석결과 $F(2,18)=0.05$ 에서 $P>0.6141$ 및 $F(2,18)=0.48$ 에서 $P>0.6253$ 으로 나타났다. 따라서 육상선수와 수영선수간의 혈중젓산농도를 비교할 때 유의한 차이는 보이지 않았으며, <표-4>에서 나타낸 것과 같이 심박수의 변화의 차이에 대한 차검증을 위해 변량분석결과 $F(2,18)=0.56$ 에서 $P>0.5790$ 및 $F(2,18)=0.30$ 에서 $P>0.7477$ 로 나타난 바, 혈중젓산농도와 마찬가지로 유의한 차이를 나타나지 않았다.

<표-4> 부하기동안 육상 선수 · 수영선수의 혈중젓산 및 심박수의 차이에 대한 변량분석

Source	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
육상선수					
혈중젓산농도					
Model	2	1.92095238	0.96047619	0.05	0.6141
Error	18	34.49937143	1.91663175		
Total	20	36.42032381	$R^2 = 0.052744$		
심 박 수					
Model	2	1116.952381	558.476190	0.56	0.5790
Error	18	17842.000000	991.222222		
Total	20	18958.952381	$R^2 = 0.058914$		
수영선수					
혈중젓산농도					
Model	2	3.89572381	1.94786190	0.48	0.6253
Error	18	72.75525714	4.04195873		
Total	20	76.65098095	$R^2 = 0.050824$		
심 박 수					
Model	2	695.5238095	347.7619048	0.30	0.7477
Error	18	21184.2857143	1176.9047619		
Total	20	21879.8095238	$R^2 = 0.031788$		

운동을 통한 심폐기능 중 심박수의 변화는 체력, 특히 지구력을 평가하는데 중요한 자료가 되며, 혈중젖산농도(blood lactate concentration, 양정옥, 1990) 장기간 훈련을 쌓은 운동 선수의 심박수는 안정시에는 서맥을 이루고 운동 중에는 서서히 증가되며 회복도 빠름을 볼 수 있는데(Hagberg, J. M 등, 1978 ; 양정옥, 1990), 이것은 심박수가 심폐기능의 척도가 됨을 제시해 주는 것이다. 젖산은 운동의 형태와 강도에 따라 근육활동 중 포도당(glucose)의 무산소적 대사(anaerobic metabolism)에 의해서 혈액과 근육 속에 축적된다. 가볍고 중정도의 운동부하시에는 산소의 공급이 충분하므로 별 증가가 없으나, 강한 운동시는 증가한다(Mathews, D.K 등, 1971). 이 젖산은 운동이 끝난 후에 급속히 감소하여 60분 후에는 안정 상태로 회복된다고 한다(Astrand, P.O 등, 1970). 좋은 체력을 가진 선수일수록 운동 중 젖산의 증가속도가 완만하며, 젖산함량이 높아도 더 오래 견딜 수가 있다(양정옥, 1990)

중, 장거리 선수들의 무산소성 역치 수준의 변화에 있어서 무산소성 역치는 Wasserman 등(1964)이 점증적 운동부하시 산소공급량이 수요량에 미치지 못할 때 근육에서의 산소부족에 의한 무산소성 해당작용 증가와 동시에 젖산생산물 증가가 안정시 수준으로 급격하게 증가되는 시점으로 정의한 이래 그 정의에 대한 많은 논란이 제기되어오고 있다. Davis 등(1970)은 운동 형태에 따른 최대 유산소적인 능력과 무산소성의 역치에서 환기량과 이산화탄소 배출량과 급격히 산소농도가 증가하는 시점의 값을 구하고 정리하여 얻은 무산소성 역치의 값과 혈중젖산농도에서 얻은 무산소성 역치와의 사이에 $r = 0.95$ ($P > 0.01$)가 있다고 정의하고 있다.

Gaisl 등(1980)은 경기성적과 $\dot{V}O_2\max$ 및 무산소성 역치와의 상관에 대해서 35명의 남자 중, 장거리 주자의 년간을 통해 측정하여 검토한 결과 중, 장거리 종목(800m, 1500m)의 경기성적과의 상관계수는 $\dot{V}O_2\max$ (ml/kg/min)과의 $r = -0.436 \sim -0.492$ ($p < 0.05 \sim 0.01$) 및 $AT-\dot{V}O_2$ (ml/kg/min)과의 $r = 0.388 \sim -0.435$ ($p < 0.05$)이며 경기성적과 $AT-\dot{V}O_2$ (ml/kg/min)과의 $r = -0.612 \sim -0.672$ ($p < 0.01$)로 가장 높은 상관계수를 나타내었다.

지구력 능력을 평가하는 지표로서 $AT-\dot{V}O_2$ 는 $\dot{V}O_2\max$ 보다 민감한 변수가 된다고 사료되며, 또 지구력 트레이닝의 강도역치로서 Kindermann 등(1979) 및 Gaisl 등(1980)은 무산소성 역치의 중요성을 인식시켜주고 있다.

강(1996)은 중학교 중·장거리선수 6명을 대상으로 사전·고지·사후실험결과 혈중 젖산농도는 고지훈련을 하였을 경우가 하지 않은 경우보다 혈중 젖산 농도의 축적량은 더 감소하였고, 고지훈련 후 다시 평지에서 훈련을 하였을 경우 점차적으로 사전의 조건으로 적응해 가고 있음을 알 수 있었으며, 이는 $F(2, 258) = 3.22$ 로 $P < 0.041$ 수준에서 통계적으로 유의하였다. 지구성 능력은 사전의 경우보다 고지훈련을 하였을 경우가 평균 9.50%, 사전보다 사후의 경우가 12.88%로 다소 높은 증가를 나타내었다. 또한 회복기에서는 고지훈련의 경우에 사전보다 뚜렷한 회복율을 나타내었고 사후 역시 고지훈련의 결과로 회복율에서는 사전과 큰 차이를 나타내어, 고지훈련의 효과가 $F(2, 78) = 6.39$ 로 $P < 0.002$ 수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

고(1996) 훈련장소에 따른 혈중젖산농도, 심박수 및 혈압의 변화에 관한 연구에서 평지, 중간지대 및 고지대 훈련을 각각 실시 후 젖산 회복율 및 올 아웃까지의 젖산축적율이 평지, 중간지대 보다 고지대에서의 회복시는 $F(2, 42) = 22.15$ 에서 $P > 0.0001$ 로서 빠른회복 보였으며, 올 아웃까지는 $F(2, 110) = 4.58$ 에서 $P > 0.012$ 로서 낮은 축적율은 유의한 수준을 보였다.

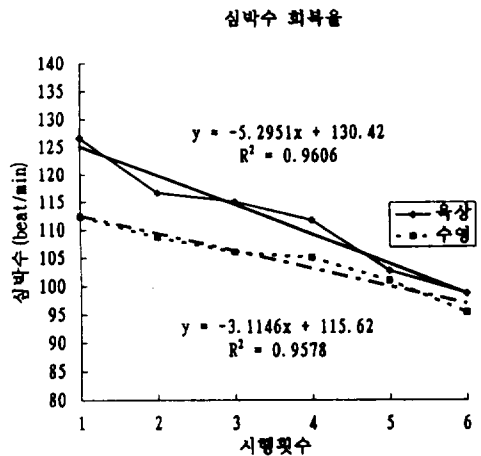
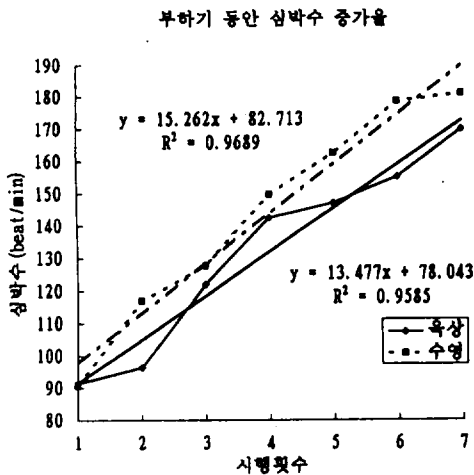
2. 부하기 동안 심박수증가율 및 회복율의 변화

육상 및 수영선수들의 각 부하에 따른 심박수의 증가 및 회복은 <표-5> 와 <그림-2>과 같으며, 육상선수들의 무산소성 역치수준이 시작된 이후 all-out 상태의 최고치는 $169.67 \pm 11.93 \text{ beat/min}$ 로 나타났다. 수영선수들의 무산소성 역치수준이 시작되는 이후 all-out 상태의 최고치는 $180.67 \pm 7.57 \text{ beat/min}$ 로 증가하는 현상을 보였다.

<표-5> 부하기 동안 심박수증가율 및 회복율의 변화

(단위 : beat/min)

시행 피험자	부하기								회복기					
	시행1	시행2	시행3	시행4	시행5	시행6	시행7	시행8	회복1	회복2	회복3	회복4	회복5	회복6
육상선수														
H.J.Y	79	89	131	163	164	172	183		130	115	115	111	103	100
A.S.H	95	96	117	121	126	136	166		129	123	121	115	100	91
K.Y.J	100	104	118	143	151	157	160		121	112	109	109	105	105
M	91.33	96.33	122.00	142.33	147.00	155.00	169.67		126.67	116.67	115.00	111.67	102.67	98.67
SD	10.97	7.51	7.81	21.01	19.31	18.08	11.93		4.93	5.69	6.00	3.05	2.51	7.09
수영선수														
K.S.Y	95	123	135	140	153	171	172		113	111	108	108	104	98
K.S.H	98	131	132	155	176	184	186		107	106	105	103	103	91
J.Y.J	79	97	116	154	158	180	184		117	109	105	104	97	97
M	90.67	117.00	127.66	149.66	162.33	178.33	180.67		112.33	108.67	106.00	105.00	101.33	95.33
SD	10.21	17.78	10.21	8.39	12.10	6.66	7.57		5.03	2.52	1.73	2.65	3.79	3.79



<그림-2> 심박수의 증가율 및 회복율의 변화

따라서 육상선수들보다 수영선수들이 심박수의 증가가 현저하게 높게 나타났으며, 회복율의 변화에서 보면 육상선수들의 심박수 $126.67 \pm 4.93 \text{beat/min}$ 에서 $98.67 \pm 7.09 \text{beat/min}$ 수준으로 감소하는 현상이나타났으며, 수영선수들의 심박수는 $112.33 \pm 5.03 \text{beat/min}$ 에서 $95.33 \pm 3.79 \text{beat/min}$ 수준으로 감소하는 현상이나타났다. 따라서 육상선수보다 수영선수들이 감소율이 높게 나타났다.

또한 증가율을 나타낸 기울기는 <그림-2>와 같으며, 육상선수의 심박수의 증가율은 $R^2 = 0.9585$ 에서 $Y = 13.477x + 78.043$ 의 회방정식을 보였으며, 매2분각격 마다 휴식시 회복율은 $R^2 = 0.9606$ 에서 $Y = -5.2951x + 130.42$ 의 회귀식을 보였으며, 수영선수의 심박수의 증가율은 $R^2 = 0.9689$ 에서 $Y = 15.262x + 82.713$ 의 회방정식을 보였으며, 매2분각격 마다 휴식시 회복율은 $R^2 = 0.9578$ 에서 $Y = -3.1146x + 115.62$ 의 회귀식을 보였다. 그러므로 육상선수의 심박수의 증가율의 증가 그래프는 급경사에 것으로 나타나고, 회복시에는 역시 급경사에 가까운 현상을 보였다. 수영선수의 심박수의 증가율의 증가 그래프는 급경사에 가까운 것으로 나타났고, 회복시에는 완만한 경사를 보였다

<표-6>에서 나타난것과 같이 육상선수 및 수영선수의 회복기 동안 혈중젖산농도의 변화의 차이에대한 차검증을 위해 변량분석결과 $F(2,15)=6.60$ 에서 $P>0.0080$ 및 $F(2,15)=3.04$ 에서 $P>0.0777$ 으로 나타났다. 이와 같이 혈중젖산농도의 비교시 육상선수가 수영선수에 비해 유의한 차이를 보였으며, <표-6>에서나타난 바. 심박수의 변화의 차이에 대한 차검증을 위해 변량분석결과 $F(2,15)=0.12$ 서 $P>0.0.8891$ 및 $F(2,15)=0.75$ 에서 $P>0.4874$ 로나타것으로 볼때 심박수에서는 육상선수 및 수영선수 모두가 유의한 차이를 나타나지 않았다.

<표-6> 회복기 동안 육상 선수·수영선수의 혈중젖산 및 심박수의 차이에 대한 변량분석

Source	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
육상선수					
혈중젖산농도					
Model	2	7.99447778	3.99723889	6.60	0.0088
Error	15	9.08315000	0.60554333		
Total	17	17.07762778	$R^2 = 0.468126$		
심 박 수					
Model	2	28.77777778	14.38888889	0.12	0.8891
Error	15	1821.00000000	121.40000000		
Total	17	1849.77777778	$R^2 = 0.015557$		
수영선수					
혈중젖산농도					
Model	2	7.17341111	3.58670556	3.04	0.0777
Error	15	17.67141667	1.17809444		
Total	17	24.84482778	$R^2 = 0.288729$		
심 박 수					
Model	2	60.77777778	30.38888889	0.75	0.4874
Error	15	604.33333333	40.28888889		
Total	17	665.11111111	$R^2 = 0.091380$		

강(1996)은 중학교 중·장거리선수 6명을 대상으로 사전·고지·사후실험결과 사전, 고지, 사후의 시행 회수 및 개인별 평균은 사전 100.81beat/min, 고지 121.88beat/min, 사후 119.20beat/min 으로 각각 나타났고, 가장 높게 나타난 것은 고지, 사후, 사전의 순으로 나타났다. 이 각각의 훈련 결과에 대한 분산분석한 결과는 $F(2,255)=8.72$ 로 $P<0.01$ 수준에서 유의한 차이를 나타내 이러한 결과로 볼 때 고지훈련을 하였을 경우가 가장 높은 심박수를 나타냈고, 다시 평지에 적응하는 동안 동일한 훈련 강도를 가하였을 경우가 사전의 경우에 비해 고지훈련의 효과가 통계적으로 크게 나타났음을 알 수 있다. 심박수의 회복은 고지훈련의 결과로 사전의 경우보다 훨씬 빠르게 회복 경향을 나타내었음이 $F(2,78)=11.34$ 로 $P<0.001$ 수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났고, 1차, 2차, 3차 회복 기간의 회복율은 서서히 이루어졌다.

고(1996)는 훈련장소에 따른 혈중젖산농도, 심박수 및 혈압의 변화에 관한 연구에서 평지, 중간지대 및 고지대 훈련을 각각 실시 후 심박수 회복율 및 올 아웃까지의 증가율은 평지, 중간지대 보다 고지대에서의 회복기에는 $F(2,42)=6.47$ 에서 $P>.003$ 로서 빠른회복을 보이므로 유의한 수준을 보였으나, 올 아웃까지는 $F(2,110)=2.83$ 에서 $P>.063$ 로서 높은 경향을 보이므로 유의한 차이를 보이지 못하였다.

따라서 선행연구의 결과와 비교하면 본 연구에서 중·장거리 선수들이 나타낸 최대운동부하시 심박수를 한국 주니어 대표선수의 최대 심박수에 대한 평균치는 202 beats/min을 나타내었고, 미국 주니어 대표선수의 최대 심박수는 192 beat/min을 나타내어 (孔, 1987), 본 연구의 피검자들이 나타낸 최대 심박수 169.67 ± 11.93 beat/min(육상) 및 180.67 ± 7.57 beat/min(수영)보다는 낮게 나타났고, 여남희 (1987)가 보고한 마라톤 선수($n=15$)들의 최대심박수는 207.20beat/min을 나타내어 본 연구에서 나타낸 평균치(192.25 ± 7.61 beat/min)들 보다 역시 낮은 심박수를 보였다.

IV. 결 론

본 연구는 육상 및 수영단거리선수 6명을 대상으로 훈련시 부하의 조건은 all-out상태에 이르도록하여 운동선수들의 점증적 부하기와 회복기에 혈중젖산농도 및 심박수변화를 각각 분석하여 얻은 결과는 다음과 같다.

1. 육상 및 수영선수의 부하기 동안 혈중젖산농도의 변화의 차이에대한 차검증을 위해 육상 선수의 변량분석결과는 $F(2,18)=0.05$ 에서 $P>0.6141$ 이며, 수영선수의 변량분석결과는 $F(2,18)=0.48$ 에서 $P>0.6253$ 으로 나타난 바, 혈중젖산농도의 비교시 육상선수와 수영선수 간의 유의한 차이는 보이지 않았으며, 또한 심박수의 변화의 차이에 대한 차검증을 위해 육상 선수의 변량분석결과는 $F(2,18)=0.56$ 에서 $P>0.5790$ 이며, 수영선수의 변량분석결과는 $F(2,18)=0.30$ 에서 $P>0.7477$ 로 나타난 바, 혈중젖산농도와 마찬가지로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

2. 육상 및 수영선수의 회복기 동안 혈중젖산농도의 변화의 차이에 대한 차검증을 위해 육상 선수의 변량분석결과는 $F(2,15)=6.60$ 에서 $P>0.0080$ 이며, 수영선의 변량분석결과는

$F(2,15)=3.04$ 에서 $P>0.0777$ 으로 나타난 바, 혈중젖산농도의 비교시 육상선수가 수영선수 에 비해의 유의한 차이를 보였으며, 회복기 동안의 심박수 변화의 차이에 대한 차검증을 위해 육상선수의 변량분석결과는 $F(2,15)=0.12$ 에서 $P>0.0.8891$ 이며, 수영선수의 변량분석결과는 $F(2,15)=0.75$ 에서 $P>0.4874$ 로나타난 바, 심박수에서는 육상 및 수영선수 모두가 유의한 차이를 나타나지 않았다.

참 고 문 헌

- 강인태(1996), "고지훈련을 통한 중학교 중·장거리 선수의 생리적 변화" 석사학위논문 제주대학교.
- 고영호(1996), "훈련장소에 따른 혈중젖산농도, 심박수 및 혈압의 변화에 관한 연구" 석사학위 논문 제주대학교.
- 공용대(1987), 한국 및 미국 주니어 장거리 우수 선수의 선정된 신진대사특성 연구, 한국체육학회지, 26(2): pp.229-243.
- 여남희(1987), 마라톤 선수들의 무산소성 역치의 특성, 동아대학교 부설 스포츠 과학연구소 논문집, 5: pp.77-88.
- 양정옥(1990), 최대운동부하 후 심박수와 혈중젖산 농도의 회복률에 관한 연구, 한국체육학회지 제29권 제1호.
- 정성태(1978), 체육의 생리학적 기초, 동화문화사, 215-228.
- Astrand, P. O. and Rodahl, K.,(1970). Textbook of work physiology. New York, McGraw.
- Åstrand, P-O. and Rodahl, K.(1986): Textbook of work physiology: physiological bases of exercise, New York, McGraw-Hill : 327-334.
- Chatard, J. C., Paulin, M., Laceur, J. R.(1988). Post-competition blood lactate measurements applied to the 400m Olympic record holder T. Fahrner. Ln : Ungerechts B. E., Wilke.
- Costill, D.L., Thomason, H. and Roberts, E.(1973): Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running, Med.Sci.Sports, 5: 248-252.
- Donovan, C. M., and Brooks, G. A.(1983). Endurance training effects lactate clearance, not lactate production. American Journal of Physiology, 244, E83-E92.
- Farrell, P.A., Wilmore, J.H., Coyle, E.F., Billing, J.E. and Costill, D.L.(1979): Plasma lactate accumulation and distance running performance, Med.Sci.Sports., 11(4): 338-344.
- Fohrenbach, R., Mader, A., and Hollman,(1987). Determination of endurance capacity and prediction of exercise intensities for training and competition in marathon runners. International Journal of Sports Medicine, 8, 11-18.
- Fox, E. L. and Mathews, D.K.(1974): Interval Training, W. B. Saunders Co.,

Philadelphia: 22-25.

- Gaisl, G., König, H., Pessenhofer, H. and Schwabberger, G.(1980). "Die Trainingsoptimierung in Mittel-und Langstreckenlauf mit Hilfe der Bestimmung des areobanaeroben Schwellenbereiches." Deutsche Zeitschrift f.Sportmedizin, 31: pp.131-140.
- Hagberg, J. M., Hickson, R. C., Ehsani, A. A. and Holicszy, J. O.(1978). Oxygen deficit and debt in exercise and recovery : Effect of training(Abstract). Federation. Proc.
- Katch, V., Weltman, A., Sady, S. and Edeson, P.F.(1978): Validity of the relative percent concept to equating training intensity, Eur.J.Appl.Physiol., 39: 219.
- Kindermann, W.G. and Simon, J.K.(1979). "The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of workload intensities during eudurance training." Eur.J.Appl.Physiol., 42: pp.25-34.
- MacDougall, J.D.(1977): The anaerobic threshold, its significance for the eudurance athletes, Can.J.Appl. Spt.science, 2:137-140.
- Mathews, D. K. and Fok, E. L.(1971) : The physiological basis of physical education and athletics. phila-delphia, Saunders.
- Mero, A.(1988). Blood lactate production and recovery from anaerobic exercise in trained and untrained boys. European Journal of Applied Physiology, 57, 660-666.
- Mickelson, T.C. and Hegarman, F.C.(1982): Anaerobic threshold measurements of elite oarsman, Med.Sci.Sports., 14(6): 440-444.
- Ready, A.C. and Quinney, H.A.(1982): Alternations in anaerobic threshold as the result of endurance training and detraining. Med. Sci. Sports., 14(4): 292-296.
- Robinson, S.(1973): The physiology of muscular exercise, In medical physiology.(ed.) V.B.Mountcastle. St.Louis: C.V.Mosby Co., pp.1273-1305.
- Rusko, H. and Rahkilak, P.(1980): Anaerobic threshold heart volume and blood properties in male endurance athletes, Med.Sci.Sports., 12(2): 124.
- Wasserman, K. and McIlroy, M.B.(1964): Detecting the threshold of anaerobic metabolism in Cardiac patients during exercise, Am.J.Cardiol, 14: 844-852.