

운동습관이 혈액중 젖산농도 및 LDH 생성에 미치는 영향

남 정 혜

경민대학 다이어트정보과

The Effect of Regular Exercise on the Level of Blood Lactate and LDH Production in College Women

Jung He Nam

Dept. of Dietary Information Management, Kyungmin College, Eujungbu City 480-702, Kyungki-Do

Abstract

The purpose of this study was to compare the level of blood glucose and lactate and also plasma LDH production of college women in relation to exercise. College female student which majored athletics (E. exercise group, n=43) were recruited and compared with college women (Control group, n=60). Anthropometric measurements, triceps skinfold thickness were measured of two groups. And body fat mass and waist and hip circumferences were measured and the concentrations of plasma glucose, lactic acid and lactic acid dehydrogenase (LDH) were also assayed. Average height and weight of E group were slightly higher than that of control group, but there is no difference in body mass index (BMI) and waist hip ratio (WHR) between two groups. The percentage of body fat and body fat mass(kg) in E group was slightly lower than that of control group. Plasma glucose and LDH levels of E group were higher than those of control group, and plasma lactic acid concentration was significantly increased.

Key words : BMI, WHR, body fat mass, plasma glucose, LDH (lactate dehydrogenase), exercise.

서 론

최근 우리나라에서는 경제성장과 생활수준의 향상 등으로 생활양식에 많은 변화를 가져오고 있다. 즉 기계화, 자동화로 인하여 신체활동의 기회가 점차 줄어들고 서구적 식생활 패턴의 영향으로 인하여 비만 인구의 비율이 증가되고 있다. 비만은 당뇨병이나 고혈압症 질환에 대한 이환율을 증가시키고 이를 질환의 직접적인 원인이 되는 고지혈증은 우리나라에서도 점차 중요한 건강문제가 되고 있다^{1~3)}. 실제로 1998년도 우리나라 국민영양 조사 보고서⁴⁾에 의하면 20세 이상 성인중에서 체질량지수 (BMI: body mass index) 가 25이상인 사람의 비율이 20.5%이었다. 이것은 1991

년, 1992년의 17.1%와 19.6%와 비교하여 빠르게 증가하고 있는 추세이다.

특히 20세를 전후한 시기는 식습관이 거의 완성되는 시기로 이 시기의 대학생들의 식습관 및 영양 섭취 실태에 관한 조사연구는 매우 중요한 의미를 가진다⁵⁾. 여대생의 경우 불규칙한 수업시간과 방과후의 활동, 잘못된 영양지식 및 외모에 대한 지나친 관심 등으로 인한 지나친 체중조절 등으로 인하여 식생활을 소홀히 여기기 쉽다^{6,7)}. 비만은 선천적으로 유전적 요인과도 관련이 있지만 식습관이나 운동 등 환경적인 요인이 중요하게 좌우하므로 이의 조절을 통하여 비만을 예방할 수 있다고 하였다^{8,9)}.

최근까지 국내외에서 다양한 계층의 식습관 및 기

Corresponding author : Jung He Nam

호조사, 영양소 섭취실태에 관한 조사연구^{10~12)}가 활발하게 이루어져 왔으며 또 식습관과 심혈관 질환의 주요 위험인자인 혈청 지질조성과의 관계에 관한 연구가 일부 이루어지고 있으며 운동시 신체조성의 변화에 관한 연구^{13,14)}는 많으나 혈중 지질조성에 관한 비교 연구는 많지 않다. 여러 연구^{15,16)}에서 장기간의 지속적인 유산소 운동으로 신체조성이 변화된다고 하였으며 성인이나 정상아동, 비만아동들을 대상으로 한 연구¹⁷⁾에서도 운동에 의해 신체 각 부위별 체지방량 및 체지방량의 분포가 다르게 나타났다고 보고하였다. 또 Hoummard 등¹⁸⁾의 연구에서도 장기간의 유산소 운동은 체성분을 변화시키고 체중이나 체지방량을 감소시킨다고 하였으며 아울러 체지방의 감소뿐만 아니라 근량을 증가시키는 데 효과적이라고 하였다.

운동으로 인한 체내의 에너지 대사 체계는 운동의 종류나 강도, 지속시간 등에 따라 달라지는데 혈액은 이러한 대사 체계의 변화를 가장 잘 반영하는 것으로 알려져 있다. 규칙적인 운동은 혈중 lipoprotein lipase (LPL) 농도를 활성화시킴으로써 혈액과 조직간 중성지방의 가수분해를 촉진한다고 하였을 뿐만 아니라 혈청 중성지방 및 LDL 콜레스테롤의 감소와 동시에 HDL 콜레스테롤 함량을 증가시킴으로써 궁극적으로 심혈관 질환의 예방과 치료에 도움을 주고 있다^{17~19)}

운동강도가 증가하면 운동수행을 위한 주요 에너지원으로써 체내 당질의 이용비율이 높아짐과 동시에 함께 체내에서는 운동수행을 위해 근육의 glycogenolysis와 glycolysis가 빨라지고 결국 혈액중 젖산과 lactate dehydrogenase(LDH) 농도가 증가하게 된다고 하였다²⁰⁾. 따라서 본 연구에서는 일부 여대생과 장기간 지속적인 운동을 하고 있는 체육전공 여대생들을 대상으로 하여 운동이 혈중 지질성분에 미치는 영향을 비교 분석함으로써 여대생들의 운동과 관련하여 식생활 개선 및 영양교육의 기초자료를 마련하고자 실시하였으며 아울러 지속적인 운동이 혈중 포도당 및 유산, LDH 농도에 미치는 영향을 함께 비교 검토하고자 하였다.

연구내용 및 방법

1. 연구 대상 및 기간

본 연구의 조사 대상자는 대학 2학년에 재학중인 건강한 일반 여대생 60명(Control group)과 적어도 1주일에 3회 이상, 1회의 운동시간이 2시간 이상의 규칙적인 운동을 최소한 1년 넘게 꾸준하게 실시하고 있

는 체육전공 여대생 43명 (E. exercise group) 등 총 103 명을 대상으로 하였으며 조사기간은 2000년 5월부터 6월 사이에 이루어졌다.

2. 연구 방법

1) 체위조사 및 체지방량 측정

모든 체위의 측정은 조사 당일 12시간 공복상태에서, 얇은 걸옷만 입은 채로 측정하였다. 체중과 신장을 측정하고 허리둘레와 엉덩이 둘레는 줄자 (Anthropometric tape, Preston 5193)를 이용하여 측정하였다. 신장과 체중 측정값으로부터 체질량지수(BMI : body mass index)를, 둘레 측정값으로부터 엉덩이 둘레에 대한 허리둘레의 비 (WHR : Waist hip ratio)를 계산하였다. 상완위 피하지방 두께 (Triceps skinfold thickness)는 skinfold caliper (Lange Co, USA)를 사용하여 3회 반복하여 측정하였다.

또 고혈압이나 당뇨병, 심장질환 등 만성퇴행성 질환에 대한 이환 가능성을 예측하는 중요한 지표로 이용되는 체지방율은 Impedance fat meter (model SIF-891)를 사용하여 측정하였는데 Impedance는 누운 상태에서 대상자의 오른쪽 손과 발에 장착된 전극에서 800 μA, 50KHz의 미약한 교류전류를 통하므로서 같은 부위에 장착한 검출전극간의 전압을 측정함으로써 구하였다. 모든 측정은 측정자간의 오차를 줄이기 위해서 동일인에 의해 이루어졌다.

2) 혈액 채취 및 생화학적 분석

조사 대상자들의 혈액채취는 12시간 공복상태에서 실시되었는데 대상자들의 정맥으로부터 헤파린 처리된 1회용 주사기를 이용하여 약 5ml씩 혈액을 채취한 다음 4°C, 1,000g에서 15분간 원심분리한 후 혈청을 분리하여 -70°C에서 냉동보관하였다. 혈액중 총 포도당 농도는 glucose oxidase법에 의해 조제된 효소 kit를 이용하여 분석하였고, lactate 농도와 LDH 농도는 효소 Kit를 이용²¹⁾하여 분석하였다.

3) 자료의 처리 및 분석방법

수집된 모든 자료는 Spss 프로그램²²⁾을 이용하였다. 여대생들의 경우 규칙적인 운동습관을 가지고 있는 군과 일반 대조군사이에 체위, 체지방량 및 혈액분석 결과에 대한 차이를 알아보고자 T-test를 실시하였다. 두 군의 평균과 표준편차를 구하였으며 p<0.05 수준에서 유의성을 검증하였다.

연구결과 및 고찰

1. 조사 대상자들의 체위와 체지방량

조사 대상자들의 평균 연령과 신체적 특성은 Table 1에 나타내었다. 조사 대상자들의 연령은 17세에서 23세까지 분포를 보였으며 control 군의 경우 평균 신장은 159.9 ± 4.9 cm, 체중은 52.2 ± 5.3 kg 이었고 E군의 평균 신장은 162.0 ± 5.98 cm, 체중은 54.53 ± 7.33 kg 이었다. 삼두박근의 두께(Skinfold thickness)는 Control 군의 경우 20.15 ± 1.18 mm, E군이 10.50 ± 1.91 mm로 유의성 있는 차이를 보였는데 이는 비만의 중년여성을 대상으로 한 차²³⁾의 연구결과인 비만군 30.7 mm, 대조군 22.4 mm의 연구결과와 같은 경향을 보였다. 조사 대상자들의 BMI는 Control 군과 E군 모두 20 수준으로 나타나 BMI에 의한 체형별 분류결과 모두 정상범위에 속하였는데 이와 같은 결과로 미루어 키와 체중을 기준으로 한 BMI로 비만을 분류할 경우 두 군 모두 정상범위에 속하고 있어도 꾸준한 운동을 통한 활동의 강도가 다르면 피하지방의 두께도 다르게 나타난다고 한 것과 일치하였다.

허리-엉덩이 둘레비(WHR, Waist hip ratio)는 내장 지방형 비만을 판정할 수 있는 중요한 지표로써 본 연구에서는 두군 모두 0.70으로 운동 여부에 따른 군 간에 유의적 차이를 보이지 않았으며, 더구나 여성의 복부 비만기준인 0.85에는 훨씬 못미치는 것으로 나타났다. 여성의 경우 WHR이 0.80 이상이면 심혈관계질환이나 당뇨병 등의 합병증이 위협이 증가한다고 보고한 Bray의 연구²⁴⁾ 결과와 비교해 볼 때 본 연구의 여성 대생들의 경우 아직은 비만이나 비만 합병증에 대한 위험도가 없는 것으로 나타났다.

지금까지 많은 연구^{25~28)}를 통해서 신체활동은 신체 구성성분을 변화시킨다고 하였으며 실제로 86~96 세 노인들이 8주간의 웨이트 트레이닝 후에 대퇴부 근육면적이 8~10% 가량 증가되었다고 하였다²⁹⁾. 또한 지속적인 유산소운동은 칼로리의 회전을 증가시킴으로 체지방량의 감소에 효과적인데 체지방량의 감소는 체지방량 즉 신체내 총 체지방을 제외한 나머지 체내 근육의 양이 증가되었다는 것을 의미한다. Sariana³⁰⁾의 연구에 의하면 근력 훈련이나 저항적 운동종목의 훈련으로 체지방량이 감소되고 체지방량이 증가되었던 반면 지구력 훈련의 경우 체지방의 감소나 근량의 증가가 보이지 않아 운동종목에 따라서도 차이가 있음을 보고하였다. 본 연구에서도 유의성은 없었지만 E군의 경우 체지방량은 Control 군에 비해 다소 낮은

Table 1. Physical characteristics of college women

Variables	Exercise	Control
Height(cm)	162.00 ± 5.98	159.89 ± 4.86
Weight(kg)	54.53 ± 7.33	52.20 ± 5.27
BMI	20.03 ± 0.59	20.63 ± 0.35
Body fat(%)	22.50 ± 3.30	25.07 ± 5.09
Body fat mass(kg)	12.23 ± 2.66	14.39 ± 4.10
Skinfold thickness(mm)	$10.50 \pm 1.91^*$	$20.15 \pm 1.18^*$
Lean body mass(kg)	41.77 ± 1.37	42.53 ± 6.78
WHR	0.76 ± 0.03	0.73 ± 0.08

Values were Mean \pm S.D.

BMI : Body mass index = [weight(kg)/height(m²)].

WHR : Waist hip ratio.

* : Significantly different at p<0.05.

수준이었던 반면, 체지방량은 차이를 보이지 않았는데 이는 아마도 E군의 경우 운동정도가 규칙적이기는 하지만 다소 강도가 낮은 유산소 훈련이었기 때문인 것으로 사려된다.

2. 혈액중 포도당 농도

실험 대상자들의 공복시 혈중 포도당 및 젖산농도, lactate dehydrogenase (LDH) 농도에 대한 분석 결과는 Table 2에 나타낸 바와 같다. 양 등³¹⁾에 의하면 포도당은 운동의 주요 에너지원이며 운동시 체내 포도당의 이용율은 운동의 강도와 인슐린 수준에 의해서 크게 영향을 받으며, 또 운동강도가 높을수록 체내 포도당의 이용율은 증가된다고 하였다. 본 연구 결과 E 군의 경우 혈중 포도당 농도는 82.20 ± 6.42 mg/dl로, Control 군의 72.76 ± 12.74 mg/dl로 두군 모두 공복시 정상 혈당농도인 $60 \sim 115$ mg/dl와 비교해 볼 때 정상 범위에 속하였으나, E군의 경우 Control 군에 비하여 유의성은 없었지만 다소 높게 나타났다. 양 등³¹⁾의 연구 보고에서도 운동 강도가 강한 종거리 선수와 핸드볼 선수의 혈중 포도당 농도가 각각 86.63 mg/dl, 89.25 mg/dl로 유의성 있게 높게 나타난 결과로 미루어 결국 운동강도가 강한 종목일수록 체내 포도당의 이용량이 많다고 보고하였다.

3. 혈액중 Lactic acid 및 LDH 농도

운동시 강도가 증가하게 되면 인체는 원활한 운동의 수행을 위하여 체내 에너지원으로써 당질의 이용비율이 높아짐과 동시에 체내에서는 glycogenolysis 와 glycolysis가 활발하게 일어나게 되고 이로 인하여

중간 대사산물인 젖산의 생성이 많아지게 되고 결국 혈액중 젖산농도도 증가한다²⁰⁾. 아울러 민 등²¹⁾이 실시한 운동강도별 평균 혈중 젖산농도에 관한 연구에 따르면 운동전 $33.21 \pm 9.48 \text{ mg/dl}$ 이었던 것과 비교하여 최대 운동부하 강도에서는 $82.73 \pm 26.17 \text{ mg/dl}$ 로 운동강도와 비례하여 증가하는 양상을 보였다고 하였다. 이와 마찬가지로 본 연구에서도 Control 군의 경우 혈중 젖산농도는 $30.61 \pm 10.13 \text{ mg/dl}$ 이었으나 E군의 경우 $80.84 \pm 11.97 \text{ mg/dl}$ 로 지속적인 운동에 의해서 더 유의성 있게 높게 나타났다. 실제로 운동강도가 증가하게 되면 근육내 글리코겐의 분해를 촉진하게 되고 이로 인하여 카테콜라민의 양에 비례하여 혈중 젖산농도도 증가하게 된다. 또한 이 과정에서 체내에 글리코겐 저장정도에 따라 운동시 혈중 젖산농도가 달라진다는 사실이 위의 많은 연구등을 통해서 알려져 있다.

혈중 젖산 탈수소 효소(LDH, lactate dehydrogenase)의 평균 농도는 Control 군의 경우 $276.61 \pm 45.45 \text{ u/l}$ 이었고 E군의 경우 $320.80 \pm 54.94 \text{ u/l}$ 로 지속적인 운동 여부에 따라 유의성은 없었지만 더 높게 나타났으며 이와 같은 결과는 운동강도에 비례하여 LDH 농도가 증가되었다는 여러 연구^{32~34)} 결과들과 일치하였다. 아울러 많은 연구^{35~37)}에서 고당질 섭취로 근 글리코겐량을 증가시키면 그 저장량에 따라 혈중 젖산 농도도 증가된다고 하였다. 앞의 연구결과에 의하면 E군의 1일 평균 당질 섭취량은 281.77 g 이었고 Control군의 경우 249.9 g 으로 유의성은 없었지만 E군에서 더 높게 나타났다. 따라서 지속적으로 규칙적인 운동을 하고 있는 체육 전공여대생의 경우 일반 여대생에 비해 운동강도가 상대적으로 강하고 또 평소에 일반 여대생과 비교하여 많은 당질을 섭취하고 있는 것으로 나타났는데 이로 인해 결국 혈중 포도당 및 특히 젖산 농도가 유의성 있게 증가한 것으로 생각된다.

Table 2. Concentrations of plasma glucose, lactate and LDH of exercise and control groups

	Exercise	Control
Glucose(mg/dl)	82.20 ± 6.42	72.76 ± 12.74
Lactic acid(mg/dl)	$80.84 \pm 11.97^*$	$30.61 \pm 10.13^*$
LDH(u/l)	320.80 ± 54.94	276.61 ± 45.45

Values were Mean \pm S.D.

LDH : Lactate dehydrogenase.

* : Significantly different at $p < 0.05$.

요약

최근 들어 우리나라에서도 모든 연령층에 걸쳐서 비만인구가 빠르게 증가하고 있는데 본 연구에서는 일부지역 여대생들에 있어서 규칙적인 운동이 체지방량과 혈당을 비롯하여 혈중 젖산농도 및 LDH 농도에 미치는 영향을 비교 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 체육전공 여대생과 일반 여대생의 경우 신장과 체중 측정치로부터 구한 체질량 지수(BMI)는 두군 모두 20 정도로 정상 범위에 속하였다. 또한 심혈관계 질환 발병의 위험요인으로 알려진 WHR도 0.70 정도로 두군 모두 정상범위에 속하였으며 아직까지 복부비만의 위험성이 보이지 않았다.
- 규칙적으로 운동을 하고 있는 체육전공 여대생의 경우 일반 여대생에 비해 체지방량이 유의성은 없었지만 다소 낮게 나타난 반면 체지방량은 거의 비슷한 수준으로 운동 여부에 의한 차이가 없었다.
- 체육전공 여대생의 경우 평상시 규칙적인 운동습관으로 인하여 공복시 혈당농도와 LDH 농도가 일반 여대생의 결과와 비교하여 볼 때 유의성은 없었지만 모두 높게 나타났으며, 특히 혈액중 젖산농도의 경우 규칙적인 운동에 의해 유의성 있게 높은 수준을 유지하였다.

참고문헌

- Alford, B. B. : Nutrition during the life cycle. Prentice Hall Inc., (1982).
- 이일하 : 한국인의 식생활양상의 변화가 건강 및 질병상태에 미친 영향. *한국식문화학회지* (추계학술대회), 13~26 (1993).
- Millar, W. J. and Stephens, T. : The prevalence of overweight and obesity in Britain, Canada and United States. *Am. J. Public Health*, 77, 38~41 (1987).
- 보건복지부 : 국민영양조사보고서, (1998).
- 김화영 : 대학생들의 영양지식과 식습관에 관한 조사연구. *한국영양학회지*, 17(3), 178~184, (1984).
- 이기열, 이양자, 김숙영, 박계숙 : 대학생의 영양실태조사. *한국영양학회지*, 13(2), 73~81 (1980).
- Nuutinen, O. and Knip, M. : Long term weight control in obese children: persistence of treatment outcome and metabolic changes. *Int. J. Obes.*, 16, 279~287 (1992).
- 장유경, 오은주, 선영실 : 대학생의 식습관과 건강상태에 관한 연구. *대한가정학회지*, 26, 43~51 (1988).

9. Parrish, J. B. : Implications of changing food habits for nutrition educator. *J. Nutr., Ed.* 2, 140~149 (1970).
10. 강윤주, 홍창호, 홍영진 : 서울시내 초 중 고 학생들의 최근 18년간 (1979~1996) 비만도 변화추이 및 비만아증가양상. *한국영양학회지*. 30, 832~839 (1997).
11. Jacovovits, C., Halstead, P., Kelly, L., Roe, D. and Young, C. M. : Eating habits and nutrient intakes of college women over a thirty period. *J. of Am. Dietetic Asso.*, 71, 405 (1977).
12. Starsch, A. R., Johnson, M. M. and Spangler, G. I. : Food practice and preferences of some college students. *J. of Am. Dietetic Asso.*, 57, 523~538 (1970).
13. 전윤수, 노석규 : 유도선수의 체중감량 전후 및 운동후의 혈액성분 변화에 관한 연구. *효성여대 논문집*. 40, 35 7~363 (1990).
14. Prewittl, T. E. : Changes in body weight, body composition, and energy intake in women fed high and low fat diet. *Am. J. Clin. Nutr.*, 54, 304~310 (1991).
15. 이규성, 조준용, 최용어, 강명신, 강민완 : 비만 국민학생들의 체지방율에 따른 체력 및 혈중 지질성분 비교연구. *체육과학연구소 논문집*. 12(1), 45~57 (1993).
16. 김성수, 김명기, 이재현, 김창국, 김동재, 차기철 : 장기간 수영운동이 아동의 신체 각 부위별 체지방에 미치는 영향: 부위별 생체 임피던스법과 피부 두겹집기법의 비교. *대한 스포츠의학협회지*. 16(2), 225~232 (1998).
17. 김영범, 장응찬, 류필승, 이수천 : 12주간 유산소 운동에 의한 비만 아동의 신체구성 및 혈액성분 변화. *운동영양학회지*. 1, 59~66 (1977).
18. Hoummard, J. A. and Wheeler, W. A. : Effect of fitness level and regional distribution of fat on carbohydrate metabolism and plasma in middle to older aged men. *Met.*, 40(7), 714~719 (1991).
19. Powell, E. E., Thompson, P. D., Casperson, C. J. and Kendrick, J. S. : Physical activity and the incidence of coronary heart disease. *Ann. Rev. of Public Health* 8, 253~287 (1987).
20. 민강선, 김형열 : 점증 부하운동시 탄수화물 섭취에 따른 호흡순환기능 및 혈중 유산 변화. *경산대학 논문집* 11집, 241~263 (1993).
21. Jacobs, D. S. ed. Laboratory test handbook. 4th ed. Hudson, Ohio : Lexi-Comp Inc. (1996).
22. Statistical package for the social Sciences. Chicago. III, SPSS Inc. (1983).
23. 차진영 : 비만 중년 여성의 에너지 소비량 연구. *이화여자대학교 대학원 석사학위 논문* (1999).
24. Bray, G. A. : Classification and evaluation of the obesity. *Med. Clin. North. Am.*, 73, 161~184 (1989).
25. Hagberg, J. M., Montain, S. J., Martin, W. H. and Ehsani, A. A. : Effect of exercise training on 60~69 yr old persons with essential hypertension. *Am. J. Cardiol.*, 64, 348~353 (1989).
26. 이예순 : 12주간의 신체활동 프로그램이 노인들의 체구 성 성분, 혈압, 체력에 미치는 영향. *체육과학연구소 논문집*. 14(1), 177~186 (1995).
27. Gregory, W. : Exercise programming for older adult. Resource Manual for guidelines exercise testing and prescription, *Am. College of Sports Medicine*, p.315.
28. 이규성, 강상조 : 국민건강관리 프로그램개발-국민건강 실태와 비만결정요인 분석. *한국체육대학교 체육과학연구소* (1993).
29. Fiatarone, M. A., Marks, E. C., Ryan, N. D., Meredith, C. N., Lipsitz, L. A. and Evans, W. J. : High density strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *J. Am. Med. Assoc.*, 263, 3029~3034 (1990).
30. Sariana, Spila, and Harry, Suominen : Effect of strength training on total and regional body composition in older men. *J. Appl. Physiol.*, 78(1), 334~340 (1995).
31. 양창수 : 운동형태에 따른 선수들의 혈액성분의 차이에 관한 연구. *인천체육대학논문집* 14, 415~423 (1990).
32. Costill, D. L., Fink, W. J. and Pollock, M. L. : Muscle fiber composition and enzyme activities of elite distance runners. *Med. Sci. Sports*, 8, 96~100 (1975).
33. Ahborg, B. and Brohult, J. : Immediate and delayed metabolic reactions in well trained subjects after prolonged physical exercise. *Acta. Med. Scand.*, 182, 4 1~54 (1967).
34. 원영두 : 비만이 혈액성분과 순환 및 호흡기능에 미치는 영향. *한국체육학회지*. 32, 213~229 (1993).
35. Heigenhanser, G. J. F., Sutton, J. R., and Jones, N. L. : Effect of glycogen depletion on the ventilatory response to exercise. *J. Appl. Physiol.*, 54, 470~474 (1983).
36. Neary, P. J., MacDougall, J. D., Bachus, R. and Wenger, H. A. : The relationship between lactate and ventilatory thresholds coincidental or cause and effect. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, 54, 104~108 (1985).
37. Segal, S. S. and Brooks, G. A. : Effects of glycogen depletion and work load on postexercise or consumption and blood lactate. *J. Appl. Physiol.*, 47, 514~521 (1979).

(2001년 6월 19일 접수)