

## 최대운동부하 후 축구선수들의 심박수 및 혈중젖산농도의 변화분석

고영호 · 임관철(제주대학교) · 김세민(제주관광대학) · 신석종(제주도 체육회)

### An Analysis of the Change of Heart Rate and Blood Lactate Concentration By Recovery Time After Maximal Exercise Loading in Soccer Players

Ko, Young-Ho · Im, Kwan-Chul(Cheju National University) · Kim, Sei-Min(Jeju  
Tourism College) · Shin, Seuk-Jong(Jejudo Sports Council)

#### ABSTRACT

The subjects are 20 of middle school soccer players. By using ergometer and adding gradual loading to all-out, we analyzed the changes of heart rate and blood lactate concentration during maximal exercise loading by positions and periods of recovery.

1. After maximal exercise loading, in the changes of heart rate of soccer players by positions, at two minutes of recovery, F group showed 14%, M 17%, and B 18% ( $F=5.018$ ). at four minutes, F group was 25%, M 32%, and B 29% ( $F=11.322$ ). At six minutes, F group 33%, M 39%, and B 35% ( $F=10.544$ ). At eight minutes, F group was 40%, M 44%, and B 42% ( $F=6.662$ ). In all of the conditions of recovery, there were significant differences, and in between groups, M group showed higher significance levels than F or B.

2. After maximal exercise loading, in the changes of blood lactate concentration of soccer players by positions, at two minutes of recovery, F group showed 4.7%, M 0.6%, and B 2.4% ( $F=3.606$ ). At four minutes, F group was 15.7%, M 13%, and B 14.9% ( $F=4.089$ ). At six minutes, F group was 22.7%, M 23.7%, and B 24.2% ( $F=4.643$ ). At eight minutes, F group was 28.8%, M 30%, and B 30.3% ( $F=3.762$ ). In all of the conditions of recovery, there were significant differences, and in between groups, B, M and F group showed significance levels. By the results above, in heart rate and blood lactate concentration after maximal exercise loading, there were significant differences by periods of recovery as well as in between groups. This means that for the improvement of the physical strength of soccer players, there should be programmes for teams or

individuals, and training plans by positions.

## I. 서론

운동을 통한 심폐기능 중 심박수의 변화는 체력, 특히 지구력을 평가하는데 중요한 자료가 되며, 혈중젖산농도는 장기간 훈련을 쌓은 운동선수의 심박수는 안정시에는 서맥을 이루고 운동 중에는 서서히 증가되며 회복도 빠름을 볼 수 있는데(Hagberg, J.M., Hickson, R.C., Ehsani, A.A. and Holicszy, J.O., 1978; 채의업 등, 1970), 최대 운동부하 후 회복과정에서 나타나는 산소부채현상에서 심박수와 산소 섭취량은 유산소능력의 차이에 다양한 양상으로 나타나 산소운반계의 기능이 우수하면 그 회복양상이 신속하며 그 회복률은 유산소성 능력의 판단 근거로 충분히 활용할 수 있는 것으로 보고되어 왔다. 최대운동부하후 심박수 및 산소섭취량의 회복률은 최대산소섭취량과 높은 상관을 가지면서 체력 및 운동선수의 훈련효과를 평가하는데 훌륭한 지표가 된다(McArdle, 1972). 이것은 심박수가 심폐기능의 척도가 됨을 제시해 주는 것이다. 젖산은 운동의 형태와 강도에 따라 근육활동 중 포도당의 무산소적 대사에 의해서 혈액과 근육 속에 축적된다. 가볍고 중정도의 운동 부하시에는 산소의 공급이 충분하므로 별 증거가 없으나, 강한 운동시에는 증가한다(Mathews, D.K., Fok, E.L., 1971). 혈중젖산은 운동이 끝난 후에 감소하기 시작하여 60분 후에는 안정 상태로 회복된다고 하며(Astrand, P.O., Rodahl, K., 1970), 좋은 체력을 가진 선수일수록 운동 중 젖산의 증가속도가 완만하며, 젖산함량이 높아도 더 오래 견딜 수가 있다(정성태, 1978). 또한 젖산은 대사 산물 중 무산소성 대사물이며(Costill, 1970; Davis, 1976) 신체활동으로 인하여 체내에 축적되면 피로를 수반하여 기능 퇴화 현상을 보인다(남병집, 1985).

혈중젖산농도의 축적 및 제거 등의 규명은 근 피로와 직결되는 근 운동의 한계요인을 결정하는 것으로써 중요한 의미를 지니고 있다. 선수들은 트레이닝이나 경기 중에 고강도의 운동수행을 반복해야 하는 경우가 종종 있으며 이 때에 많은 젖산을 축적하게 되므로 어떻게 하면 안정상태의 수준으로 회복할 수 있는지를 파악하는 것이 필요하며 이런 맥락에서 젖산의 신진대사는 근육활동의 회복과정에서 중요한 의미를 지니게 된다. 최대 운동 후 혈중 젖산제거는 회복운동강도에 따라 무산소성 역치까지 신속하게 제거될 수 있으며 비단련자 보다는 단련자에서 젖산제거률이 높다(유창재·양정옥, 1990).

이와 같이 혈중젖산 측정은 근 운동의 무산소적 대사의 표시이며(Costill, 1970) 피로의 화학적 원인으로 평가되는 중요한 지표가 된다(이강평, 1985). 지금까지의 국내의 연구 동향으로는 국가 대표 급 운동선수의 최대 산소 섭취량에 관한 연구(박철빈 외 2, 1986)에서 스포츠 종목에 따라 선수 집단별 최대 산소 섭취량의 현 수준을 평가한 것이 있고, 심박수와 혈중젖산의 회복능력에 관한 연구는 보고가 되어 있는 실정이나(정소영, 1989; 윤성원, 1990; 정정진 외 6, 1990), 본 연구는 축구선수를 대상으로 한 연구가 부족하다는 점을 착안하여 축구선수들의 포지션에 따른 최대 운동

부하 후 심박수 및 혈중 젖산농도의 변화를 회복시간별에 따른 변화를 분석하여 축구선수들의 포지션별 체력 및 훈련프로그램을 구성하는데 기초자료를 제공하는데 그 목적을 두고 있다.

## 2. 연구의 제한점

본 연구의 목적을 실현하는데 있어서 다음과 같은 제한점이 있었다.

1. 피험자들은 J중학교 축구선수 20명으로 제한하였다.
2. 혈액채혈은 손가락 모세혈관에서 순간채혈을 하였다.
3. 피험자들의 식사시간, 수면시간을 동일하게 통제하지 못하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구의 대상은 제주도 J중학교 축구선수 20명을 대상으로 하였으며, 그들의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 피검자의 신체 특성

Position	Age (yr.)	Sex	Height (cm)	Weight (kg)	HR.
FW	14.50±.55	M	161.17±10.68	47.00±10.32	62.17±1.83
MP	15.00±1.00	M	162.43±8.14	49.00±8.68	63.86±3.13
FB	15.00±.82	M	166.57±5.50	56.29±6.75	63.86±2.48

※ Forward : FW, Midfield Player: MP, Full Back: FB

### 2. 실험 절차

#### 1) 실험 장비

본 연구대상자들에게 사용되었던 측정용구는 <표 2>과 같다.

표 2. 측정용구

Experimental apparatus	Manufactory
Bicycle ergometer	Sweden. Monark 668
YSI blood lactate analysis System	U.S.A. YSI. 2300
Telegraph system	Japan. Senohn
Martin type anthropometrics	Japan. T.K.K.. co.

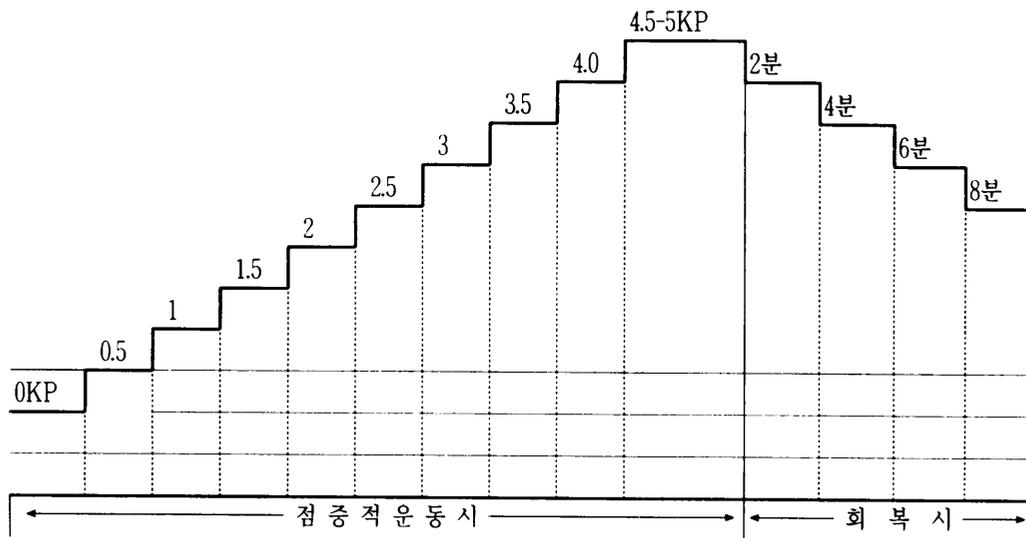
### 2) 실험장비의 가동

ergometer인 경우는 체인 등에 낀 이 물질들을 사전에 제거함으로써 기계적인 저항력을 없도록 하고, 사전에 속도계와 부하기의 정상 상태를 확인한 다음 가동하였고, 젖산분석시스템(YSI blood lactate analysis System)의 경우 1차 적으로 혈액을 샘플하기 전에 기기의 민감도를 조정하는 과정에서 측정된 결과 0.5mm가 될 때까지 기다려서 혈액을 채취하여 젖산 농도를 측정하였다. 원격 심박수 측정기(Telegraph system)는 자전거 에르고메타 전상부에 고정을 시킨 후 임의로 부하를 준 후 심박측정기의 양쪽 봉을 잡도록 함으로써 순간 심박수를 파악하였으며, 마틴식 인체측정기기(Martin type anthropometrics)는 신장을 실험 전에 측정하였다.

### 3) 부하 방법 및 측정

본 연구는 각 피검자에게 에르고메타를 이용하여 부하를 준 방법은 <그림 1>과 같이 시작의 신호와 동시에 부하를 50~60rpm을 유지하도록 하여 매 2분 동안 달리게 했으며 2분이 지난 후 1분간 휴식을 취하도록 하였다. 이러한 방법으로 모든 피검자가 All-out상태가 될 때까지 동일한 방법으로 실시하였다.

혈액채혈은 피검자의 손가락 모세혈관을 통하여 순간채혈을 안정시, 최대운동부하후(All-out이후), 그리고 All-out이후 회복기에서는 부하를 주지 않은 상태에서 매 2분 간격마다 채혈하였으며, 채혈과 함께 심박수를 각 부하시 마다 측정하기 위해 피검자 가슴 부위에 3개의 전극 부착후 측정하여 포지션별 변화를 분석하였다.



\*0KP : 무부하 상태

그림 1. 점증적 운동 및 회복방법

#### 4. 자료 처리

실험 결과는 SPSS 프로그램을 이용하여 통계처리 하였다.

- 1) 각 측정치의 평균과 표준편차를 산출하였다.
- 2) 각 변인들간의 차가 있는지를 검증하기 위해 일원변량분석(one-way ANOVA) 검증을 하였다.

### Ⅲ. 연구결과

#### 1. 심박수의 변화

최대운동 후 회복시 2분, 4분, 6분, 8분에 심박수를 분석한 결과 <표 3>에 나타난 바와 같다.

<표 3>에서 보는 바와 같이 최대 운동 부하 후 회복시간에 따른 축구선수 포지션별로 보면 회복 2분에서는 FW집단은 153.00±11.52(beat/min)로 14%감소하였으며, MP집단은 134.00±10.44(beat/min)로 17%, FB집단은 145.00±10.77(beat/min)로 18%를 보였고(F=5.018), 회복4분에는 FW집단은 133.50±7.87(beat/min)로 25% 감소하였으며, MP집단은 110.71±7.39(beat/min)로 32%, FB집단은 127.00±11.08(beat/min)로 29%를 보였으며(F=11.322), 회복6분에는 FW집단은 118.33±6.71(beat/min)로 33%, MP집단은 99.43±5.65(beat/min)로 39%, FB집단은 116.57±11.36(beat/min)로 35%를 보였고(F=10.544), 회복 8분에서는 FW집단은 106.17±7.44(beat/min)로 40%, MP집단은 91.86±4.60(beat/min)로 44%, FB집단은 103.00±9.66(beat/min)로 42%로 나타난 결과(F=6.662), 모든 회복시간변인에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

표 3. 심박수에 대한 회복시간별 변량분석 결과

변인	집단			F	P
	FW(n=6)	MP(n=7)	FB(n=7)		
최대운동부하 시	178.00±12.08b	163.00±8.91a	178.60±9.16b	5.306	.016
회복 2분	153.00±11.52b	134.00±10.44a	145.00±10.77ab	5.018	.019
회복 4분	133.50±7.87b	110.71±7.39a	127.00±11.08b	11.322	.001
회복 6분	118.33±6.71b	99.43±5.65a	116.57±11.36b	10.544	.001
회복 8분	106.17±7.44b	91.86±4.60a	103.00±9.66b	6.662	.007

\* a, b, c 문자는 Duncan 사후검증 결과로서 서로 다르면 집단간 차이가 있음을 의미함

<표 4>에서 보는 바와 같이 회복기동안 F=5373.132로 나타나 유의한 차이를 보였으며, 집단간에 있어서는 MP집단이 다른 집단에 보다 높은 유의수준을 나타냈다.

따라서 선행연구에서는 운동방법과 강도에 있어서 약간의 차이가 있지만, 양정수(1993) 등의 연구에서는 남자 비선수들의 1분 심박수 회복률이 29.47±7.55%, 3분 회복률이 57.25±5.04%, 5분 회복

률이 64.58±3.44%를 기록하여 본 연구 결과와 비슷한 수준을 나타내었으며, 유종우(1984)의 연구에서는 여자 대학생 선수의 1분 회복률이 20.09±3.0%, 3분 회복률이 48.5±3.0%, 5분 회복률이 57.9±4.0%로 두 그룹이 더 높은 심박수 회복률을 나타낸 것을 알 수 있다.

표 4. 회복기 동안 심박수의 변화 대한 일원반복측정변량분석 결과

소스	제Ⅲ유형 제곱합	자유도	평균제곱	F	P	사후검정
Intercept	1143664	1	1143664	5373.132	.000	
집단	5042.809	2	2521.404	11.846	.001	MP<FB, FW
오차	3618.429	17	212.849			

유종우(1984) 등의 남자 운동선수들을 대상으로 한 연구에서는 축구선수들이 1분 회복률 37.31±6.81%, 3분 회복률 64.75±4.21%, 5분 회복률 72.58±6.17%로 나타났고, 농구선수들이 1분 회복률 34.81±2.24%, 3분 회복률 58.36±5.44%, 5분 회복률 62.81±4.37로 나타났으며, 야구 선수들은 1분 회복률 38.22±4.28%, 3분 회복률 52.16±5.81, 5분 회복률 57.14±4.16%을 나타내었다.

양정욱(1990)은 최대운동부하 후 심박수중심으로 한 심박수의 회복률은 Treadmill 6km/hr, Slope 0% 매 2분마다 1km/hr로 증가시켜 all-out을 보고 심박수 회복률은 안정시, 최대운동부하 3분, 5분, 10분, 20분마다 다음과 같은 결론을 얻었다. 안정시 심박수는 정구 선수 집단이 70±1.26이며 배드민턴 선수집단은 68.2±2.56으로 나타났으며, 최대심박수의 경우는 정구 선수집단이 194.4±5.12, 배드민턴 선수집단이 197.8±5.38로 두 집단 모두 별차이는 없었으나 회복시 30분에 심박수는 정구 선수집단이 81.8±4.02, 배드민턴 선수집단은 72.0±4.90으로 배드민턴 선수집단이 유의한(P<0.05) 차이를 나타내었다. 심박수의 회복률은 배드민턴 선수집단이 97.0±2.33%로서 정구 선수집단의 90.51±2.92% 비해서 유의하게(P<0.05) 높은 것으로 나타났다.

## 2. 혈중젖산의 변화

최대운동 후 회복시 2분, 4분, 6분, 8분에 혈중젖산을 분석한 결과 <표 5>에 나타난 바와 같다.

표 5. 혈중젖산농도에 대한 회복시간별 변량분석 결과

변인	집단			F	P
	FW(n=6)	MP(n=7)	FB(n=7)		
최대운동부하 시	5.02±.48a	4.67±1.18a	6.02±.64b	4.822	.022
회복 2분	4.78±.75a	4.64±1.23a	5.87±.68b	3.606	.050
회복 4분	4.23±.67a	4.06±.98a	5.12±.47b	4.089	.035
회복 6분	3.88±.64ab	3.56±.79a	4.56±.41b	4.643	.025
회복 8분	3.57±.75ab	3.27±.64a	4.19±.54b	3.762	.044

\* a, b, c 문자는 Duncan 사후검증 결과로서 서로 다르면 집단간 차이가 있음을 의미함

〈표 5〉에서 보는 바와 같이 혈중 젖산이 최대 운동 부하 후 회복시간에 따른 축구선수 포지션별로 보면 회복 2분에서는 FW집단은  $4.78 \pm 0.75$ (mmol/l)로 4.7% 감소하였으며, MP집단은  $4.64 \pm 1.23$ (mmol/l)로 0.6%, FB집단은  $5.87 \pm 0.68$ (mmol/l)로 2.4%를 보였고( $F=3.606$ ), 회복4분에는 FW집단은  $4.23 \pm 0.67$ (mmol/l)로 15.7% 감소하였으며, MP집단은  $4.06 \pm 0.98$ (mmol/l)로 13%, FB집단은  $5.12 \pm 0.47$ (mmol/l)로 14.9%를 보였으며( $F=4.089$ ), 회복6분에는 FW집단은  $3.88 \pm 0.64$ (mmol/l)로 22.7%, MP집단은  $3.56 \pm 0.79$ (mmol/l)로 23.7%, FB집단은  $4.56 \pm 0.41$ (mmol/l)로 24.2%를 보였고( $F=4.643$ ), 회복 8분에서는 FW집단은  $3.57 \pm 0.75$ (mmol/l)로 28.8%, MP집단은  $3.27 \pm 0.64$ (mmol/l)로 30%, FB집단은  $4.19 \pm 0.54$ (mmol/l)로 30.3%로 나타난 결과( $F=3.762$ ), 모든 회복시간변인에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

표 6. 회복기 동안 혈중젖산농도의 변화 대한 일원반복측정변량분석 결과

소스	제Ⅲ유형 제곱합	자유도	평균제곱	F	P	사후검정
Intercept	1479.982	1	1479.982	825.335	.000	
집단	17.062	2	8.531	4.757	.023	MP,FW<FB
오차	30.484	17	1.793			

〈표 6〉에서 보는 바와 같이 회복기동안  $F=825.335$ 로 나타나 유의한 차이를 보였으며, 집단간에 있어서는 MP, FW집단과 FB집단 간에서 유의한 수준을 나타냈다.

양정옥(1990)은 최대운동부하 후 혈중젖산을 중심으로 한 심박수의 회복률은 트레이드밀6km/hr, Slope 0% 매 2분마다 1km/hr로 증가시켜 all-out을 보고 혈중젖산 회복률은 안정시, 최대운동부하 3분, 5분, 10분, 20분마다 혈액젖산 농도로서 다음과 같은 결론을 얻었다. 혈중젖산은 안정시에 정구 선수집단의  $5.3 \pm 0.86$ ml/dl로서 배드민턴 선수집단의  $5.42 \pm 0.81$ ml/dl와 거의 비슷한 결과로 나타났다. 정구 선수집단은 회복시 3분에  $26.84 \pm 4.26$ ml/dl로서 최대치를 나타내었고 배드민턴 선수집단은 회복시 5분에  $33.8 \pm 2.15$ ml/dl로서 최고치를 나타내었다. 최대운동 직후20분이 경과한 혈중젖산의 회복률은 정구 선수집단이  $40.78 \pm 7.53\%$ 로, 배드민턴 선수집단은  $44.28 \pm 2.1\%$ 로 두 집단 모두 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다( $P<0.05$ ).

정련수(1994)는 안정시 혈중젖산농도는  $1.37 \pm 1.40$ mmoles/l로 나타났고 회복기 5분에서  $7.36 \pm 1.22$ mmoles/l로 가장 높게 나타났으며 젖산 회복률이  $26.49 \pm 15.76(\%)$ 로 나타났으며, 회복률에 대한 변량분석과 그에 따른 사후검증 결과 F값이 44.31(자유도=5.36)로 유의도가 0.001로 회복시간대별 평균의 차이는 통계적으로 유의하다.

류호영(1991) 최대운동을 수행한 후 피로의 정도를 평가하는데 많이 활용되고 있는 혈중 젖산 변화에 대한 성별의 차를 규명하고자 실시한 연구의 결론은 최대운동부하 직후 성별에 따른 혈중 젖산 수준은 차이가 없었으며, 최대운동부하 후 젖산의 회복정도는 남성은 운동 직후부터 나타났으나 여성은 20분 이내에서는 변화 정도가 차이가 없었고 회복시간에 따른 회복 정도의 성별의 차는 운동 후 10분에서부터 나타났다. 최대운동을 수행한 후 피로의 정도를 평가하는데 많이 활용되고 있는 혈중 젖산 변화에 대한 성별의 차를 규명하고자 실시한 본 연구의 결론은 다음과 같다.

따라서 초보자들을 위한 운동 프로그램에 있어서 더욱 효과적인 운동학습을 위해서는 성별을 고려한 휴식시간 제공 등이 검토되어야 할 것이다.

#### IV. 결 론

본 연구의 목적에 부합되도록 결론을 추출해내기 위해 축구선수 20명을 대상으로 각 포지션별 실험 부하 조건을 All-out상태에 이르도록 하였고 선수들은 안정시, 최대운동시, 회복시간별로 심박수 및 혈중젖산농도 변화를 분석하여 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 최대 운동 부하 후 회복시간에 따른 축구선수 포지션별로 심박수의 변화를 보면 회복 2분에서는 FW집단은 14%, MP집단은 17%, FB집단은 18%를 보였고( $F=5.018$ ), 회복4분에는 FW집단은 25%, MP집단은 32%, FB집단은 29%를 보였으며( $F=11.322$ ), 회복6분에는 FW집단은 33%, MP집단은 39%, FB집단은 35%를 보였고( $F=10.544$ ), 회복 8분에서는 FW집단은 40%, MP집단은 44%, FB집단은 42%로 보였으며( $F=6.662$ ), 이는 모든 회복시간변인에서 유의한 차이를 보였고, 집단 간에 있어서는 MP집단이 FW, FB집단에 보다 높은 유의수준을 나타냈다.

2. 최대 운동 부하 후 회복시간에 따른 축구선수 포지션별로 혈중젖산농도의 변화를 보면 회복 2분에서는 FW집단은 4.7%, MP집단은 0.6%, FB집단은 2.4%를 보였고( $F=3.606$ ), 회복4분에는 FW집단은 15.7%, MP집단은 13%, FB집단은 14.9%를 보였으며( $F=4.089$ ), 회복6분에는 FW집단은 22.7%, MP집단은 23.7%, FB집단은 24.2%를 보였고( $F=4.643$ ), 회복 8분에서는 FW집단은 28.8%, MP집단은 30%, FB집단은 30.3%로 보였으며( $F=3.762$ ), 이는 모든 회복시간변인에서 유의한 차이를 보였고, 집단 간에 있어서는 FB집단과 MP, FW집단 간에서 유의한 수준을 나타냈다.

이러한 결과를 볼 때 최대운동 후 심박수 및 혈중젖산농도의 변화를 분석한 결과 회복시간에 따른 분석결과는 통계적으로 유의한 수준의 차이를 보였으며, 집단 간에 있어서도 유의한 수준의 차이를 나타냈었다. 이는 축구선수들의 체력을 향상시키기 위해서는 팀·개인훈련 프로그램이 있어야 하며, 각 포지션별 훈련프로그램을 구성되어야 할 것이다.

#### 【참고문헌】

- 남병집(1985). 체육학 실험연습개설, 보이스사: pp.181-190.  
류호영(1991). 최대운동부하 후 혈중 젖산에 의한 회복정도의 남녀 비교. 한국체육학회지 제31권 제1호.

- 박철빈외 2인(1986). 국가대표급 운동선수의 최대산소섭취량, 한국체육대학부설 체육과학연구소 논문집, 5(1) 107~113.
- 양정수 외 1인(1993). 장기간의 전문 종목 훈련이 심박수의 최대 증가율과 회복률에 미치는 영향. 한국체육학회지 제32권 제2호.
- 양정욱(1990). 최대운동부하 후 심박수와 혈중젖산농도의 회복률에 관한 연구. 한국체육학회지 제29권 제1호.
- 유재창 · 양정욱(1990). 육상 단 · 중 · 장거리 선수들의 최대운동 후 회복능력에 관한 연구. 한국체육학회지 제29권 제2호.
- 유종우(1984). 축구, 농구, 야구선수들의 심박수회복에 관한 연구: 남자고등학교 학생중심으로. 체육과학연구소 논문집.
- 윤성원(1990). 수영경기후 회복유형에 따른 젖산 및 심박수의 변화, 하계학술발표회.
- 이강평(1985). 운동생리학. 수문사.
- 정련수(1994). 대학 야구선수의무산소성 파워와 젖산회복률에 관한 연구. 한국체육학회 제33권 제3호.
- 정성태(1978). 체육의 생리학적 기초, 동화문화사.
- 정소영(1989). 다양한 회복조건의 상지 및 하지의 최대운동에 따른 유산제거율과 제2의 고강도 운동수행에 미치는 영향, 한양대학교 이학박사 학위논문.
- 정정진외 6인(1990). 피로를 유발하는 등속성 수축시와 회복기의 혈중젖산과 외측관근의 EMG power spectrum의 변화, 하계학술발표회.
- 채의엽외 4인(1970). 성장기 한국인 남녀 기초체력에 관한 연구, 대한생리학회지, 4:1.
- Astrand, P.O. and Rodahl, K.(1970) Textbook of work physiology. New York, McGraw.
- Costill, D.L.(1970). Metabolic responses during distance running. J. Appl. Physiol., 28:25.
- Davis, J.A.et al(1976) : Anaerobic thresh-old and maximal aerobic power for three models of exercise. J. Appl. physiol., 41(4) : 445-550.
- 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.
- Mathew, D.K. and Fok, E.L.(1971). The physiological basis of physical education and athletics. phila-delphia, Saunders.
- Morehouse, L.E. and Miller, A.T. Jr.(1967). Physiology of exercise. 5th ed., St. Louis, Mosby, co.

접 수 일 : 2004. 12. 2.

게재확정일 : 2004. 12. 15.