

최대 운동후의 혈중 유산 최대치의 신뢰도에 관한 연구 - 유산성, 비유산성 운동능력의 지표로서 -

양 광 규*

A Study to Reliability of Peak Blood Lactate After Supramaximal Exercise - As an Index of Lactic and Alactic Work Capacity -

Kwang-Kyu YANG

목 차

Abstract

I. 서 론

II. 연구 방법

1. 연구대상

2. 연구절차

III. 연구 결과

IV. 고 찰

V. 결 론

<참 고 문 헌>

Abstract

The reliability of peak blood lactate as an index of anaerobic work capacity was tested by exhaustive treadmill runs of 30s (15 subjects) and 60s (21 subjects), divided into untrained, trained and well-trained groups.

Significant correlation was found between total work and peak blood lactate after 60s (PBL(60s)) in the untrained ($r=0.80$, $p<0.05$, $n=8$) and trained ($r=0.89$, $p<0.05$, $n=8$) groups, but there was no significant correlation in well-trained subjects ($r=-0.03$, $p>0.05$, $n=5$). Unexpectedly, the peak blood lactate after the 30-s exercise (PBL(30s)) correlated inversely to the total work in each of the three groups (untrained: $r=-0.68$, $p<0.06$, $n=10$;

* 한국해양대학교 교양과정부 강사

trained: $r=-0.70$, $p<0.05$, $n=10$; well-trained: $r=-0.97$, $p<0.01$, $n=5$).

PBL(30s) of well-trained subjects was also inversely related to alactic oxygen debt ($r=-0.97$, $p<0.01$, $n=5$). Furthermore, PBL(30s) divided by total work was inversely related to both the total work and 100m sprint time in all 15 subjects ($r=-0.67$ $p<0.001$, $n=25$; $r=0.66$, $p<0.01$, $n=15$).

Based on these results, PBL(30s) seems to be an index of alactic work capacity. PBL(30s)/total work seems to be a more accurate index for alactic work capacity for any subjects irrespective of training level.

I. 서 론

스포츠의 종목의 특성에 따라서 다양한 기술과 기계적인 에너지가 요구되는데, 일반적으로 기계적인 에너지는 크게 유산소적 운동능력과 무산소적 운동능력으로 구분된다.

이러한 분류는 에너지(adenosine triphosphate:ATP) 생성과정의 산소사용존재유무에 따른 것으로, 낮은강도로 장시간 운동이 이루어지는 전신적 운동은 Oxidative phosphorylation 과정을 통하여, 반대로 단시간의 고강도 운동은 phosphagen system 과 glycolysis과정을 중심으로 운동에 필요한 에너지를 공급한다.

약 1분간의 짧고 피로상태에 이르는 운동에 대한 에너지는 주로 무산소 글리콜리시스에 의해 공급되고 글리콜리시스의 최종생산물인 유산염이 활성근육조직에서 생성된다고 일반적으로 받아들여져왔다. 그 결과 나타나는 혈중유산농도의 증가는 운동중에 일어나고 몇분뒤 최대치에 달하며, 이후 서서히 떨어져 어느 정도의 수치에서 유지된다.(Margaria et al. 1933)

이 최대치는 활성근육에서 생산되는 유산염의 양을 반영한다.(Karlsson, 1971)

이러한 사실에 근거를 두어, 많은 연구자들이 단기간, 피로상태에 이르는 운동후 혈중유산최대치가 인간의 무산소운동능력의 지표로서 사용될수 있는가를 실험했다.(Bang 1936, Ikai 1969, Volkov 1961)

우리는 비단련자의 1분동안 피로상태에 이르는 트레드밀 주행후 PBL과 트레드밀주행의 총운동량 그리고 100m,200m,400m주행시간간의 상관관계가 분명함을 알게 되었다.(Fujitsuka, 1986) 이와는 반대로 Ohkuwa et al.(1984)은 고단련자가 400m주행후 측정된 PBL은 그들의 평균주행시간과 관련이 없었다고 한다.

이러한 분명한 불일치가 사실인지 피험자의 훈련정도와 혹은 운동상황(예를들면:트레드밀주행:필드트랙에서의 주행)의 차이에 의해 불일치가 나타나는 것인지는 불분명하다.

우리는 극단적으로 짧은 시간의 심한 운동 이후의 PBL이 반대로 총운동량에 관련이 있다는

가설을 세웠다. 그 이유는 ATP와 CP로부터 큰 에너지 공급능력을 가진 사람이 혈중 유산염의 상대적으로 적은 축적으로도 많은 운동을 해낼수 있기 때문이다.(Margaria et al. 1933)

따라서 본연구의 목적은 단련도가 서로 다른 3그룹을 대상으로 운동후 혈중유산최대치에서 비유산성 운동능력평가의 타당성을 검토하는데 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 경기도 K대학 21명의 남자피험자가 연구에 참여했다. 피험자들은 훈련 정도에 따라 3그룹으로 나뉘었다.(Table 1)

비단련자 8명의 피험자들은 연구에 앞서 최소한 2년은 정기적인 신체훈련을 하지 않았지만 신체적으로 건강했다. 단련자 8명의 피험자는 대학에 들어온 후 정기적인 신체단련을 했고 1-2년의 경력을 가진 하키선수들이었다. 이 그룹은 단기간, 피로상태에 이르는 주행이나 하키 등의 반복되는 프로그램으로 일주일에 4일을 훈련했다.

마지막으로 고단련자그룹은 5명의 육상선수들로 이들은 최소한 5년을 훈련받아왔다.

모든 피험자들은 실험목적과 실험계획안에 대해 알고나서 협조했다.

피험자들은 실험 이전날과 실험 당일날에 체력훈련을 하지 않도록 지시하고 피험자들은 항상 오후 5시 공복상태로 실험실에 와서 트레드밀을 주행했다.

Table1. 각 그룹의 신체적 특성

group	n	age (yrs)	height (cm)	weight (kg)
1. 비단련자(일반학생)	8	20.1±0.2	165.3±1.5	60.7±3.5
2. 단련자(하키선수)	8	21.3±0.3	168.1±3.1	65.2±2.3
3. 고단련자(육상선수)	5	25.2±0.3	170.2±2.7	67.5±2.7

2. 연구절차

실험1) 21명의 피험자의 운동후 PBL과 총운동량사이의 관계를 알기위해 트레드밀테스트가 행해졌다. 피험자는 실험실에 도착한 후 30분간 앉은 상태로 휴식을 취했다. 휴식의 마지막 단

계에서 5ml 혈액샘플을 전완정맥에서 채취되었다.

피험자는 트레드밀 위에서 120-140m/min의 속도, 5도의 경사에서 5분간 워밍업을 하였다. 그러한 후에 앉은자세에서 4분간 휴식을 취하였다. 그리고 나서 1분테스트는 240m/min, 5도 경사의 트레드밀에서 행했다.이것은 사전 테스트에서 각 피험자가 약 1분후 피로상태에 이르는 조건이다.

트레드밀주행 이후에 피험자들이 15분 휴식을 취한뒤 전완정맥에서 혈액샘플을 채취했다.운동 이후 3,5,7,9,10,11,13,15분에 각 5ml의 혈액을 채취하였다.(Fujitsuka et al. 1982) 농축유산염을 Hoholst et al (1959).의 효소법으로 분석했다.

Margarita et al (1963).의 계산도표에 의한 총운동량이 얻어졌다.

심장박동수(heart late)를 휴식기, 운동기, 회복기 동안 계속해서 측정하였다.

실험2) 운동이후 PBL(peak blood lactate)과 총운동량의 상관관계를 테스트하기 위해서 5명의 고단련자들은 각 30s(초), 180s, 300s, 480s동안 피로상태에 이르는 트레드밀주행을 하였다. 트레드밀속도와 경사는 사전테스트에 의해 얻어졌다. 피로상태에 이르는 조건은 다음과 같다.

1. 30s주행 : 320-350m · min⁻¹, 7-8도
2. 180s주행 : 190-310m · min⁻¹, 5도
3. 300s주행 : 160-240m · min⁻¹, 5도
4. 480s주행 : 150-230m · min⁻¹, 5도

다른 계획안은 실험1과 같다.

30s테스트에서 산소섭취량은 Saito와 Fujitsuka (1981)의 방법에 따라 초기휴식기와 30s운동기 그리고 30분 회복기에 측정 계산되었다. 각 피험자의 비유산 산소 부채는 산소섭취곡선에 대한 방정식에 의해 계산되었다.

$Y(t)=C+a_1e^{-k_1t}+a_2e^{-k_2t}$ Y는 운동이 끝난후 회복기의 어떤 시간(t)에서의 산소섭취량이다. 기호 $a_1e^{-k_1t}$ 과 $a_2e^{-k_2t}$ 는 각각 유산량과 비유산량을 나타낸다.

그리고 비유산의 산소부채량은 a_1/k_2 이다.(Ikegami et al. 1980, Katch et al. 1972)

실험3) 5명의 비단련자와 5명의 단련자가 PBL(30s)(30초 운동후의 PBL)과 총운동량의 상관관계를 알기위해 30S운동에 참가하였다. 혈중유산 최대치에 대한 테스트가 3개월훈련의 전과 후에 행해졌다.그동안 비단련자(n=5)는 하키선수를 위한 프로그램을 실시하였다. 다른 계획안은 실험1)과 동일하다.

실험4) 실험2와 실험3에 참가한 15명 피험자들의 100m주행시간을 측정하여 3개월동안 하키 선수와 훈련을 한 5명의 비단련자들의 100m주행시간과 비교했다.

통계)학생들의 테스트에 의해서 평균치 사이의 차이가 분명하였다. 상관관계 효율과 선형의복귀 평형상태는 표준 통계식에 의해 계산되었다. 5%위험의 검정율이 채택되었다.

Ⅲ. 연구결과

1. 60s 운동후 PBL

21명의 피험자들이 운동의 시작에서 피로에 이르기까지의 평균시간은 $64.3 \pm 6.7(\text{SD})\text{s}$ 이다. Fig1은 PBL(60s)와 총운동량사이의 상관관계를 보여준다. 직선의 복귀선은 모든 피험자들($n=21$)에 관한 것이다.

모든 피험자들 ($r=0.59$, $p<0.05$, $n=21$)과 8명의 비단련자($r=0.08$, $p<0.05$, $n=8$)

8명의 단련자($r=0.89$, $p<0.05$, $n=8$)에 관한한 PBL(60s)와 총운동량사이의 중요한 상관관계가 나타났다.

그러나 고단련자들($r=-0.03$, $p>0.05$, $n=5$)에서는 눈에 띄는 상관관계가 나타나지 않았다.

PBL(60s)와 총운동량(kcal)의 평균치는
 비단련자그룹- $12.00 \pm 1.78(\text{SD})\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$, $0.404 \pm 0.059(\text{SD})\text{kcal} \cdot \text{kg}^{-1}$
 단련자그룹- $13.78 \pm 1.25(\text{SD})\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$, $0.443 \pm 0.035(\text{SD})\text{kcal} \cdot \text{kg}^{-1}$
 고단련자그룹- $14.74 \pm 1.25(\text{SD})\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$, $0.475 \pm 0.055(\text{SD})\text{kcal} \cdot \text{kg}^{-1}$ 이고
 Fig1에 나타나 있다.

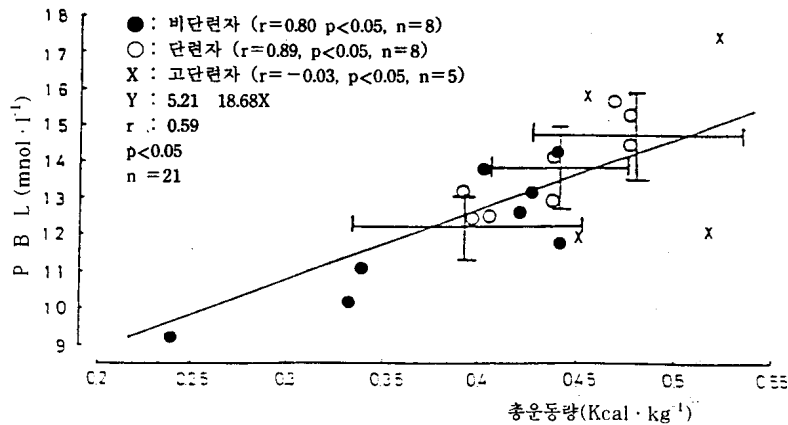


Fig1. PBL(60s)와 총운동량의 관계

2. 혈중 유산 최대치와 운동지속시간과의 관계

각기 다른 운동시간후의 혈중 유산 최대치가 5명의 고단련자에게서 측정되었다. 각 고단련자에 대한 혈중유산최대치의 변화가 Fig2에 나타나 있다.

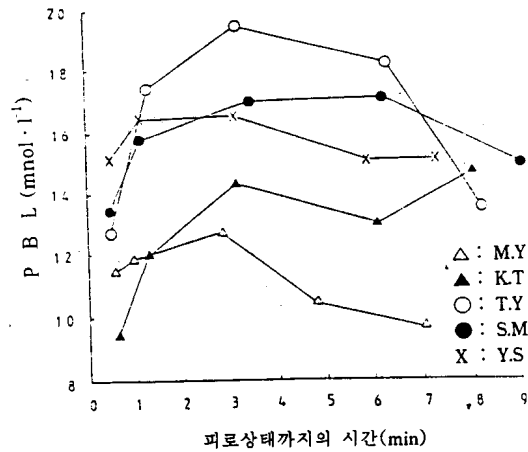


Fig2. 고단련자의 30, 60, 180, 300, 480초 동안 피로상태까지 지속한 운동후의 PBL

Y.S., T.Y., M.Y.의 PBL은 운동시간의 연장과 더불어 증가, 180s운동에서 최대치($16.54 \text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$; $19.45 \text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$; $12.70 \text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$)에 달하며 이후 서서히 감소한다. 피험자S.M과 K.T은 180s운동에서 PBL($17.00 \text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$; $14.75 \text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$)가 최대치에 가깝기는 하지만 그들의 PBL(max)(PBL의 최대치)[$17.66 \text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$; $14.75 \text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$]는 각각 380s와 480s에서 얻어졌다.

여기서는 PBL(max)와 총운동량과의 상관관계가 나타나지 않았고, 30s운동을 제외한 다른 시간의 운동에서의 PBL과 총운동량과의 상관관계도 나타나지 않았다. 오히려 30s운동(PBL(30s))이후 혈중유산최고치가 총운동량($r=-0.94$, $p<0.05$, $n=5$)과 관련이 있다는 사실은 흥미롭다.(Fig3B)

Fig3A와 3C는 산소섭취량(1)과 PBL(30s), PBL(30s)과 비유산 산소부채의 관계를 보여준다.

PBL(30s)는 분명히 비유산 산소부채($r=-0.97$, $p<0.01$, $n=5$)와 상관관계가 있었으나 운동중 산소섭취량과는 상관관계가 없었다.

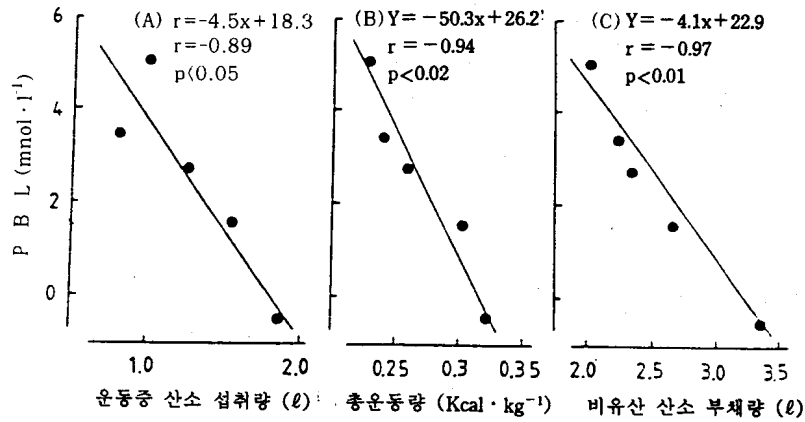


Fig3. PBL(30s)와 산소섭취량(A):PBL(30s)와 총운동량(B):PBL(30s)와 비유산 산소부채량(C)의 관계

3. 비단련자와 단련자의 PBL(30s)

비단련자와 단련자에게 21번 행해진 테스트의 평균소비시간은 $28.4 \pm 4.3(\text{SD})\text{s}$ 였다. Fig4는 비단련자와 단련자그룹의 PBL(30s)와 총운동량의 관계를 보여준다. 또한 5명의 고단련자들의 데이터도 포함하고 있다. 각각의 비단련자와 단련자그룹의 운동전과 후의 PBL(30s)은 총운동량과 관계있었다.(비단련자 $r = -0.68$, $p < 0.05$, $n = 10$: 단련자 $r = -0.07$, $p < 0.05$, $n = 10$)

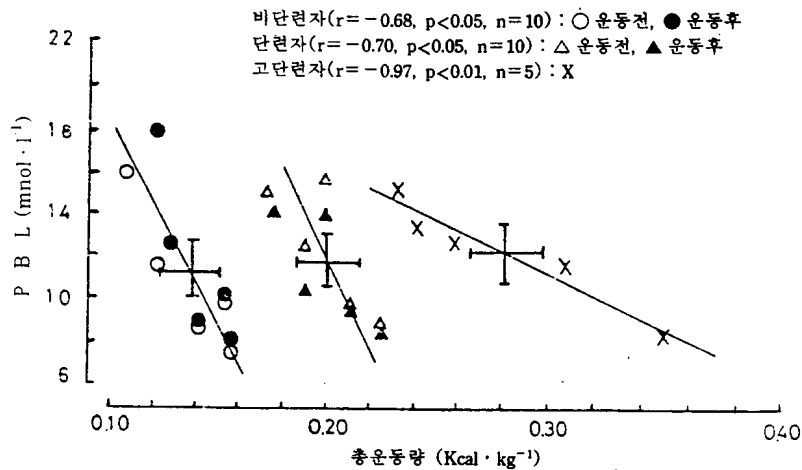


Fig4. 각 그룹의 PBL(30s)와 총운동량의 관계

운동전과 후에 측정된 데이터에서 얻은 PBL(30s)의 평균은 비단련자와 단련자그룹 각각 $11.19 \pm 3.21(\text{SD})\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ 과 $11.82 \pm 2.52(\text{SD})\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ 이었다. 고단련자의 평균 PBL(30s)은

12.47 ± 1.87(DS) mmol · l⁻¹ 이었다 평균치 사이에 통계학적인 차이는 없었다. 고단련자의 평균PBL(30s)은 12.47 ± 1.87(SD)mmol · l⁻¹였다.

고단련자의 평균총운동량은 0.272 ± 0.035(SD)kcal · kg⁻¹으로 가장 높고,비단련자의 평균총운동량은 0.157 ± 0.018(SD)kca · kg⁻¹Kcal으로 가장 낮았다. 단련자의 평균총운동량은 0.241 ± 0.020(SD)Kca · kg⁻¹이었다.

4.PBL(30s)총운동량과 주행시간의 관계

이것은 총운동량으로 나눈 PBL(30s)가 무산소 운동능력에 대한 지표로서 유용한지를 테스트 했다. 그 결과가 Fig5와 Fig6이다. 각 피험자의 PBL(30s)/총운동량은 총운동량과 관계가 있었다. (r=-0.67, p<0.001, n=25)더우기 세그룹에서 5명의 피험자 각각의 100m주행시간은 PBL(30s)/총운동량과 상관관계가 있었다.(r=0.66, p<0.01, n=15)

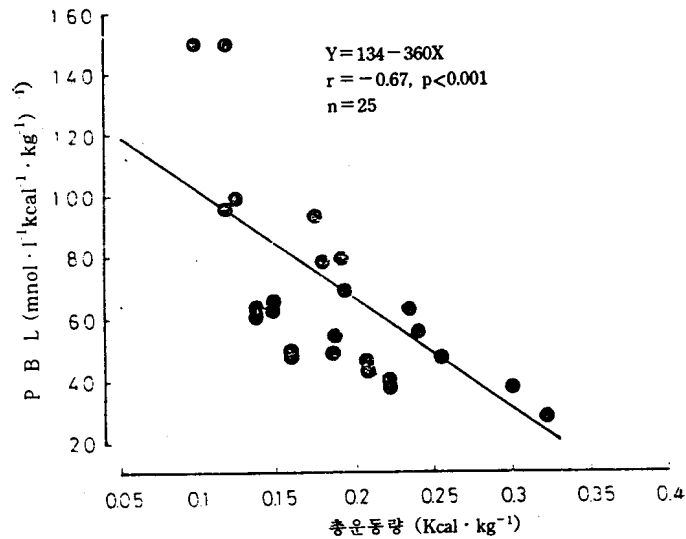


Fig5.PBL(30s)/총운동량과 mmol · l⁻¹ Kcal⁻¹ · Kg⁻¹총운동량의관계

최대 운동후의 혈중 유산 최대치의 신뢰도에 관한 연구

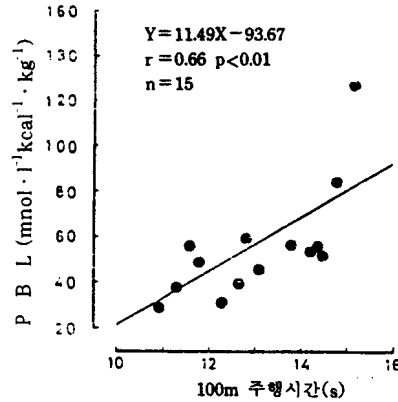


Fig6. PBL(30s)/총운동량과 100m 주행시간과의 관계

IV. 고 찰

1. 무산소 운동능력의 지표로서의 PBL(60s)

PBL(60s)은 모든 피험자의 총운동량과 분명한 관계가 있었다. ($r=0.59$, $p<0.05$, $n=21$) 각 그룹의 평균치는 운동강도에 따라 증가한다.(Fig1)이는 거시적인 관점에서 PBL(60s)가 무산소 운동능력에 대한 유용한 지표가 될 수도 있음을 제시한다. 비록 PBL(60s)이 비단련자와 단련자 그룹($r=0.89$, $p<0.05$, $n=8$: $r=0.89$, $p<0.05$, $n=8$)의 총운동량과 관계가 있지만, 고단련자그룹에서 PBL(60s)와 총운동량의 상관관계를 찾을수 없었다. 이는 PBL(60s)가 고단련자의 무산소 운동능력에 대한 지표로서는 부적합함을 말한다.

Ohkuwa et al.(1984)은 400m주행후 PBL은 고단련주자의 주행시간과 관계가 없다고 보고했으나, 장거리주자에게서는 상관관계가 있었다. 그러나 이 연구에서 장거리주자 K.T.(12.01mmol · l⁻¹)과 S.M.(15.77mmol · l⁻¹)의 PBL(60s)은 서로 큰 차이가 있었다.

반면에 트레드밀에서의 두 사람의 총운동량은 거의 같았다.

(S.M.:0.456: K.T.:0.461kcal · kg⁻¹)장거리주자 경우의 이러한 불일치는 분명히 할 필요가 있다.

운동후 혈중유산최고치는 (1)근육의 모세관 밀도(Tesch et al. 1981) (2)근섬유 성분(Tesch 1980) (3)유산의 탈수소화효소(LDH:lactate dehydrogenase), (Sjodin 1976) (4)운동중의 호흡정지(Fujitsuka et al. 1980) (5)위밍업의 강도와 시간에 의해 영향을 받는다고 알려져 있다. 각 (1),(2),(3)의 특성은 유전적 요소로 결정되어진다.(Komi et al. 1972) 그러나 이러한 특성은 신체훈련과 같은 후천적요소에 의해 변할 수도 있다.

예를 들어 단거리주행은 골격근의 LDH의 활동을 증가시키는 반면, 지구력 운동은 근섬유의

경련완화와 근육의 모세관 밀도의 비율을 증가시킨다.(Jacobs, Kaise 1980, Komi et al 1977, Sjodin 1976) 고단련자그룹에서 피험자 T.Y와 Y.S는 100m육상선수이고, 피험자 M.Y는 400m 육상선수, K.T.과 S.M은 장거리 선수(5000m와 10000m)이다.

이들 각각은 5년이상 개인적인 훈련프로그램을 받아왔다. 이러한 훈련의 차이 때문에 고단련자들 각각의 근섬유성분, 모세관밀도, LDH활동에 상당한 차이가 있는것 같다. 더우기 이 고단련자그룹에서만 PBL(60s)와 총운동량의 상관관계가 없었다.

이 사실은 고단련자의 PBL(60s)이 총운동량에 무관한 주된 이유가 피험자간의 이러한 차이점 때문임을 제시한다.

한 가지 말할수 있는 것은 장시간 운동(3min)은 PBL(max)를 얻을수 있기 때문이다. (Fig3) 그러나 실험2)의 결과는 이런 가능성을 완전히 제외시킨다.

2. 무산소 운동능력의 지표로서의 PBL(30s)

흥미롭게도 고단련자그룹에서 PBL(30s)은 총운동량과 관계가 있다.(Fig3B)

($r=-0.97$, $p<0.01$, $n=5$) 그래서 이들은 비단련자와 단련자그룹에서도 같은 결과를 얻을수 있는지 시험했다. 분명한 상관관계가 두 그룹에서 발견되었다. (비단련자: $r=-0.68$, $p<0.05$, $n=10$; 단련자: $r=-0.07$, $p<0.05$, $n=10$) 게다가 3그룹의 결과를 조합했을때도 분명한 상관관계가 나타났다.(Fig5)

이러한 결과는 우리가 아는 한 아직 발표되지 않았다. 이 상관관계는 30s운동의 에너지는 기질의 분열로 얻어지고 그리하여 유산의 생산을 저하시킴을 암시한다.

PBL(30s)는 유사한 운동능력을 가진 피험자의 무산소 운동능력을 비교하는데에 유용한 지표가 될지도 모른다. 그러나 PBL(60s)와는 대조적으로, PBL(30s)는 다른 운동능력을 가진 피험자들의 무산소 운동능력을 평가하는 지표로서 사용할 수 없다. 30s운동후 평균 PBL이 아닌 평균총운동량이 운동강도에 따라 증가한다.($p<0.05$)

이런 결과는 PBL(30s)/총운동량($\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{kcal}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$)이 무산소 운동능력의 새로운 지표가 될 수 있음을 말해준다. 이 지표는 15명의 모든 피험자들의 총운동량과 관련있다. (Fig5)

더우기 이들 각 피험자의 100m주행시간은 Fig6에서 보듯이 PBL(30s)와 분명히 관련이 있다. 이는 PBL(30s)/총운동량이 무산소 운동능력의 적당하고 유용한 지표임을 제시한다.

3. 유산과 비유산 운동능력의 지표

이들은 PBL(60s), PBL(30s), PBL(30s)/총운동량이 다른 종류의 무산소 운동능력을 나타내는가를 생각해 보았다. 일반적으로 단시간, 피로상태에 이르는 운동의 에너지는 산소의 소비없이 공급된다. 무산소에너지운동을 위한 기질은 운동의 지속시간에 따라 다르다.(Keul et

최대 운동후의 혈중 유산 최대치의 신뢰도에 관한 연구

al. 1972) 실험1)에서 21명의 피험자의 평균소비시간을 64.3 ± 6.7 (SD)s였다. 각 고단련피험자의 PSL(60s)은 PBL(max)의 90%이상에 달했다. 이는 PSL(60s)이 높은 신뢰도를 가지고 있지만 유산 운동능력이라 부르는 글리콜에너지 공급능력의 지표일 수 있음을 제시한다.

Dawson et al.(1978)은 단시간, 힘든 운동동안의 근육피로는 근육의 크리아틴 인산염(CP)소모의 결과이다. 이 사실은 무산소 운동능력, 즉 이 운동에서 근육수축을 위한 에너지는 포스파젠(phosphagen)이 분열되면서 얻어진다.

불행히도 근육내의 포스파젠의 소모를 정기적으로 측정하는 것은 어렵다. 그러나 운동 후 PBL의 측정은 쉽고, 고단련자그룹에서 PBL(30s)는 비유산 산소부채(Fig3; $r=-0.94$, $p<0.02$, $n=5$)와 관련이 있었다. 반면에 PBL(30s)와 운동중 산소섭취량(1)사이에는 상관관계가 없었다. 이 비유산 산소부채량은 운동중 소비되는 포스파젠의 양에 비례한 것임을 암시한다. (Piiper and Spiller. 1970)

실험3)에서 피로상태에 이르는 모든 시간의 평균은 28.7 ± 11.1 (SD)s이었다.

이는 포스파젠이 많은 사람은 혈중 유산의 작은 축적으로도 많은 운동을 할 수 있음을 암시한다. 결론적으로 이 연구는 비유산 운동능력의 지표로서 PBL(30s)총운동량이 운동정도에 상관없이 어떤 피험자에게도 PBL(30s)정확함을 제시한다.

V. 결 론

단련도가 서로 다른 3피험자군을 대상으로, 약 30초 및 60초에서 피로상태까지 트레드밀 질주를 행하고, 운동후 혈중유산최대치(PBL)에서의 비유산성 운동능력평가의 타당성을 검토했다. 약 60초 후에서 피로상태에까지 운동시의 비단련자와 단련자군의 운동후 혈중유산최대치(PBL(60s))는 총운동량과 유의한 상관관계를 나타냈다.

($r=0.80$, $p<0.05$, $n=8$: $r=0.89$, $p<0.05$, $n=8$)

그러나, 고단련자에서는 유의한 상관관계가 나타나지 않았다. ($r=-0.03$, $p>0.05$, $n=5$)

약 30초 후에서 피로상태에까지 운동후 혈중유산최대치(PBL(30s))는 3군 모두 TW와 유사한 부하의 상관관계를 나타냈다.

(비단련자: $r=-0.68$, $p<0.05$, $n=10$: 단련자: $r=-0.70$, $p<0.05$, $n=10$: 고단련자: $r=-0.97$, $p<0.01$, $n=5$)

더욱더 고단련자의 PBL(30s)는, 비유산성 산소부채량과 유의한 부하의 상관관계를 나타냈으며($r=-0.07$, $p<0.01$, $n=5$) 총운동량에서 제외한 PBL(30s) (PBL(30s)/PBL(30s)/TW)는 단련도에 관계없이 TW 및 100m 질주시간과 유의한 상관관계를 나타냈다.($r=-0.07$, $p<0.001$, $n=25$: $r=0.66$, $p<0.01$, $n=15$)

이들의 결과에서, PBL(30s)는 비유산성, PBL(60s)는 유산성 운동능력평가의 지표라고 생각

되며 더우기 PBL(30s)/TW는 단련도가 다른 피험자군의 비유산 성운동능력평가에 유효한 지표임이 시사되었다.

참 고 문 헌

- 1) Bang. O(1936) The lactic content of the blood during and after muscular exercise. Skand. Arch Physiol., 10:51-82.
- 2) Dawson. M.J., Gadian. D.G. and Wilkie.. D.R.(1978) Muscular fatigue investigated by phosphorous nuclear magnetic resonance. Nature, 274:861-866.
- 3) Fujitsuka, N., Ohkuwa, T. and Miyamura, M.(1980) Blood lactate after strenuous exercise with and without breath-holding. Jpn J. physiol., 30:309-312.
- 4) Fujitsuka, N., Yamamoto, T., Ohkuwa, T., Saito, M. and Miyamura, M.(1982) Peak blood lactate after short periods of maximal treadmill running. Eur. J. Appl. physiol., 48:289-296.
- 5) Fujitsuka, C. and Fujitsuka, N.(1986) Repeated measurement of peak blood lactate after exhaustive treadmill exercise in men. J. Physiol. Soc. Jpn, 48:26-29.
- 6) Hoholst, H.J. Kreutz, H., Bucher, Th (1959) Uber Metabolitegehalte und Methabolit-Konzentration in der Leber der Ratte. Biochem. Z., 332:18-46.
- 7) Ikai. M. (1969) The study of anaerobic power estimated from blood lactate (in Japanese). Scientific Report of Amateur Sports Association III:1-12.
- 8) Ikegami, Y., Fujitsuka, N., Miyamura, M. and Matsui, H.(1980) Alactic and lactic oxygen debts after maximal treadmill exercise. J. Physiol. Soc. Jpn, 42:53-56.
- 9) Jacobs, I. and Kaiser. P.(1982) Lactate in blood, mixed skeletal muscle, and FT or ST fibres during cycle exercise in man. Acta Physiol. Scand., 114:461-466.
- 10) Karlsson, J. (1971) Lactate and phosphagen concentrations in working muscle of man. Acta Physiol. Scand.(Suppl), 358.
- 11) Katch, V. and Henry, M.F.(1972) Prediction of running performance from maximal oxygen debt and intake. Med. Sci. Sports. 4(4):187-191.
- 12) Keul, J., Doll, E. and Keppler, D. (1972) Oxidative energy supply. In : Keul, J., Doll, E. and Keppler, D. (Eds) energy metabolism of human. S. Keppler, Basel, New York, pp52-197.
- 13) Komi, P.V, Vitasalo, J.H.T., Havu. M., Thorstensson, A., Sjjodin, B. and Karlsson. J.(1977)

Skeletal muscle fibers and muscle enzyme activities in monozygous and dizygous twins of both sexes. *Acta Physiol. Scand.*, 100:385-392.

- 14) Mader, A., Heck, H. and Hollman, W.(1978) Evaluation of lactic acid anaerobic energy contribution by determination of post exercise lactic acid concentration of ear capillary blood in middle distance runners and swimmers. In : Landy, F. and Orban, W.A.R.(Eds) *Exercise Physiology. Symposia Specialists Incorporated. Quebec*, pp.187-200.
- 15) Margaria, R., Edwards, H.T. and Dill, D. B.(1933) The possible mechanisms of contracting and paying the oxygen debt and the role of lactic acid in muscular contraction. *Am. J Appl. physiol.*, 18:367-370.
- 16) Margaria, R., Cerretelli, P., Aghemo, P. and Sassi, G.(1963) Energy cost of running. *J. Appl. physiol.*, 18:367-370.
- 17) Ohkuwa, T., Saito, M. and Miyamura, M.(1984) Plasma LDH and CPK activities after 400m sprinting by well-trained sprint runners. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 52(3):296-299.
- 18) Piiper, J. and Spiller, P.(1970) Repayment of O₂ debt and resynthesis muscle of frog. *J.Appl. Physiol.*, 28(5):657-662.
- 19) Saito, M. and Fujitsuka, N. (1981) An analysis of intraindividual variation of oxygen debt with respect to kinetics of oxygen uptake during recovery after supramaximal exercise (in Japanese). *Nagoya J. Heal. Phys. Fit.& Sports*, 4:53-61.
- 20) Sjodin, B.(1976) Lactate dehydrogenase in human skeletal muscle. *Acta Physiol. scand. (Suppl)*, 436.
- 21) Tesch, P.(1980) Muscle fatigue in man with special reference to lactate accumulation during short term intense exercise. *Acta Physiol. Scand. (Suppl.)*, 480.
- 22) Tesch, P., Sharp, D.S. and Daniels, W.(1981) Influence of fiber type composition and capillary density on onset of blood lactate accumulation. *Int. J.Sports Med.*, 2:252-255.
- 23) Volkov, N.I.(1961) Oxygen uptake and blood lactic acid during strenuous muscle exercise (in Russian). *Sechnov Physiol, J. USSR.* 3:314-320.

