

최대운동후 스포츠 마사지 운동성 회복 안정성 회복간 에 젖산의 축적 & 혈중 LDH₅ Isozyme 변화의 비교분석

김용남 · 류재문

전남과학대학 물리치료과 · 복음외과 물리치료실¹⁾

The effect of blood lactate concentration and blood LDH₅ Isozyme on type
of different recovery after maximal exercise

Kim, Yong Nam, Ph.D. · Ru, Jea Mon¹⁾, P.T., M.S

Dept. of Physical Therapy, Chunnam techno college,

Dept. of physical therapy, Bogum surgery clinic¹⁾

ABSTRACT

This study selected 10 university football male players and repeatedly treated them as sports massage group, exercise resumption group, and stability resumption. After maximum exercise, when sport massage, exercise resumption, and stability resumption were applied during recovery, blood lactic acid concentration and LDH₅ isozyme concentration were examined. Finally this study obtains the following conclusion

1. There was a significant difference in both lactic acid concentration and time between groups. Besides, the cross-action on group and time was significant.

2. There was a significant difference in both LDH₅ concentration and time between groups. Besides, the cross-action on group and time was significant.

Based on the above findings, this study suggests that sport massage resumption and exercise resumption remove blood lactic acid more quickly than stability resumption to promote recovery. That means that sport massage and exercise resumption are very effective for lowering the level of fatigue. Thus sport massage or exercise resumption treatment is considered to have a very positive effect on player's quick recovery and it should be used aggressively in a field.

Key words: sport massage, blood lactate concentration, LDH₅ Isozyme

I. 서론

1. 연구의 필요성

오늘날 각종 스포츠의 기록은 날로 향상되어 가고 있다. 스포츠 과학화에 대한 관심이 고조되고, 경기력 향상을 위한 다각적인 접근이 이루어지면서 과학적이고 효율적인 훈련방법의 개발로 인한 피로의 효과적이고, 신속한 회복 방법에 관한 연구가 활발하게 전개 되어왔다.

우리는 아무리 훌륭한 기량을 갖춘 선수라 할지라도 과로, 부상, 질병 등의 장애요인이 있을 때는 경기에 출장할 수 없으며 자기기량을 충분히 발휘하지 못하게 된다는 것을 알고 있다. 그러므로 우수한 선수를 발탁하고 육성하는 일도 중요하지만 선수들을 효과적으로 관리하며 자기기량을 최대 한도로 발휘 할 수 있도록 유지시키고 보호하는 것이 더욱 중요한 것이라고 할 수 있다. (이종식, 1992)

인간이 수행하는 운동을 포함한 신체적 활동은 물론, 생명을 유지하기 위한 모든 활동은 에너지를 요구하게 된다. 그 에너지원은 ATP(adenosine tri-phosphate)의 형태로 저장된다. 이것은 아데노신 3인산 분해효소(ATPase)에 의한 아데노신 3인산으로부터 인산기가 최종산물로 형성되면서 높은 에너지를 방출하게 된다. 또 산소의 이용 없이 근육 내에 저장되어 있던 포도당을 분해하여 ATP를 생성하는 무산소 과정이 있다. (김기진, 1994)

젖산은 운동중 산소공급이 불충분한 상태 즉, 대사산물중 무산소성 대사과정에서 생성되는데(Costill, 1970), 강한 운동시 ATP가 합성되는 해당대사로 인해 근육과 간의 글리코겐의 함량이 감소되는 반면, 젖산의 농도가 증가하게 된다 (Karlsson, 1971; Noble 등, 1983). 수초이상의 운동을 지속하고 자 할 때 근육 글리코겐은 ATP합성의 주된 원천이 된다. 따라서 근육내 글리코겐 저장량이 부족하면 에너지 공급능력이 제한을 받게 된다. 크레아틴 인산과 같이 근육내의 글리코겐 고갈도 운동강도를 통해서 조절되어야 한다. 즉 운동강도가 높을수록 근육내 글리코겐 사용율도 높게 된다. (Wilmore & Cosill, 1994)

Newman(1937)은 다양한 운동성 회복 중에 혈액으로부터

의 젖산제거를 연구하였는데, 그는 혈액으로부터 젖산을 제거하는 능력은 수행된 작업량에 비례하여 증가한다는 사실을 지적했다. 또한 혈액으로부터 젖산을 제거하는데 요인이 되는 것은 젖산을 제거하는 기관으로서의 젖산 수송율이라고 하면서 이는 순환율(circulatory rate)에 의존한다는 것을 인식하였다.

Bonen과 Belcastro(1976)는 회복기 젖산제거에 있어서 지속성 조깅회복이 젖산을 가장 신속히 제거했고, 간헐적 회복이 두 번째 빨랐으며, 안정성 회복이 가장 느렸다고 보고했다.

Gisolfi(1966), Hermansen(1977)과 Belcastro(1975)는 체내에 축적된 젖산은 운동 후 휴식보다는 가벼운 운동(25% VO₂ max)이나 마사지(massage)로 혈중 젖산농도가 신속히 제거된다고 했다. 마사지(massage)는 B.C2700년경에 중국의 수기요법이 불어로 번역된 후 체계적인 연구는 19C 초에 Sweden의 Ling에 의해 이론이 정립되면서 본능적인 행위에서 치료적이며 예방의 절차로 발전하였다. (유연식, 1986; 김성철, 1990) 따라서 본 연구는 최대운동후 스포츠 마사지, 운동성 회복, 안정성 회복간에 젖산의 축적 & 혈중 LDH Isozyme 변화의 비교분석을 하고 그 결과를 스포츠 현장에 제공하고자 하는데 있다.

2. 연구의 목적

본 연구는 최대운동후 스포츠 마사지, 운동성 회복, 안정성 회복간에 젖산의 축적 & 혈중 LDH Isozyme 변화에 미치는 효과를 알아보는데 있다.

첫째, 최대운동후 스포츠 마사지 처치는 젖산에 영향을 미칠 것이다.

둘째, 최대운동후 스포츠 마사지 처치는 LDH Isozyme에 영향을 미칠 것이다.

셋째, 최대운동후 운동성 회복 처치는 젖산에 영향을 미칠 것이다.

넷째, 최대운동후 운동성 회복 처치는 LDH Isozyme에 영향을 미칠 것이다.

II. 연구 방법 및 내용

1. 연구대상

본 연구의 대상은 H대학교 축구선수 10명을 대상으로 하여 스포츠 마사지 집단, 운동성 회복집단, 안정성 회복집단으로 분류하여 2주간의 간격을 두고 3차에 걸쳐 처치하였다.

Table 1. Physical characteristics of subjects

N	Age(Year)	Height(cm)	Weight(kg)	RI HR(bpm)	MI HR(bpm)	VO ₂ max
10	20.1±0.32	173.4±5.20	70.5±6.92	64.3±3.61	192.2±2.17	62.2±3.17

2. 실험도구

본 연구에서 사용할 실험도구 및 용도는 (Table 2)과 같다.

Table 2. Experimental equipment

Experimental	Item	Type	Company
Treadmill	Exercise load	uniton-644	Quinton(USA)
Gas analyzer	VO ₂ max, HR	Auto Oxysscreen	E.J.(Germany)
Centrifuger	Centrifuge	Centrifuge 5415	Germany
Lactate	Lactate	YSI 1500	YSI(USA)

3. 실험 장소

본 실험은 H대학교 운동생리학 실험실에서 실시하며, 실험실 온도는 22-24°C, 습도는 60%로 유지하였다.

A. 실험절차

연구 대상자들의 운동 강도를 설정하기 위하여 트레드밀을 이용하여 점진적인 운동부하 테스트를 실시하였으며, 본 실험은 24시간 전부터 금주, 금연 및 과도한 신체활동을 금하도록 하였다.

연구 대상자들은 실험 1시간 전에 실험실에 도착하여 운동 검사 동의서를 작성하고 30분간 안정을 취한 후 본 운동 적응을 위해 준비운동을 실시하였다. 운동부하 테스트는 점진적 부하 방법인 Bruce protocol을 이용한다. Bruce protocol(0.8 0.9mph씩 증가)은 1.7, 2.5, 3.4, 4.2, 5.0으로 하고 경사도는 10%에서 시작하여 3분마다 2%씩 증가시키며, 15분 전후로

all-out에 이르도록 하였다.

B. 스포츠 마사지 처치프로그램

마사지 처치 프로그램은 스포츠 마사지, 운동성회복, 안정성 회복처치를 운동후 회복과정에서 15분간 경찰법, 강찰법, 유념법, 고타법, 압박법, 진동법 6가지 기초로 작성하였다. 마사지 처치 프로그램은 전신마사지의 경우 전면은 족부-족관절부-하퇴부-슬관절부-대퇴부-손-손목-전완-상완-RUSHDQN-흉부-복부위 순으로, 후면은 족부-족관절부-하퇴부-슬관절부-대퇴부-경부-승모근-견갑추추면-견갑후면-견봉부-요부-대둔부-중둔부-고관절부위 순으로, 또 하부 마사지의 경우, 전면은 족부-족관절부(아킬레스건)-하퇴부-슬관절부-대퇴부위 순, 후면은 족부-족관절부-하퇴부-슬관절부-대퇴부-대둔부-중둔부-고관절부위 순으로 실시했다.

4. 자료처리방법

자료분석을 위한 통계처리 방법은 SAS Package(version 6.12)를 이용해 유의수준을 p(0.05)로 하였고, 각 변인의 평균과 표준편차를 산출하며, 세 집단간의 집단 및 시간에 따른 차이를 검증하기 위해 반복측정분산분석(repeated measures ANOVA)을 실시하며, 구체적인 검증을 위하여 일원변량분석(one-way measures ANOVA)를 실시하였다.

III. 연구 결과

1. 젖산(lactic acid) 변화

1최대 운동후 스포츠 마사지, 운동성 회복, 안정성 회복이 혈중 젖산농도에 미치는 영향에 대한 결과, 각 방법에서 혈중 젖산농도의 변화는 다음과 같다.

table 3. Means and standard deviation of lactic acid by period and treatment

Item	Group	Rest	Post exercise	Recovery 15M	Recovery 20M	Recovery 25M
LA	CG	1.72±0.30	9.97±1.32	9.39±0.96	9.09±1.55	6.92±0.89
	SMG	1.79±0.55	9.91±0.82	6.33±0.91	4.90±0.75	3.62±0.56
	EG	1.54±0.39	10.09±1.55	7.91±1.52	5.65±1.07	3.42±1.09

Data are means±SD

CG : control group

SMG : sport massage group

EG : exercise group

〈Table 3〉에 나타난 바와 같이 안정 상태의 회복집단에서는 운동 전 1.72±0.30mmol, 탈진 후 9.97±1.32mmol, 회복기 15분 후 9.39±0.96mmol, 회복기 20분 후 9.09±1.55mmol, 회복기 25분 후 6.92±0.89mmol로 탈진 운동 후 증가가 나타났으며, 회복기에는 낮은 감소를 나타내었다.

Table 4. Repeated measures analysis of variance on Lactic acid by period and treatment

Source	DF	SS	MS	F	Pr > F
GRP	2	124.94	62.47	25.15	0.0001
Error	27	67.07	2.48		
TIME	4	1201.08	300.27	431.26	0.0001
TIME*GRP	8	99.78	12.47	17.91	0.0001
Error(TIME)	108	75.19	0.69		

〈Table 4〉에 나타난 바와 같이 각 집단별 젖산 농도의 반복 측정 분산 분석은 각 집단에 따라 유의한 [F(2, 27)=25.15, p<0.001] 차이를 나타냈으며, 시간에서도 매우 유의한 [F(4, 108)=431.26, p<0.0001] 차이를 보였고 집단 및 시간에 대한 교호작용에서도 유의하게 [F(8, 108)=17.91, p<0.001] 나타났다.

2. 젖산 탈수소 동위 효소 5 (lactate dehydrogenase 5)의 변화

최대 운동후 스포츠 마사지, 운동성 회복, 안정성 회복이 LDHs에 미치는 결과는 〈Table 5〉와 같다.

Table 5. Means and standard deviation of LDHs by period and treatment

Item	Group	Rest	Post exercise	Recovery 15M	Recovery 20M	Recovery 25M
LA	CG	17.18±2.31	00.97±1.32	29.66±6.19	25.28±6.15	31.17±5.05
	SMG	17.75±2.15	09.91±0.82	23.37±3.62	21.11±2.98	19.04±2.80
	EG	17.45±1.84	24.38±4.88	23.82±2.42	21.28±2.90	19.19±3.02

Data are means±SD

CG : control group

SMG : sport massage group

EG : exercise group

〈Table 5〉에 나타난 바와 같이 안정시 회복집단에서는 운동전 17.18±2.31mmol, 탈진 후 22.41±3.91mmol, 회복기 15분 후 29.66±6.19mmol, 회복기 20분 후 25.28±6.18mmol, 회복기 25분 후 31.17±5.05mmol로 탈진 운동 후 증가가 나타났으며, 회복기에는 낮은 감소를 나타내었다.

Table 6. Repeated measures analysis of variance on LDHs by period and treatment

Source	DF	SS	MS	F	Pr > F
GRP	2	497.69	248.84	5.65	0.0089
Error	27	11189.52	41.05		
TIME	4	1141.10	285.27	39.33	0.0001
TIME*GRP	8	877.24	109.65	15.12	0.0001
Error(TIME)	108	783.42	7.25		

〈Table 6〉에 나타난 바와 같이 각 집단별 LDHs 농도의 반복 측정 분산 분석은 각 집단에 따라 유의한 [F(2, 27)=5.65, p<0.01] 차이를 나타냈으며, 시간에서도 매우 유의한 [F(4, 108)=39.33, p<0.001] 차이를 보였고 집단 및 시간에 대한 교호작용에서도 유의하게 [F(8, 108)=109.65, p<0.001] 나타났다.

IV. 고찰

운동 중 혈액내 젖산농도의 축적은 운동부하강도와 높은 관련성을 가지고 있으면서 근육피로 현상에도 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있어 활발한 연구가 이루어지고 있으며, 각종 스포츠 현장에서도 많은 연구자들이 혈중 젖산농도의 축적을 운동부하 강도의 지표로 사용하고 있는 실정이다.(위승두, 1995)

선행연구에 의하면 심석련(1989)은 운동부하 전에 마사지를 실시한 경우 운동지속시간 및 혈중젖산 농도의 회복율이 실시하지 않은 경우보다 유의하게 높은 값을 나타내었다고 보고하였다. 박차영(1988)은 혈액 성분 중에 백혈구, 적혈구의 성분 변화에 있어서 운동 부하 후 마사지 집단과 비 마사지 집단은 20분 이후에 안정치로 회복되었다고 하여 본 연구와 그 맥락을 같이하고 있음을 알 수 있다.

양정옥(1990)은 여자 정구선수집단과 배드민턴선수 집단을 최대운동부하직후 회복기 20분이 경과한 후 혈중 젖산의 회복

를 검사하였는데, 정구선수집단이 $40.78 \pm 7.53\%$ 로 나타났고, 배드민턴선수집단은 $44.28 \pm 2.1\%$ 로 두 집단 모두 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 젖산 농도의 변화는 안정성 회복집단에서 운동 전 $1.72 \pm 0.30\text{mmol}$, 탈진 후 $9.97 \pm 1.32\text{mmol}$, 회복기 15분 후 $9.39 \pm 0.96\text{mmol}$, 회복기 20분 후 $9.09 \pm 1.55\text{mmol}$, 회복기 25분 후 $6.92 \pm 0.89\text{mmol}$ 로 탈진 운동후 증가가 나타났으며, 회복기에는 낮은 감소를 나타내었다. 스포츠 마사지 집단에서는 운동 전 $1.75 \pm 0.55\text{mmol}$, 탈진 후 $9.91 \pm 0.82\text{mmol}$, 회복기 15분 후 $6.33 \pm 0.91\text{mmol}$, 회복기 20분 후 $4.90 \pm 0.75\text{mmol}$, 회복기 25분 후 $3.62 \pm 0.56\text{mmol}$ 로 탈진 운동후 증가가 나타났으며, 각각 회복기 15분, 20분, 25분 후 높은 감소가 나타났다. 운동성 회복집단에서는 운동 전 $1.54 \pm 0.39\text{mmol}$, 탈진 후 $10.09 \pm 1.55\text{mmol}$, 회복기 15분 후 $7.91 \pm 1.52\text{mmol}$, 회복기 20분 후 $5.65 \pm 1.07\text{mmol}$, 회복기 25분 후 $3.42 \pm 1.09\text{mmol}$ 로 탈진 운동 후 증가가 나타났으며, 회복기 15분, 20분, 25분 후에 각각 높은 감소가 나타났다. 이러한 연구결과는 운동 후 스포츠 마사지가 혈중 젖산 농도에 미치는 영향에 대해 고찰하면서 운동 5분 후에는 마사지 집단과 비활동성 휴식 집단 모두에 유의하게 젖산이 증가되고, 운동 후 시간 경과에 따른 혈중 젖산 제거율은 회복기 20분 후에 마사지 집단이 85.9%, 활동성 휴식 집단은 79.1%, 비활동성 휴식집단은 65%의 제거율을 보인 것으로 나타났다고 보고한 이근호(1992)의 연구결과와 유사한 결과를 얻었다.

최대운동 후 회복시 스포츠 마사지의 효과를 과학적으로 입증하고자, 체육과 남자 대학생 9명을 대상으로 자전거 에르고메타를 이용한 최대 운동 후 회복시 (15분, 30분)에 안정성 회복처치, 허부 마사지 처치, 그리고 전신 스포츠 마사지 처치를 동일 피험자를 반복 처치하여, 혈중 젖산농도 변화를 측정 한 결과, 최대 운동후 회복기에 수행한 전신스포츠 마사지 처치는 회복 30분 후 피로회복에 효과를 보였다고 한 이형국(1999)의 연구결과와 일치하였다. 운동 후 정적 휴식을 취한 집단과 회복 마사지를 받은 집단간에 유의한 차이를 발견하지 않았다고 한 Jane(1987)등의 연구와는 상반된 연구 결과가 나타났다. 안정성 회복집단에서는 운동전 $17.18 \pm 2.31\text{mmol}$, 탈진 후 $22.41 \pm 3.91\text{mmol}$, 회복기 15분 후 $29.66 \pm 6.19\text{mmol}$, 회복기 20분 후 $25.28 \pm 1.8\text{mmol}$, 회복기 25분 후 $31.17 \pm$

5.05mmol 로 회복기에는 운동 전과 비교해 회복기 15분 후와 회복기 25분 후에는 유의한 감소를 나타내었다. 스포츠 마사지 집단에서는 운동 전 $17.15 \pm 2.15\text{mmol}$, 탈진 후 $25.42 \pm 3.45\text{mmol}$, 회복기 15분 후 $23.37 \pm 3.62\text{mmol}$, 회복기 20분 후 $21.11 \pm 2.98\text{mmol}$, 회복기 25분 후 $19.04 \pm 2.80\text{mmol}$ 로 운동 전과 비교해 탈진 운동 후와 회복기 15분 후에 유의한 감소가 나타났다. 운동성 회복집단에서는 운동 전 $17.45 \pm 1.84\text{mmol}$, 탈진 후 $24.38 \pm 4.88\text{mmol}$, 회복기 15분 후 $23.82 \pm 2.42\text{mmol}$, 회복기 20분 후 $21.28 \pm 2.90\text{mmol}$, 회복기 25분 후 $19.19 \pm 30.2\text{mmol}$ 로 운동전과 비교해 회복기 20분 후와 회복기 25분에는 유의한 변화가 나타나지 않았으며, 탈진 운동 후와 회복기 15분 후에도 유의한 변화가 없었다. 이러한 운동 결과는 운동수행 후 피로현상과 조직손상의 지표로 이용되는 LDH isozyme 중 LDH가 스포츠 마사지 집단과 운동성 회복 집단에서 유의하게 낮은 경향을 나타내어 운동 후 스포츠 마사지 와 운동성 회복처치가 젖산농도에 영향을 미치는 LDH의 감소를 유도할 수 있는 것으로 생각된다.

본 연구결과는 탈진 운동 후 스포츠 마사지와 운동성 회복이 유의한 효과가 있음을 나타내고 있으며, 혈중 젖산 농도가 마사지 집단과 운동성 회복 집단에서 유의하게 낮게 나타났으며, 근육형 LDH 동위효소인 LDH isozyme은 스포츠 마사지 집단과 운동성 회복집단에서 유의하게 낮게 나타나 회복기의 스포츠 마사지 처치와 운동성 회복처치는 선수들의 빠른 회복에 매우 긍정적인 영향을 주는 것으로 판단할 수 있으며, 스포츠 현장에서 적극적인 활용을 권장되어야 할 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구는 남자대학 축구선수 10명을 대상으로 하여 스포츠 마사지 집단, 운동성 회복 집단, 안정성 회복 집단으로 반복 처치하여 최대 운동을 한 후 회복기에 스포츠 마사지, 운동성 회복, 안정성 회복을 적용했을 때 혈중농도의 변화는 다음과 같다.

1. 젖산 농도는 각 집단에 따라 유의한 차이를 나타냈으며,

시간에서도 매우 유의한 차이를 보였고, 집단 및 시간에 대한 교호작용에서도 유의하게 나타났다.

- LDH 농도는 각 집단에 따라 유의한 차이를 나타냈으며, 시간에서도 매우 유의한 차이를 보였고 집단 및 시간에 대한 교호작용에서도 유의하게 나타났다.

이상에서 본 연구의 결과를 종합해 볼 때, 스포츠 마사지 회복과 운동성 회복이 안정성 회복보다 혈중 젖산농도를 빨리 제거하여 회복을 빠르게 할 수 있다는 사실을 관찰 할 수 있었다. 이러한 결과는 스포츠 마사지와 운동성 회복방법이 피로 수준을 낮추는데 매우 효과적인을 의미한다. 그러므로 운동 후 회복기의 스포츠마사지 처치 또는 운동성 회복처치는 선수의 빠른 회복에 매우 긍정적인 영향을 주는 것으로 판단할 수 있으며, 현장에서 적극적인 활용을 권장하여야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

김기진. 과학적 트레이닝을 위한 기초. 운동생리학, 서울. 태근문화사, 19-46, 1994.

김상철. Sports Massage가 근력향상에 미치는 효과에 관한 연구. 명지대학교 대학원, 석사학위논문, 3-6, 1990.

김용호. Sport Massage가 혈중 농도변화에 미치는 영향. 동국대학교 대학원, 석사 학위논문, 9-36, 1988.

박차영. 운동후 Massage가 혈액성분 변화에 미치는 영향. 경남대학교 대학원, 석사 학위논문, 1989.

양정옥. 최대운동부하 후 심박수와 혈중 젖산 농도의 회복률에 관한 연구. 한국체육학회지, 29(1); 289-298, 1990.

옥정석. 운동후 회복 방법에 따른 심진대사 및 호르몬 반응에 관한 연구. 서울대학교 대학원, 박사학위논문, 2-38, 1991.

유연식. Sports Massage의 문헌적 고찰. 건국대학교 대학원, 석사학위논문, 4-14, 1986.

이경열. 스포츠 마사지가 운동후 회복에 미치는 영향. 경남대 대학원, 체육학과 석사학위 논문, 1995.

이원재, 김윤호. 무산소 운동후 마사지가 혈중 젖산농도에 미치는 영향, 운동과학, 7(2); 249-258, 1998.

이형국. 회복기 스포츠마사지 처치가 혈중 피로 및 대사물질에 미치는 영향. 운동과학, 한국운동과학회, 8(2): 245-252, 1999.

허일웅. 마사지 요법에 따른 운동효과에 관한 연구. 명지대학교 대학원, 석사학위논문, 1978.

Agner, E., Kelbaek, H., Anderdon, N. F., & Morok, H. I. Coronary and skeletal muscle enzyme changes during a 14km run. Acta. Med. Scand., 224; 183-186, 1988.

Belcastro, A. and Bonen, A. Lactate acid removal rates during controlled and uncontrolled recovery exercise. J. Appl. Physiol., 39(6); 932-936, 1975.

Bonen, A., et al. Comparison of self-selected recovery methods of lactic acid removal rates. Med. Sci. Sport 8. 176-178, 1976.

Costill, D.L. Metabolic response during distance running. J. Appl. Physiol., 28; 251-255, 1970

Gisolfi, C., et al. Effect of aerobic work performed during recovery from exhaustig work. J. Appl. Physiol., 21; 1767-1772, 1966.

Hermansen, L. & Vaage, O. Lactate disappearance and glycogen synthesis in human muscle after maxima exercese. Am. J. Physiol., 233; E422-429, 1977.

Karlsson, J., Diamant, B., & Saltin, B. Muscle Metabolism During submaximal and Maximal Exercise in Man. Scand. J. Clin. Lab. Invest., 26; 385-394, 1971.

Newman, E. V., et al. The rate of lactic acid removal in exercise. Am. J. Physiol., 118; 457-461, 1937.

Noble, B. j., et al. A category ratio perceived exertion Scale : relationship to blood and to blood and muscle lactates and heart rate. Med. Sol. sports exer., 15; 523-528, 1983.