

# 일라이트 온수매트 사용이 고강도 운동으로 유발된 성인의 젖산, CRP, ACR에 미치는 영향

최영준<sup>1</sup> · 김현준<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>경남대학교 대학원 체육학과 학생, <sup>2\*</sup>경남대학교 체육교육과 교수

## Effects of Using Illite Warm Water Mats on Lactate, CRP and ACR Induced High Intensity Exercise in Adults

Choi Youngjun<sup>1</sup> · Kim Hyunjun, Ph.D<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Physical Education, Graduate School of Kyungnam University, Student

<sup>2\*</sup>Dept. of Physical Education, Kyungnam University, Professor

### Abstract

**Purpose** : The purpose of this study was to investigate the effective recovery method of exercise-induced fatigue and muscle pain by comparing the effect of the use of illite hot mat product and general hot mat product on the recovery of muscle pain induced by high intensity exercise.

**Methods** : To measure and analyze the changes in lactic acid, CRP, and ACR according to the high-intensity circuit training program, this study was conducted for the healthy adult men and women, who exercise at the K-region sports center. A total of 45 subjects were studied in 15 groups of 15 patients who received an illite hot-water mat recovery group (A group), 15 general hot-water mat recovery group (B group), and 15 control group (C group). The circuit training exercise program was conducted as a one-time exercise, and each exercise time consisted of 30 minutes of warm-up exercise, 5 minutes of main exercise, 20 minutes of clean-up exercise, and 5 minutes of strength exercise. The intensity setting was high intensity of subjective exercise intensity carried out by setting to (14-16RPE).

#### **Results** : Changes in Lactic Acid Concentration

There was a significant difference in the lactic acid concentrations between the groups after the high intensity circuit training program ( $p < .05$ ). The illite rest group (A) decreased 7.71 mmol / L and the control group decreased 4.03 mmol / L. Significantly decreased ( $p < .05$ ). Changes in ACR Concentration. There was a significant difference in the ACR concentrations. Significant differences were found in CRP and ACR during the recovery period after exercise. ( $p < .05$ ), the elite rest group (A) decreased 2.47 mg / mmol, and the control group increased 1.63 mg / mmol. There was a significant difference ( $p < .05$ ).

**Conclusion**: The static rest on a heated mat after high-intensity exercise has an effect on changes in blood lactate and ACR levels.

---

**Key Words** : ACR, CRP, illite, lactic acid, muscle pain

\*교신저자: 김현준, kimhj@kugnam.ac.kr

논문접수일 : 2020년 11월 19일 | 수정일 : 2020년 12월 8일 | 게재승인일 : 2020년 12월 11일

# I. 서론

## 1. 연구의 배경 및 필요성

현대인들의 여가선용에 대한 욕구와 건강증진에 대한 관심은 점점 증가하고 있으며, 여가시간 활용을 생활체육에 참여하여 스포츠를 즐기는 인구가 증가하고 있다 (Chung, 2017). 건강을 위한 스포츠 참여 기회가 점차 증가 되고 있으며, 특히 근피로 회복을 위한 과학적이고 효율적인 운동방법과 피로와 근통증 회복방법에 대한 개발과 연구가 활발하게 이뤄지고 있고, 피로물질 제거를 위한 휴식과 효율적이고 신속한 회복방법에 대한 관심이 높아지고 있다.

일반적으로 격렬한 운동을 하게 되면 그로 인한 피로로 다음 경기에 지대한 영향을 미치기 때문에 회복 수준을 빠르게 완화 시키려는 방법이 필요하다. 피로란 정신적 혹은 신체적 작업이 연속적, 반복적으로 행해질 때 그것에 수반되어 발생하는 심신의 기능저하 상태로 신체적 활동을 수행하는 데 있어서 일시적으로 요구되는 힘을 발휘하는 능력을 손실하였을 때(Simon & Weiser 1976) 또는 주어진 운동 강도나 요구되는 힘을 유지하지 못하였을 때(Edwards, 1983)라고 피로를 정의하고 있다.

근육 통증(muscle pain)은 운동 시 또는 일상 중에 경험하게 되는 근골격계 증상 중 가장 흔하게 나타나는 증상이며, 근육 부위의 직접적인 가격에 의하여 발생할 수 있는 좌상. 열상 등과 같은 거대 손상(macro-trauma)과 운동 후 유발되는 근육 손상과 같은 미세손상(micro-trauma)으로 구분된다(Pull & Ranson, 2007). 운동으로 유발된 근육 통증은 운동 직후 근육 통증과 지연된 근육 통증(delayed-onset muscle soreness; DOMS)으로 구분할 수 있다. 운동 직후 발생한 근육 통증은 피로가 발생하는 시점까지 수행된 격렬한 운동 중 또는 운동 직후 나타나는 원인으로는 운동에 동원된 근육 무리에 젖산과 칼륨 같은 신진대사 산물의 일시적인 생성과 부적절한 혈액의 공급과 산소의 부족으로 인한 피로 때문 (Miller 등, 2004)이라는 이론이 있으며 이것은 운동 후 혈액과 산소의 공급이 충분하면 빠르게 사라진다. 스포츠 과학자들은 운동선수의 회복을 돕기 위해 여러 가지

방법과 관련된 연구를 지속적으로 수행해 왔으며 그에 따른 연구 결과를 근거로 효과적인 회복방법과 그에 맞는 프로토콜을 운동선수에게 제시해 왔다(Fullagar 등, 2015).

이러한 피로회복을 위한 방법으로 인체의 생리적 작용을 개선 시키고 항상성 유지를 위해 흔히 이용되는 온열요법은 주로 물리치료 분야에서 적외선 등의 광선치료, 온습포(hot pack) 및 고온 침수욕 등의 수치료, 고주파 및 초음파 등의 전기치료를 이용하고 있다(Kim 등, 2006).

일라이트는 퇴적암에 함유된 백색이나 황색을 띠는 세립질(2-4 μm 이하의 입자크기)의 점토질 광물을 지칭한다. 일라이트는 Si, Mg, H<sub>2</sub>O를 많이 함유하고 있으며, 층간이온인 K를 적게 함유하고 있는 것으로 알려져 있다(Grim 등, 1937). 일라이트 사용은 양이온 교환능력이 높고, 피부로부터 오일이나 독성물질을 효과적으로 제거하고, 흰쥐의 피부 창상에 광물성 미네랄 도포가 혈관 및 상피 재생, 섬유 증식을 증가시키며, 중금속 및 유기질 흡착, 유독가스 흡착 분해, 원적외선 방사, 항균 및 항바이러스, 신진대사를 촉진 시켜 피로회복에 도움이 되는 것으로 보고되었다(Kim 등, 2013; Choi 등, 2008).

온열의 생리적 효과를 위해 임상에서 많이 사용되는 적외선은 물체에 흡수되어 열작용을 일으키므로 사용을 간편하게 하여 온열요법에 쉽게 활용 되며, 진통작용 및 근경련의 감소, 염증의 감소 등의 생리적 효과 (Kim 등, 2006)가 있으며, 온열은 항암효과, 혈액순환, 피로회복, 근통증 감소, 근손실 감소, 근기능 퇴화 억제 등의 방법으로 많이 사용되고 있다(Kang 등, 2017; Kim & Lee, 2017; Lee 등, 2002).

## 2. 연구의 목적

다양한 자연치료법들 중에서 온열치료가 인체에 미치는 효과가 높은 자연치유로서 건강이나 질환의 치료에 관심이 높아져 가고 있다. 따라서 본 연구에서 다양한 운동으로 유발된 근피로의 회복에 도움이 되는지 알아보고자 젖산(Lactic acid), CRP, ACR의 농도변화를 분석하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 K지역 소재에 스포츠센터를 이용하는 일반 성인으로 특정 질환이 없고, 약물을 복용하지 않으며, 정기적으로 운동에 참여하는 자로 연구를 진행

하였다. 연구대상은 45명, 일라이트 온수매트 휴식(그룹 A) 15명, 일반 온수매트 휴식(그룹 B) 15명, 정적 휴식(그룹 C) 15명을 대상으로 선정하였다. 연구 시작 전 본 연구의 취지와 프로그램을 안내한 동의서에 서명한 일반 성인들을 대상으로 선정하였다. 연구대상자의 신체적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. General characteristics of the subject

	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
IG (n=15)	41.87±4.45	170.3±10.04	72.36±15.01	24.70±3.17
HG (n=15)	41.80±7.13	171.03±6.61	70.07±9.09	23.93±2.47
CG (n=15)	39.87±6.198	171.67±5.62	74.88±10.27	25.35±2.54

Value; mean ± standard deviation, BMI; body mass index  
IG; ilite group, HG; hot meat group, CG; control group

### 2. 측정도구 및 측정방법

신체조성은 생체전기저항법을 이용한 체성분 분석기(인바디 370, 인바디, 한국)를 사용하여 체중, 체지방률, BMI, 근육량을 측정하였다. 피험자들은 검사 전 신체활동을 하지 않은 상태에서 실시하며 금속제품을 착용하지 않고 맨손으로 손 전극을 잡고 맨발로 발 전극을 밟은 후 측정하여 기록하였다.

혈중젖산농도의 정확한 측정을 위하여 실험시작 30분 전에 간이 젖산분석기(Accutrend Plus, Roche, Swizerland)의 상태를 점검한 후에 Lactate를 손가락 모세혈(capillary blood)로 채혈하여 검사를 실시하였다. 채혈은 핑거팁 방법을 이용하여 3회(안정 시, 운동 직후, 회복 30분 후) 혈중 젖산농도를 분석·측정하였다.

CRP 검사는 생화학분석기(AFIAS-6, 바디텍메드(주), Korea)를 통해 혈액, 소변 등의 체액 및 기타 샘플을 이용하여 샘플 안에 포함된, 분석하고자 하는 물질의 농도를 정량 또는 반정량으로 측정하여 결과를 볼 수 있는 체외진단검사를 이용하였다. 채혈은 C-tip(capillary tip)을 이용하여 손가락으로부터 소량의(10  $\mu$ l 또는 50  $\mu$ l) 전혈 샘플을 이용하여 정량검사를 수행하였으며, 카트리지는 AFIAS 카트리지를 사용하여 단일검사로 즉시 사용

가능한 시약을 상온 2~8  $^{\circ}$ C로 보관하여 안정 시, 운동 직후, 회복 30분 후, C반응 단백질분석기(호르몬 면역분석기 AFIAS-6)를 이용하여 분석하였다.

ACR(albumin creatinine ratio) 검사는 미국 Abbott사의 AFINION 2 장비를 이용하여 소변으로 배설되는 알부민/크레아티닌의 양을 측정하는 방법을 검사하였다. 소변 샘플(3.5  $\mu$ l)을 검사용 비커에 채집하여 Afinion ACR 카트리지를 사용하여 측정하였으며, 안정 시, 운동 직후, 회복 30분 후, 채집된 소변을 미량알부민검사 분석기(Abbott, AFINION 2)를 이용하여 분석하였다.

### 3. 운동 프로그램

본 연구의 운동 프로그램은 고강도 운동(서킷 트레이닝) 프로그램으로 1회 운동시간은 30분으로 설정하였으며, 5분간 준비운동, 20분간 본 운동, 5분 정리운동으로 구성하였고, 무선 심박수 측정기를 이용하여 대상자들의 안정 시 심박수를 측정할 것이며, 운동 강도는 ACSM(2006)에서 권장하는 바와 같이 최대 심박수의 70~80 %와 운동 자각도(RPE)의 고강도(14~16R)로 설정하였다.

대상자들의 나이를 통해 최대심박수를 추정하여

Karbenen 공식(Jang 등, 2005)을 이용한 운동 강도에 따른 개인별 목표 운동 심박수 범위를 설정한 후 무선 심박수 측정기(polar s620)를 부착하고 5분의 준비운동, 20

분의 고강도 운동(서킷 트레이닝), 5분의 정리운동을 실시하였다. 서킷 트레이닝 프로그램은 Table 2와 같다.

Table 2. Exercise program

Contents		
Warm up (5 min)	Stretching & walking	REP
Main exercise (20 min, RPE 14-16)	① Jumping jack	15~20 REP 3 SET
	② Squat	
	③ Burpee	
	④ Push-ups	
	⑤ Lunge	
	⑥ Backward leg extension	
	⑦ Double crunch	
	⑧ Superman	
	⑨ Hopping	
	⑩ Rope jumping	
Cool down (5 min)	Stretching & cool down	

4. 자료 분석

측정한 데이터의 자료분석은 SPSS Ver. 18 통계 패키지를 이용 하였으며, 각 항목의 특성을 분석하고자 평균과 표준편차를 산출하여 통계 처리하였다. 각 그룹 간의 1회성 고강도 운동 전·후의 젓산, CRP, ACR의 변화량 차이 비교와 1회성 고강도 운동 후, 회복 30분 후의 젓산, CRP, ACR의 변화량 차이 비교를 위해 일원배치분산 분석(one-way ANOVA)을 실시하였다. 집단 간에 유의한 차이가 있을 경우 사후분석(Post-hoc test)을 위해 LSD 기법을 사용하였다. 모든 통계적 유의수준은  $\alpha = .05$ 로 설정하였다

III. 결 과

1. 젓산의 운동 전·후 변인 비교

1) 운동에 따른 젓산의 전·후 비교

본 연구에서 나타난 고강도 운동에 따른 각 집단 간 기술통계 분석결과 젓산의 변화는 Table 3과 같다. 고강도 운동에 따른 젓산의 변화 차이를 분석한 결과 집단간 통계적으로 유의한 차이는 없었지만, 일라이트군(A)은 7.81 mmol/L 증가하는 경향을 나타냈고, 일반매트군(B)은 4.57 mmol/L 증가하는 경향을 나타냈으며 대조군(C)은 5.37 mmol/L 증가하는 경향이 나타났다.

2) 회복에 따른 젓산의 전·후 비교

고강도 운동 후 회복에 따른 각 그룹 간 기술통계 분석결과는 표 3과 같다. 고강도 운동 후 회복에 따른 젓산의 차이를 분석한 결과 집단간 통계적 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $F=4.615, p=.015$ ). 일라이트군(A)은 7.71 mmol/L 감소하고, 일반매트군(B)은 4.63 mmol/L 감소하여, 두 집단간 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 대조군은 4.03 mmol/L 감소하여 일라이트군(A)과 통계적 유의한 차이가 나타났다( $F=4.615, p=.015$ ).

Table 3. The comparison of lactic acid before and after exercise (n=45)

Variables	Group	Pre	Post	F	p
Changes of lactic acid in exercise	IG (n=15)	2.66±2.61	10.47±3.75	2.172	.127
	HG (n=15)	2.77±2.18	7.34±2.59		
	CG (n=15)	2.21±2.08	7.59±4.53		
Changes of lactic acid in recovery	IG (n=15)	10.47±3.75	2.76±1.28	4.615 <sup>#</sup>	.015 <sup>*</sup>
	HG (n=15)	7.34±2.58	2.71±2.61		
	CG (n=15)	7.59±4.53	3.55±3.45		

Value; mean±standard deviation, IG; ilite group, HG; hot meat group CG; control group. <sup>\*</sup>; paired t-test, <sup>\*</sup>:  $p < .05$ , <sup>#</sup>; Change effect, <sup>#</sup>:  $p < .05$

## 2. CRP의 운동 전·후 변인 비교

### 1) 운동에 따른 CRP의 전·후 비교

고강도 운동에 따른 각 그룹 간 기술통계 분석결과 CRP 농도의 변화는 표 4와 같다. 고강도 운동에 따른 CRP 농도의 변화 차이를 분석한 결과 집단 간 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

### 2) 회복에 따른 CRP의 전·후 비교

고강도 운동 후 회복에 따른 CRP 농도의 차이를 분석한 결과(표 4), 집단 간 통계적 유의한 차이가 없었지만, 일라이트군(A)은 0.59 mg/L 감소하고, 일반매트군은 0.10 mg/L 감소하였다.

Table 4. The comparison of CRP before and after exercise (n=45)

Variables	Group	Pre	Post	F	p
Changes of CRP in exercise	IG (n=15)	0.79±.61	0.80±.59	.054	.948
	HG (n=15)	1.24±1.72	1.21±1.21		
	CG (n=15)	0.76±.95	0.76±.97		
Changes of CRP in recovery	IG (n=15)	0.80±.59	0.74±.56	.494	.613
	HG (n=15)	1.21±1.21	1.11±1.24		
	CG (n=15)	0.76±.97	0.75±.92		

Value; mean±standard deviation, IG; ilite group, HG; hot meat group CG; control group.

## 3. ACR의 운동 전·후 변인 비교

### 1) 운동에 따른 ACR의 전·후 비교

고강도 운동에 따른 ACR 농도의 변화 차이를 분석한 결과(표 5), 집단 간 통계적으로 유의한 차이는 없었지만, 일라이트군(A)은 2.96 mg/mmol 증가하는 경향을 나타냈고, 일반매트군(B)은 2.02 mg/mmol 증가하는 경향을 나타냈으며 대조군(C) 0.83 mg/mmol 증가하는 경향이 나타났다( $F=0.742$ ,  $p<.482$ ).

### 2) 회복에 따른 젖산의 전·후 비교

고강도 운동 후 회복에 따른 ACR 농도의 차이를 분석한 결과(표 5), 집단 간 통계적 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $F=4.015$ ,  $p=.05$ ). 일라이트군(A)은 2.47 mg/mmol 감소하고, 일반매트군은 0.03 mg/mmol 증가하여, 두 집단 간 통계적으로 유의한 차이는 없었으며, 대조군은 1.63 mg/mmol 증가하여 일라이트군(A)과 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $F=4.015$ ,  $p=.05$ ).

Table 5. The comparison of ACR before and after exercise (n=45)

Variables	Group	Pre	Post	F	p
Changes of ACR in exercise	IG(n=15)	1.57±2.13	4.53±5.29	.742	.482
	HG(n=15)	1.53±1.86	3.55±5.39		
	CG(n=15)	1.31±1.94	2.15±2.57		
Changes of ACR in recovery	IG(n=15)	4.53±5.29	2.07±1.94	4.015 <sup>#</sup>	.05 <sup>*</sup>
	HG(n=15)	3.55±5.39	3.57±5.19		
	CG(n=15)	2.15±2.57	3.78±4.95		

Value; mean±standard deviation, IG; Ilite group, HG; hot meat group CG; control group. <sup>\*</sup>; paired t-test, <sup>\*</sup>: p<.05, <sup>#</sup>;Change effect, <sup>#</sup>:p<.05

### IV. 고찰

본 연구는 일라이트 매트 사용과 일반 온수매트 사용이 고강도 운동 후 유발된 피로 및 근피로 회복방법에 따른 젖산, CRP, ACR 에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

대상자 총 45명 중 일라이트 매트 회복군(15명)과 일반 온수매트 회복군(15명) 그리고 대조군(15명)의 세 그룹으로 나누어 그룹간의 운동 후 회복효과에 미치는 영향을 연구하였다. 조사방법은 안정 시, 운동 후, 회복 후(30분)로 3회에 걸쳐서 젖산, CRP, ACR, 지표를 측정하였고, 고강도 운동으로 유발된 근피로에 회복방법에 따른 피로와 염증도 수준의 차이를 비교 분석하였다.

#### 1. 혈중 젖산(lactic acid)의 변화

젖산은 무산소성 해당 과정에 의해서 유발되는 피로 물질이며(Mattusch 등, 2000), 지구력 운동은 젖산 제거를 증가시키고 젖산 생성을 감소시켜 근육 내 젖산 함량을 감소시킨다고 보고하였다(Jin 등, 2006).

고강도 운동(서킷 트레이닝)으로 유·무산소적인 운동의 요소들이 요구되었고 그로 인하여 유발된 근피로에 회복 과정을 젖산의 변화된 지표로 확인할 수 있다. 고강도로 운동을 수행 하였을 때, 혈중 젖산의 분석은 에너지 대사과정을 바탕으로 한 생리학적 변화를 운동능력 과 회복능력 평가의 지표로 활용된다(Kim 등, 1999).

본 연구에서는 이러한 강도를 유지하기 위하여 심박수 측정기를 착용하여 설정한 강도에서 운동을 수행할 수 있도록 통제하였고, 운동 중에 체내의 젖산이 생성되면서 젖산의 농도는 높아졌다. 고강도 운동에 따른 젖산의 변화 차이를 분석한 결과 일라이트군(A)은 운동 후 7.81 mmol/L 증가하는 경향을 나타냈지만, 집단 간 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

이러한 결과로 인하여, 고강도 운동(서킷 트레이닝)은 자신의 최대심박수의 80~90 %에 해당하는 강도로, 20분 간 실시하였을 때 근피로가 유발되었고, 혈중 젖산의 농도가 높아졌다. 고강도 운동(서킷 트레이닝) 후 회복에 따른 젖산의 사전-사후 비교에서는 일라이트 온수매트에서 휴식군(A)과 대조군(C)에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(F=4.615, p<.05).

고강도 서킷트레이닝 운동 후 근육의 피로도가 상승하여 젖산농도가 증가하였으며, 30분간의 회복 시 젖산 농도가 떨어졌는데, 일라이트 온수매트에서 휴식이 대조군과 집단 간 통계적 유의한 차이가 나타났다. 고강도 운동 후 유발된 염증의 변화를 ACR 농도 차이로 살펴보면, 운동 후 증가한 ACR 농도는 일라이트 온수매트 휴식군이 ACR 농도가 감소하고, 대조군에서 휴식한 집단에서 ACR 농도가 증가하여 일라이트 온수매트에서 휴식이 피로회복과 염증 수치를 낮춰주는 효과가 있음을 시사하였다.

#### 2. 염증표지인자 CRP의 변화

## 1) C-반응 단백질의 변화

C-반응 단백질(C-reactive protein, CRP)은 지방세포에서 생성되는 급성기 반응물질이며 폐렴사슬알균의 C다당류에 반응한 급성 염증을 가진 환자에게서 처음으로 발견되었다(Andersson 등, 2006). 인터루킨-6에 대한 반응으로 간에서 생성되며, 원천적인 급성반응의 반응물질로, 염증반응의 표지자이며, 감염이나 염증의 시작 후 수 시간 내에 간에 의해 만들어지고 혈류로 분비되는 물질인 급성기 반응물질이다.

최근에 보고된 연구에 의하면 혈중 급성 염증 인자의 증가, 섬유소 인자의 증가와 더불어 신체활동과 관련한 연구 보고되고 있다(Ridker 등, 2003). CRP의 지표가 염증이거나 조직의 변성이 진행되는 동안 혈액 내에 증가하는 혈장 단백질의 성분으로 급성 단계 단백질(acute phase protein)의 대표적 성분이다. 급성기 염증반응에 관여하는 백혈구(white blood cell), 알부민(albumin), CRP(C-reactive protein), 피브리노겐(fibrinogen)이 많은 작용을 한다고 알려져 있으며, CRP는 염증반응과 조직 대사의 비특이적 반응이 나타날 때 증가하는 물질로 심혈관 질환 예후 위험 인자로 밝혀져 있다(Ridker 등, 2003). CRP는 심혈관계 질환의 과거 병력이 없는 신체가 건강한 사람의 심장 급사, 말초혈관질환, 심근경색, 뇌졸중이나 안정형 관상증후군 환자의 급성 재발과 사망 사건을 예견하는 강한 염증 지표이다(Bassuk 등, 2004).

이번 연구에서는 고강도 운동(서킷 트레이닝)으로 유·무산소적인 운동의 요소들이 요구 되었고 그로 인하여 유발된 근피로에 회복 과정을 CRP의 변화된 지표로 확인할 수 있다. 일반적으로 중강도의 운동으로 기대할 수 있는 효과는 건강 상태를 좋아지게 하거나 증진하는 목적이 있는 반면에, 고강도 운동은 단백질과 CRP 지표에 급성반응성 물질의 증가로 혈액 내에 염증반응과 관계가 있다고(Lissen 등, 1977) 알려졌고, 최근 보고에서는 신체적 활동과 심장질환과의 관계(Bang, 2019), 운동과 CRP와의 관계에 대해 긍정적이거나 부정적 효과를 제시하면서 논쟁이 되었다(Mattusch 등, 2000). 그러나 Byun(2003)은 CRP의 지표는 평상시 주기적인 유산소성 운동을 실시한 사람들이 혈중 염증 인자들의 수준이 낮게 유지되었고, 혈청 알부민(albumin) 수준이 감소하는

것을 막을 수 있다고 주장하였으며, 규칙적인 운동은 항염증 효과가 있는 것으로 보고하였다(Timmerman 등, 2008).

CRP는 0.001 mg/dL부터 감지되었고, CRP 검사는 AFIAS-6 생화학분석기를 통하여 손가락 채혈 C-tip(capillary tip)을 실시하여 소량의(10 ul 또는 50 ul) 전혈 혈액 샘플을 채취하여 정량검사를 수행하였다. 안정 시, 운동 직후, 회복 30분 후, C 반응단백 검사 분석기(호르몬 면역분석기 AFIAS-6)를 이용하여 분석하였다. 고강도로 운동을 수행하였을 때, 무증상 성인에서 상승된 CRP의 정의는 일괄적으로 정해진 절단값(cut-off value)이 없기 때문에 기존 국내외 연구(Jung 등, 2006; Visser 등, 1999)와 동일하게 0.22 mg/dL 이상인 경우를 증가한 것으로 간주하였다. CRP가 대사증후군을 진단함에 기준으로 사용될 수 있다는 보고(Ridker 등, 2003; Ridker 등, 2005)가 있으며, 다른 대사증후군 위험인자와 같이 CRP도 절단값(cut-off)이 정립된다면, 임상적으로 더 많은 정보를 제공할 수 있을 것이다.

CRP는 염증이 발생되면 단핵세포, 대식세포 및 지방세포에서 유도되는 염증 유발성 사이토카인(proinflammatory cytokine)에 의하여 촉진되어 간에서 합성이 이루어져 혈액내로 나오는 것으로 밝혀졌고, 신체활동으로 인한 체지방량 감소에 의해 CRP 농도를 감소시킬 수 있다(Devaraj 등, 2003).

유산소 운동은 혈중 총콜레스테롤, 중성지방을 감소시키며 HDL-C을 증가시켜 심혈관 질환의 예방에 중요한 역할을 한다. 또한, 급성 심근경색환자 사망의 중요한 위험요소 지표인 CRP는 유산소 운동을 통하여 감소시킬 수 있음이 증명되고 있다(Lee 등, 2012). 운동이나 신체적 활동은 CRP, 백혈구 그리고 피브리노겐(fibrinogen)과 같은 염증 인자들의 수준을 낮추어 주어 심혈관계 질환의 위험을 줄여준다고 하였다. Lee 등(2004)은 성인 남성을 6개월간 운동 후 CRP 수치가 감소 되었다고 하였다. Back(2008)의 연구에서는 저, 고강도 운동 시, 운동 직후에 CRP 수치가 조금 상승했고 운동 후 1시간이 경과 후 다시 정상치로 돌아왔고, 중강도 운동 시에는 운동 직후 CRP 수치가 감소하였고 운동 후 1시간 후에도 계속 감소하는 결과가 나왔다.

대부분의 선행 연구들은 장기적인 운동을 했을 때

CRP의 변화를 측정했고, 분석 수치는 운동 전과 운동 후 뚜렷한 변화를 보였다(Abramson & Vaccarino, 2002; Mattusch 등, 2000). 본 연구 결과에서는 고강도 운동 직후, 회복 30분 후에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났지만, 회복군 별로 CRP 수치 변화량을 살펴보면 일라이트군(A)은 감소하고 일반매트군(B)도 감소하였으며, 대조군(C)은 8.30 mmol/L가 증가하였지만 CRP 농도변화는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

이와 같은 결론은 선행연구에서 장기간의 운동으로 CRP의 변화가 나타났고 본 연구에서는 1회성 고강도 운동으로 운동 직후 CRP 농도의 변화는 영향을 미치지 않았다. 운동 후 일라이트 온수매트에서의 휴식이 대조군에 비해 젖산농도와 ACR 농도를 낮춰주는 효과가 있음을 시사하였다.

### 3. 염증표지인자 ACR의 변화

#### 1) ACR의 변화

고강도 운동(서킷 트레이닝)으로 유·무산소적인 운동의 요소들이 요구되었고 그로 인하여 유발된 근피로에 회복 과정을 ACR의 변화된 수치로 확인할 수 있다. 알부민/크레아티닌 비(albumin-to-creatinine ratio, ACR)는 일회뇨에서 측정 가능하다는 장점으로 많이 사용되고, 최근에는 24시간 알부민 요배설량을 대신하여 미세알부민뇨 선별검사의 표준으로 인정받고 있다. 미세알부민시험은 신부전의 초기 지표이며, 심각한 신장 손상이 확실 시되기 전에 몇 년간 소변으로 배출되기 시작하는 알부민의 적은 양을 측정한다. 알부민은 간에서 생산되는 단백질이고, 혈액에 높은 농도로 존재하며, 신장이 제대로 작동하는 경우, 알부민이 혈액에서 빠져나와 소변을 통해 배설되지 않는다. 그러나 사람의 신장이 손상되는 경우, 신장은 소변의 단백질을 거르는 능력을 잃게 되며, 당뇨병과 고혈압 등 만성 질환에서 빈번하게 소변에서 단백질의 양의 증가하는 것을 볼 수 있다. 이는 신부전을 반영한다. 미세 알부민뇨를 정의하는 기준치에 대해서는 여러 가지 의견이 있는데, 미국당뇨병학회(American Diabetic Association)에서는 ACR이 30-300 mg/gm인 경우를 미세알부민뇨로 정의하였고, 미국 국가

신장재단(National Kidney Foundation)에서는 성별에 따라 남자에서는 17-250 mg/gm, 여자에서는 25-355 mg/gm을 기준치로 제시하고 있다. 성별에 따라 다른 기준치를 사용해야 한다는 주장은 남녀에서 24시간 크레아티닌 요배설량이 크게 다르다는 사실을 근거로 한 것이다.

고강도 서킷 트레이닝 운동에 따른 ACR의 변화는 집단간 통계적으로 유의한 차이는 없었지만(F=.742, p<.482), 일라이트군(A)은 2.96 mg/mmol 증가하는 경향이 나타났고, 일반매트군(B)은 2.02 mg/mmol 증가하는 경향을 나타냈으며, 대조군은 0.83 mg/mmol 증가하는 경향이 나타났다.

고강도 운동 후 회복에 따른 ACR의 차이를 분석한 결과, 집단간 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(F=4.015, p<.025). 집단 간 차이를 살펴보면 일라이트군(A)은 2.47 mg/mmol 감소하고, 일반매트군(B)은 0.03 mg/mmol 증가하여 두 집단 간 통계적으로 유의한 차이는 없었으며, 대조군(C)은 1.63 mg/mmol 증가하여 일라이트군(A)과 대조군(C)의 집단 간 통계적으로 유의한 차이(A>C)가 나타났다(F=4.015, p<.025).

## V. 결론

본 연구는 고강도 운동 후 온수매트에서 정적 휴식 시에 혈중젖산농도, ACR 농도의 변화는 영향을 받지만, CRP 농도의 변화에는 영향을 미치지 못하는 것으로 알 수 있다. 대부분의 선행연구 들은 장기적인 운동을 했을 때 CRP의 변화를 측정했고, 분석 수치는 운동 전과 운동 후 뚜렷한 변화를 보였다. 본 연구에서는 1회성 고강도 운동으로 운동 직후, 30분간 회복 후 CRP 농도의 변화는 통계적으로 유의한 영향을 미치지 않았다.

향후, CRP 농도의 차이를 확인하기 위하여 운동 후 휴식 시간의 변화에 따른 농도 차이를 확인할 수 있는 추가적인 연구가 필요할 것을 확인할 수 있었다.

## 참고문헌

- Abramson JL, Vaccarino V(2002). Relationship between physical activity and inflammation among apparently healthy middle-aged and older us adults. *Arch Int Med*, 162(11), 1286-1292. <https://doi.org/10.1001/archinte.162.11.1286>.
- Andersson ML, Thorstensson CA, Roos EM, et al(2006). Serum levels of cartilage oligometric matrix Protein(COMP) increase temporarily after physical exercise in patient with knee osteoarthritis. *BMC Musculoskelet Disord*, 7, Printed Online. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-7-98>.
- Back KY(2008). The effect of different exercise intensity on the blood pressure and inflammatory markers change in pre-hypertension leveled male. Graduate school of Chonnam National University, Republic of Korea, Doctoral dissertation.
- Bang SY(2019). The relations between metabolic syndrome, physical activity, and dietary patterns in Korean adults. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 20(2), 662-672. <https://doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.2.662>.
- Bassuk SS, Rifai N, Ridker PM(2004). High-sensitivity C-reactive protein: clinical importance. *Curr Probl Cardiol*, 29(8), 439-493.
- Byun JC(2006). Clinical article correlation of risk factors on the acute inflammatory markers and BMI, serum cholesterol levels. *Korean J Sports Med*, 24(1), 37-43.
- Choi KM, Lee CW, Lee MY(2008). Effect of ore minerals on the healing of full-thickness skin injury model of rat. *Journal of Environmental Science International*, 17(7), 809-816. <https://doi.org/10.5322/JES.2008.17.7.809>.
- Chung YL(2017). Sport for all participation in Korea. *The Korea Journal of Sport*, 15(4), 239-248.
- Devaraj S, Xu DY, Jialal I(2003). C-reactive protein increases plasminogen activator inhibitor-1 expression and activity in human aortic endothelial cells: implications for the metabolic syndrome and atherothrombosis. *Circulation*, 107(3), 398-404. <https://doi.org/10.1161/01.cir.0000052617.91920.fd>.
- Edwards RH(1983). Biochemical bases of fatigue in exercise performance: catastrophe theory of muscular fatigue. *Biochemistry of Exercise*, 13(13), 3-28.
- Fullagar HH, Skorski S, Duffield R, et al(2015). Sleep and athletic performance: The effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. *Sports Med*, 45(2), 161-186. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0260-0>.
- Grim RE, Bray RH, Bradley WF(1937). The mica in argillaceous sediments. *American Mineralogist: Journal of Earth and Planetary Materials*, 22(7), 813-829.
- Jang KT, Choi DH, Park H, et al(2005). Physical fitness evaluation and exercise prescription. 4rd ed, Seoul, Hanmi Medical Publishing Co, pp.322.
- Jin JK, Lee DT, Lee MC(2006). Exercise and lactate shuttle. *The Official Journal of the Korean Association of Certified Exercise Professionals*, 8(2), 85-92.
- Jung UJ, Kim MS, Jung EY, et al(2006). Correlations of C-reactive protein levels with obesity index and metabolic risk factors in healthy adults. *Korean J Family Med*, 27(8), 620-628.
- Kang YJ, Jo HA, Lee CJ, et al(2017). Before using the thermal massager · Analysis of change in contrast sensitivity and fatigue level after. *Korean Academy of Visual Sciences Fall Conference*, 11, 59-59.
- Kim HJ, Kim GS, Kang SO(2013). A comparative study of the effects of illite and illite-iron hydroxide (goethite) mixture on the improvement of oily skin conditions in adults of the 20s and 30s. *Korean Journal of Aesthetic Society*, 11(6), 1073-1082.
- Kim KO, Lee SO(2017). Effects of thermotherapy using mugwort on stress, fatigue and body composition in middle aged women. *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, 7(4), 857-868. <https://doi.org/10.14257/AJMAHS.2017.04.63>.

- Kim SH, Kim GJ, Min KO(2006). Physical therapy for musculoskeletal and circulatory diseases. 1st ed, Seoul, Sky Trap, pp.13-15.
- Kim WK, Yoon YH, Sung HR(1999). Study on changes of blood lactate, LDH and CPK in Taekwondo competition. Korean J Sports Med, 17(1), 124-131.
- Lee JG, Koa BG, Kim YS, et al(2002). The influence of ceragem treatment on exercise performance and recovery from fatigue in elite athletes. Int J Appl Sports Sci, 14(2), 89-117.
- Lee HI, So YS, Kim MJ, et al(2012). The effects of aerobic exercise on the risk factor of metabolic syndrome and RBP4 in obese elderly women. Korean J Sports Sci, 21(1), 901-912.
- Lee NY, Han MO, Cho HJ, et al(2004). Relationship between obesity, lifestyle and demographic factors and CRP. The Korean Journal of Obesity, 13(2), 141-149.
- Lissen H, Dufaux B, Hollmann W(1977). Modifications of serum glycoproteins during the days following prolonged physical exercise and influence of physical training. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 37(4), 243-254. <https://doi.org/10.1007/BF00430954>.
- Mattusch F, Dufaux B, Heine O, et al(2000). Reduction of the plasma concentration of C-reactive protein following nine months of endurance training. Int J Sports Med, 21(1), 21-24. <https://doi.org/10.1055/s-2000-8852>.
- Miller PC, Bailey SP, Barnes ME, et al(2004). The effects of protease supplementation on skeletal muscle function and DOMS following downhill running. J Sport Sci, 22(4), 365-372. <https://doi.org/10.1080/02640410310001641584>.
- Pull MR, Ranson C(2007). Eccentric muscle actions. Implications for injury prevention and rehabilitation. Phys Ther Sport, 8(2), 88-97. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2006.11.005>.
- Ridker PM, Bassuk SS, Toth PP(2003). C-reactive protein and risk of cardiovascular disease: Evidence and clinical application. Curr Atheroscler Rep, 5(5), 341-349. <https://doi.org/10.1007/s11883-003-0004-3>.
- Ridker PM, Cannon CP, Morrow D, et al(2005). C-reactive protein levels and outcomes after statin therapy. N Engl J Med, 352(1), 20-28.
- Simonson E, Wieiser PC(1976). Physiological aspects and Physiological correlates of work capacity and fatigue. Springfield, Charles C Thomas Publisher.
- Timmerman KL, Flynn MG, Coen PM, et al(2008). Exercise training-induced lowering of inflammatory (CD14+ CD16+) monocytes: a role in the anti-inflammatory influence of exercise. J Leukoc Biol, 84(5), 1271-1278. <https://doi.org/10.1189/jlb.0408244>.
- Visser M, Bouter LM, McQuillan GM, et al(1999). Elevated C-reactive protein levels in overweight and obese adults. JAMA, 282(22), 2131-2135. <https://doi.org/10.1001/jama.282.22.2131>.