

# 운동 후 원적외선 사우나 입실이 우수 테니스 선수들의 혈청 생화학성분 및 운동수행력에 미치는 효과

차 정 훈<sup>1)</sup>

## The effects of far infrared ray on performance following training in elite tennis player

Cha, Jung-Hoon<sup>1</sup>

### Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of far infrared ray on serum lactic acid, electrolyde, CK, LDH and aerobic apacity in elite tennis player followed training. For this study, fourteen elite tennis players (age: 23.11±3.14yr, height: 177.52±5.21cm, weight 64.73±3.11kg. career; 7.01±0.57yr) were recruited and seperated CON (no far infrared ray sauna, n=7) and SAUNA(n=7) group. SAUNA group enter far infrared ray sauna booth(엘-Bio) 20min<sup>-1day</sup>/8time<sup>-2week</sup> immedeatly after tennis training. Blood was extracted before training, immedeatly after training and after far infrared ray sauna during before and after sauna treatment. In ths study, lactic acid, electrolyde, and CK, LDH level was significantly improved after sauna treatment. Based on these results, far infrared sauna may lead better conditioning effect in elite tennis player because Blood product by metabolic process was removed after training and electrolyde and blood stress marker was improved after sauna treatment.

Key words : far infrared ray, lactic acid, electrolyde, and CK, LDH

## I. 서 론

적외선은 눈에 보이지 않는 전자기 파 (electro-

magnetic wave)로 그 길이에 따라 근적외선(near infrared ray, 0.8-1.5 $\mu$ m), 중적외선(middle infrared ray 1.5-5.6 $\mu$ m) 그리고 원적외선(far infrared ray,

\* 교신저자 : 차정훈, 한국체육대학교, jhcha8055@hanmail.net

\* 본 연구는 엘-Bio사의 연구자금으로 수행되었음

1) 한국체육대학교  
138-763 서울시 송파구 오륜동 88-15

1. Korea National Sport University  
88-15 Oryun-dong Songpa-gu  
138-763 Korea

5.6-1000 $\mu$ m)으로 나뉘며, 이중 원적외선은 파장이 가장 길며 물질에 잘 흡수 된다(Toyokawa 등, 2003).

원적외선은 특정 물질을 구성하는 분자와 동일한 진동수의 원적외선을 방사, 그 물질에 흡수되는 공진운동 현상을 일으키게 되고 이는 분자 내 에너지 발생 및 활성을 유도하게 되며 특히 인체의 피부에서는 에너지로 전환, 피부 수용기에 의해 열로서 감지된다(Inoue & kabaya, 1989). 원적외선과 관련된 연구는 음식 보존 (Lloyd 등, 2003), 건강증진(Honda & Inoue, 1998; Udagawa & Nagasawa, 2000)에 대한 연구가 수행되었으며, 특히 동물실험에서는 원적외선이 피부혈류를 개선 (Yu 등, 2006), 세포활성, 대사기능촉진을 효과를 초래한다고 보고 (Lin 등, 2007; Lin 등, 2008; Inoue & kabaya) 되면서 최근에는 허혈이나 외상, 당뇨 및 말초동맥 폐색증에 의한 피부조직의 괴사에 대한 처치에 많이 이용되고 있다.

원적외선과 운동수행력과 관련된 연구에서 윤성원 등(2001)은 축구선수들을 대상으로 원적외선 방출 기능성 운동복을 4일간 착용한 후 유산소성 운동 능력과 혈중 생리학적 변인들을 조사한 결과 최대산소섭취량, 무산소성 역치수준 및 총 운동수행시간이 증가하였으며 혈중변인으로 적혈구수와 구형충실도에 유의한 개선 효과를 가져와 유산소성 운동능력의 향상을 보고하였다. 여남희 등(2000)은 남자대학생을 대상으로 4일간 1일 15시간 이상 원적외선(5-20 $\mu$ m)이 방사되는 운동복을 착용하였을 때 최대운동수행시간 평균 9.0%, 최대산소섭취량은 4% 그리고 최대운동후 젖산농도는 21% 감소하였으며 최대운동후 회복기 초과산소섭취량이 유의하게 증가하여 원적외선 방사 운동복학용이 최대운동수행력과 운동후 회복능력이 개선되었다고 하였다.

스포츠 현장에서는 운동 및 시합 후 회복시기에 사우나와 샤워를 이용한 피로회복에 많이 의존하는 실정이다. 특히 사우나는 증기욕을 통한 땀의 배

출을 유도하여 체내노폐물 배설을 촉진시켜 피로 회복 및 근피로 개선, 자율신경기능개선, 혈압과 체중감소에 효과적이다(Sato & Kawashima, 1989).

그러나 사우나의 개선효과에 관한 연구와 더불어 사우나에 의한 발한은 적극적인 신체활동에 의한 발한을 보다 인체 전해질의 손실이 더 많으며 (김영수 등, 1998), 운동시 발한성분에는 노폐물, 발암물질, 각종중금속이 포함되는데 반해 사우나시의 발한성분에는 체내 전해질이 다량 포함되었다는 보고도 있다(황수관 등, 1994).

또한 장시간의 사우나 노출은 산소공급저하, 탈수, 과도한 발한에 의한 체액의 불균형은 물론 운동과 열에 노출된 후 혈색소와 적혈구 용적이 감소와 근글리코젠 농도의 감소를 보고하였다(Costill, 1974).

최근에는 증기 또는 건조사우나의 효과를 개선하기 위하여 원적외선을 발산하는 사우나의 보급이 활성화 되고 있으며 스포츠 현장에도 많이 적용되고 있는 실정이다. 특히 선수들의 경우 격렬한 운동 또는 시합 후 안정시 수준으로의 빠른 회복은 경기력과 밀접한 관계를 가지고 있다(Costill, 1974; Stephens 등, 2008). 따라서 운동후 원적외선 사우나 입실에 따른 생리학적 변인과 운동수행력에 미치는 효과구명이 필요하다고 볼 수 있다.

이에 본 연구에서는 우수 테니스 선수들을 대상으로 단기간에 걸쳐서 테니스 운동 후 회복시 원적외선 사우나 입실에 따른 혈청 젖산, 전해질 수준, CK, LDH 및 유산소성 운동능력에 미치는 효과를 구명하는데 그 목적이 있다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구는 현재 H 대학교에 재학 중이며, 대한

테니스 협회에 등록되어 있는 우수 테니스선수 14 명을 대상으로 (연령,  $23.11 \pm 1.14$ 년; 신장,  $177.52 \pm 5.21$ cm; 체중:  $64.73 \pm 3.11$  kg, 체지방률,  $13.12 \pm 1.27\%$ ; 운동경력,  $7.01 \pm 0.5$  7), 본 연구에 앞서 실험 목적 및 절차 등에 대한 충분한 사전설명을 실시하여 자발적으로 참여하기를 원하며 실험동의서를 작성한 피험자들만을 대상으로 실시하였다.

모든 피험자들은 실험 시작 일주일 전부터는 음주와 카페인 섭취를 제한시켰으며, 현재 약물을 복용하거나 혹은 수행력에 영향을 미칠 수 있는 정도의 부상 및 상해를 입은 경우는 피험자로부터 제외시켰다.

## 2. 신체조성 측정

피험자들은 실험당일 피험자들은 정확한 측정을 위하여 10시간 가량의 공복을 유지한 상태에서 Inbody 4.0을 이용하여 피험자들의 체중, 신장, 체지방 등을 측정하였다.

## 3. 혈액채취 및 분석항목

혈액채취는 모든 피험자들이 테니스 운동 전 안정시, 운동직후 그리고 원적외선 사우나(온도  $45^{\circ}\text{C}$ , 습도 60%, 엘-Bio사, Korea)에 20분 동안 입실한 직후를 포함하여 총 3회에 걸쳐 상완정맥에서 10ml의 혈액을 채취하였다. 혈액의 일부는 채혈후 곧바로 젯산분석기(YSI 2300, USA)를 이용하여 젯산농도를 측정하고 나머지 혈액은 상온에서 약 1시간 방치, 3000rpm에서 10분간 원심분리(Beckman, USA)한 후 상층액인 혈청을 다른 튜브에 옮겨  $-80^{\circ}\text{C}$ 에 보관하였다.

보관된 혈청은 전해질(소듐, Na; 포타시움, K; 클로라이드, Cl; 마그네슘, Mg; 글루코스, glucose) 농도를 분석하기 위해 녹십자 의료재단

에 의뢰하여 분석 하였다.

그 후 2주 동안 (주 4회, 총 8회) 테니스 운동직후 1회 20분씩 원적외선 사우나(온도  $45^{\circ}\text{C}$ , 습도 60%)에 입실하였다. 2차 혈액채취는 총 7회에 걸친 원적외선 사우나 입실 후 다음날 테니스 운동전, 직후 그리고 20분간의 원적외선 사우나 입실 후, 1차와 동일한 방법으로 실시하였다.

## 4. 운동부하 검사

선행연구에서 제시된 바(여남희, 2000; 윤성원 등, 2001) 원적외선이 운동수행력에 영향을 미치는지를 구명하기 위해 모든 피험자들을 대상으로 2주간의 사우나 처치 전 후에 걸쳐 운동부하 검사를 실시하였다(온도  $23^{\circ}\text{C}$ , 습도 50%)

운동부하 검사는 피험자들이 우수테니스선수라는 점을 감안하여 KSSI 점증부하법을 이용하여 경사도 5%에서 분당 90m에서 운동을 시작하여 울-아웃 수준까지 수행하였다. 측정변인은 호흡가스 변화를 이용하여 최대산소섭취량과 무산소성 역치수준 그리고 운동수행시간을 분석하였다.

## 5. 테니스 운동프로그램

본 연구에서 피험자들이 평상시 본 운동시간에 실시하는 정규 훈련으로 표 1에 제시한 바와 같이 준비운동, 본 운동, 정리운동으로 구성되어, 총 운동시간은 100분, 그리고 운동부하 검사에서 측정된 최대심박수의 40-80% 목표의 운동강도로 실시하였다.

## 6. 원적외선 사우나

본 연구에서는 엘-Bio사(Korea)에서 대기공기 100cc당 음이온 200-300cc 그리고 원적외선 파장

Table 1. Tennis training program

	내 용	시간	운동강도 (% HR)
준비운동	1. 맨손체조 및 스트레칭 2. 조깅	10분	40-50%
본운동	1. 스윙연습(포핸드, 백핸드 스트로크) 2. 포 & 백핸드 스트로크 3. 러닝스트로크 4. 발리 5. 서브 6. 스매싱	40분	60-70%
	7. 게임연습(단식 or 복식)	40분	70-80%
	정리운동	1. 맨손체조 및 스트레칭	10분

은 7-1000µm까지 방사되며, 성인 두 사람이 입실 가능하도록 특수 제작(130 × 200cm)된 가정용 원적외선 사우나 부스(특허청 등록, 2004)를 이용하였다.

원적외선 입실(온도 45℃, 습도는 60%)시 모든 피험자들은 테니스 운동직 후 몸의 땀을 최대한 제거하고 운동전과 비교해서 감소된 체중만큼의 수분만(0.75±0.18 kg)을 섭취한 상태에서 20분간 입실하였다.

7. 자료처리

본 실험을 통해 얻어진 모든 결과들은 Window 용 SPSS 통계 프로그램 (Ver. 11.5)을 이용해 평균과 표준편차를 산출하였다. 집단간과 기간에 따른 종속변인들의 차이검증은 반복측정에 의한 이원변량분석(repeated two way ANOV A)를 실시하였으며 상호작용효과가 있을 경우 그 차이를 구체적으로 확인하기위해 독립(independent) t-검증을 실시하였다. 통계적 유의도에 대한 가설 수락 수준은 α<.05로 설정하였다.

III. 결 과

1. 혈중 젖산농도의 변화

2주간의 원적외선 사우나 처치 전(before far infrared ray sauna)·후(after far infrared ray sauna)에 있어서 테니스 운동전(BTT), 직후(ATT) 그리고 20분간 원적외선 사우나 입실 후(AS) 혈중 젖산농도의 변화에 관한 결과는 그림 1에 제시한 바와 같다.

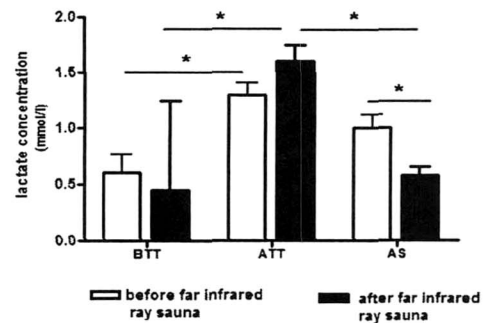


Fig 1. the effect of far infrared ray sauna on blood lactate concentration at BTT (Before Tennis Training), ATT (After Tennis Training) and AS (After sauna). \* p<.05

테니스 운동 전 측정된 혈중 젖산농도 (원적외선 사우나 처치전:  $0.60 \pm 0.16 \text{ mmol/l}$ ; 원적외선 사우나 처치후:  $0.55 \pm 0.20 \text{ mmol/l}$ )는 테니스 운동직후 모두 유의한 수준에서 증가하였다(원적외선 사우나 처치전:  $1.30 \pm 0.11 \text{ mmol/l}$ ; 원적외선 사우나 처치후:  $1.60 \pm 0.15 \text{ mmol/l}$ ,  $p < .05$ ). 그리고 운동직후 20분의 원적외선 사우나 입실 후(AS) 측정된 혈중 젖산농도는 원적외선 사우나 처치 전 ( $1.00 \pm 0.12 \text{ mmol/l}$ ) 에 비해 사우나 처치 후 ( $0.58 \pm 0.07 \text{ mmol/l}$ ) 유의한 수준에서 감소하였다 ( $p < .05$ ).

## 2. 혈청 전해질 및 글루코스 농도의 변화

2주간의 원적외선 사우나 처치 전(before)·후(after)에 있어서 테니스 운동전(BTT), 직후(ATT) 그리고 20분간 원적외선 사우나 입실 후(AS) 혈청 전해질과 글루코스농도 변화에 관한 결과는 표 1에 제시한 바와 같다.

원적외선 사우나 처치 전(before) 테니스 운동 직후(ATT)와 다소 감소한 소듐(Na), 포타시움

(K), 마그네슘(Mg), 클로라이드(Cl) 수준은 20분의 원적외선 사우나 실시 후 (AS) 통계적으로 유의한 수준에서 증가하였다( $p < .05$ ).

원적외선 사우나 처치 후(after) 테니스 운동전, 직후 및 20분의 원적외선 사우나 실시 후 측정된 혈청 전해질과 글루코스 수치는 유의한 차이를 보이지 않았다.

## 3. 혈청 CK와 LDH 농도의 변화

2주간의 원적외선 사우나 처치 전(before)·후(after)에 있어서 테니스 운동전(BTT), 직후(ATT) 그리고 20분간 원적외선 사우나 입실 후(AS) 혈중 CK와 LDH 농도의 변화에 관한 결과는 표 2에 제시한 바와 같다. 원적외선 사우나 처치 전 (before)에 있어서 측정된 혈청 CK와 LDH 수준은 테니스 운동전(BTT)과 비교했을 때 운동 직후(ATT) 유의한 수준에서 증가한 것으로 나타났다( $p < .05$ ). 그러나 원적외선 사우나 처치 후(after) 혈청 CK와 LDH 수준은 모든 시기에 따른 차이를 보이지 않았다.

Table 2 the effect of far infrared ray sauna on serum Na, K, Mg, Cl and glucose concentration at BTT (Before Tennis Training), ATT(After Tennis Training) and AS (After sauna) §significantly different between ATT and AS in before treatment

	처치	BTT	ATT	AS
Na <sup>+</sup> (mmol/l)	before	140.57±22.64	125.43±20.36	144.71±17.57 <sup>§</sup>
	after	141.71±2.92	140.43±15.27	139.29±14.93
K <sup>+</sup> (mmol/l)	before	4.33±0.77	4.12±0.66	4.36±0.83 <sup>§</sup>
	after	4.36±0.29	4.37±0.35	4.37±0.35
Mg <sup>+</sup> (mg/dl)	before	2.37±0.57	1.97±0.44	2.44±0.55 <sup>§</sup>
	after	2.36±0.11	2.10±0.29	2.14±0.28
Cl <sup>+</sup> (mmol/dl)	before	102.86±15.95	92.43±15.09	109.14±19.35 <sup>§</sup>
	after	104.85±3.08	103.00±10.55	101.57±11.47
glucose (mg/dl)	before	98.71±33.73	86.14±23.49	89.00±28.21
	after	94.86±18.43	82.57±10.56	80.43±10.06

Table 3. the effect of far infrared ray sauna on serum CK, LDH level at BTT (Before Tennis Training), ATT(After Tennis Training) and AS (After sauna) \* significantly different between BTT and ATT

	처치	BTT	ATT	AS
CK (IU/L)	before	198.19±38.23	200.31±34.31*	217.73±77.76
	after	195.31±45.71	216.79±21.76	203.19±11.93
LDH (IU/L)	before	287.31±25.51	383.81±41.71*	291.97±60.84
	after	291.36±31.27	311.73±0.35	310.71±0.35

Table 4. the effect of far infrared ray sauna on exercise time, VO<sub>2</sub>max, Anaerobic threshold level at before and after treatment

측정변인	처치	
	before	after
exercise time(sec)	986.71±19.89	1002.55±47.71
VO <sub>2</sub> max(ml/min)	61.9±3.71	60.1±4.19
AT level	73.81±4.98	74.12±3.16

#### 4. 유산소성 운동능력의 변화

2주간의 원적외선 사우나 처치 전(before)·후(after) 유산소성 운동능력의 변화에 관한 결과는 표 3에 제시한 바와 같이 운동시간(exercise time), 최대산소섭취량(VO<sub>2</sub>max) 그리고 무산소성 역치 수준은 원적외선 사우나 처치에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다.

### IV. 논의

본 연구에서는 원적외선 사우나의 운동보조수단(ergogenic aids)으로서 그 효과를 구명하고자 우수 테니스 선수들을 대상으로 2주간에 걸쳐 테니스 운동 후 회복시 원적외선 사우나 입실에 따른 혈중 생화학 성분 및 운동수행력에 미치는 효과에 대해 구명 하였다.

테니스는 단식과 복식경기 모두 50분 이상의 경기시간동안 분당 7.7-10.9 kcal를 소모하는 높은 유·무산소성 운동능력이 요구되는 스포츠이다(Kovacs, 2002). 무산소성 대사과정에서 생성되는 젖산(lactic acid)은 간으로 유입되어 포도당으로 생성(gluconeogenesis; Cori cycle) 되거나 type II 섬유, 신장, 그리고 심장근에서 피루빅염(pyruvate)으로 전환, 크렙사이클(Kreb cycle) 과정을 거치면서 산화적 대사과정을 거치게 된다(Brook, 1990).

본 연구에서 테니스 운동 직후 측정된 혈청 젖산농도는 안정시에 비해 유의하게 증가하였으며, 1회 원적외선 사우나 입실 후 다소 감소하였다. 흥미로운 점은 2주간의 원적외선 사우나 처치후에 측정된 혈청 젖산농도는 운동 직후 안정시에 비해 유의하게 증가하였다가 20분간 원적외선 사우나 후 유의한 수준에서 감소하였다는 것이다.

이러한 원적외선 처치에 따른 젖산의 제거와

관련된 기전의 설명으로는 Vaupel 등 (1995)이 원적외선은 혈관확장과 혈류흐름을 개선시키며, 원적외선 치료는 조직의 10mm 깊이 내 온도를 약 4°C 증가, 모세혈관을 확장시킨다고 하였다. 그리고 염증이나 과열현상 없이 피하조직 2-3cm 깊이 까지 공진운동을 통한 에너지의 운반이 가능하다고 보고하였다.

그리고 YU 등(2006)은 원적외선 치료에 따른 L-arginine/nitric oxide) pathway와 관련된 피부 혈류 개선 및 반복적인 원적외선 치료에 따른 아포리포프로테인(apolipoprotein) E-결핍 마우스모델의 혈관내피 NO(nitric oxide) 합성효소 발현을 upregulate 시키며 혈관생성을 증가 (Akasaki 등, 2006) 시켰다는 연구결과들과 관련이 있을 것으로 사료된다.

한편 운동을 통한 발한에 의해 신체수분과 전해질의 손실을 초래하게 되지만, 체내 수분과 전해질들은 모세혈관 기공을 통해 신체조직들 사이로 재분포 되어짐으로써 체수분 구획사이의 농도 불균형은 빠르게 평형상태로 유지된다(Brody, 1994).

이러한 체내 전해질은 효소기능 활성화에 직접적인 영향을 미치지 않는 않지만 세포막의 전기적 전하차, 신경자극 전도, 근수축, 체수분량 조절, 혈압유지, 여러효소들의 보조역할 등을 수행한다 (Meyer & Bar-Or, 1994; Sato & Kawashima, 1989). 따라서 전해질의 불균형은 운동수행력에 직, 간접적인 영향을 미칠 수 있다.

본 연구에서 이용한 원적외선 사우나는 한국 원적외선 응용평가연구원에서 시험을 거쳐 인정 (2002)한 Energy Glass Ceramic 신소재는 음이온과 무기미네랄 신소염을 다량방사 하며 일반사우나와는 다르게 입실 후 발한에 의한 전해질 손실이 거의 이루어지지 않는다고 보고하고 있다. 또한 선행연구에서는 음이온은 혈중 소듐, 포타시움 등의 전해질의 이온화를 증가시키며, 이러한

작용은 혈중 세포활성, 영양공급과 노폐물 배출을 촉진한다고 보고하였다(Jonassen, 1999, 2002).

본 연구에서 원적외선 사우나 처치 전 혈중 전해질농도(소듐, 포타시움, 마그네슘, 클로라이드)는 테니스 운동직후 안정시에 비해 다소 감소하였으나, 20분간 사우나후 다시 유의한 수준으로 회복되었다. 특히 2주간의 원적외선 사우나 처치 후 혈중 전해질농도는 안정시, 운동직후, 그리고 20분간 사우나 후 모두 일정하게 유지되는 것으로 확인되었다.

한편 크레아틴키나제(Creatine Kinase, CK)는 PC+ADP → ATP+C 반응을 촉진시키는 효소로서 골격근에 많이 존재하며 운동강도, 빈도, 시간과 밀접한 관련이 있는 비혈장 특이성 효소이며, 젖산 탈수소효소 (Lactate dehydrogenase, LDH)는 운동시 젖산의 형성과 전환을 조절 하며 초성 포도산을 환원하여 젖산 생성을 촉진시키는 역할을 한다(Everse 등, 1975).

이러한 효소들은 유·무산소성 운동(Roti 등, 1981), 훈련정도(Wilmore & Costill 등, 1988) 그리고 인체 스트레스를 평가하는 지표(Sander 등, 1975)로서 활용되며, 특히 혈중 CK 및 LDH 활성도의 증가는 조직의 손상을 의미한다고 하였다 (Jennifer 등, 2001; Itoh 등, 2000).

본 연구에서는 2주간의 원적외선 처치전 테니스 운동후 혈청 CK와 LDH 수준이 유의하게 증가한 반면, 처치후에는 테니스 운동후 유의한 증가를 보이지 않았다. 이러한 연구결과를 통해 원적외선 사우나 입실이 조직 손상 회복에 효과적일 수 있을 것으로 사료된다. 그러나 이러한 효과에 작용하는 보다 정확한 기전의 설명은 추후 지속적인 연구를 통해 구명이 되어야 할 것으로 사료된다.

본 연구에서는 2주간의 원적외선 입실에 따른 운동수행시간, 최대산소섭취량과 AT 수준은 변

화가 없는 것으로 나타났다. 선행연구에 따르면 30, 40대 여성을 대상으로 원적외선 음이온 방출 기능성 제품을 착용 후 최대산소섭취량이 유의하게 증가하였으며 (노성규 등, 2008), 대학축구선수를 대상으로 4일간의 원적외선 기능성 운동복을 착용하였을 때 최대산소섭취량, 무산소성 역치, 그리고 총 운동수행시간이 유의하게 향상되었고 보고하여 본 연구결과는 상반된 결과를 보였다(윤성원 등, 2000). 이러한 결과는 피험자들의 운동적응 정도, 원적외선 사우나 노출시간 및 기간에 따른 차이로 보여진다.

결과적으로 운동후 회복시에 있어서 원적외선 사우나 효과를 구명한 결과, 2주간의 원적외선 사우나 입실에 따른 젖산제거 및 전해질 손실 감소 그리고 스트레스 관련 호르몬 수준의 개선을 통해 우수 탁구선수들의 컨디션 조절에 있어서 효과적일 것으로 사료된다.

추후 사우나 입실기간과 피험자 대상을 달리하여 운동보조수단으로서 원적외선 사우나의 과학적인 효과구명이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

## V. 결 론

2주간 원적외선 사우나 입실이 우수 테니스 선수들에게 있어서 운동 후 혈청 젖산제거, 전해질 수준 및 혈중 스트레스 관련 호르몬 수준의 개선에 의해 운동 후 회복시 컨디션 유지에 효과적일 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. 김영수, 김병로(1998). 운동과 사우나 시 발한 성분 분석. 경남체육연구. 3-2. 77.

2. 윤성원, 김영수, 이명천, 정동천, 어한주(2000). 원적외선 방출 원단을 이용한 기능성 운동복 착용이 유무산소성 운동 능력 및 피로회복에 미치는 영향. 국민체육진흥공단. 체육과학연구원.

3. 노성규, 김정규, 신영오, 정동춘(2008). 원적외선 음이온 방출 기능의 M 제품 착용이 심폐지구력과 무산소성 파워 및 자율신경계 반응에 미치는 영향. 운동과학. 3: 341- 350.

4. 여남희, 이준희(2000). 원적외선 방사 운동복 착용이 최대 운동시의 심폐기능과 혈중젖산 및 회복기 초과산소섭취량에 미치는 영향. 한국체육학회지, 제39권 제4호, 546-553.

5. 이종각, 고병두, 김수영, 이명천, 윤성원, 정동식, 방대두, 방상식, 전만배(2001). 세라뎀 처치가 우수선수의 피로회복 및 운동능력에 미치는 영향. 국민체육진흥공단 체육 과학연구원 보고서. 1-58

6. 황수관, 최건식(1994). 운동처방 건강. 금광 출판사. 203-205.

7. Brody, T.(1994). Nutritional biochemistry. California. Academic press. pp490-519.

8. Brooks, G., Dubouchaud, H., Brown, M., Sicurello, J., Butz, C. (1999). Role of mitochondrial lactate dehydrogenase shuttle and lactate oxidation in the intracellular lactate shuttle. Proceedings of the National Academy of Sciences USA, 1129-1134.

9. Costill, D. L., &Winrow, E. (1970). Maximal oxygen intake among marathon runners. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 51(6): 317-320

10. Everse, J., &Kaplan, N. O. (1975). Mechanism of action and biological function of various dehydrogenase isozymes. In: Isozymes. Physiological function, edited by C. L.

- Markert. New York: Academic. pp.29- 44.
11. Toyokawa H, Mataui Y, Uhara J. (2003). Promotive effects of far-infrared ray on full-thickness skin wound healing in rats. *Exp Biol Med*. 228: 724- 729.
  12. Honda, K. & Inoue S. (1998). Sleep-enhancing effects of far-infrared radiation in rats. *Int J Biometeorol*. 32: 92-94.
  13. Inoue, S., & Kabaya, M.(1989). Biological activities caused by far infrared radiation. *Int J Biometeorol*. 33(3): 145-150.
  14. Itoh, H., Ohkuwa, T., Yamazaki, Y., Shimoda, T., Wakayama, A., Tamura, S., Yamamoto, T., Sato, Y., Miyamura, M.(2000). Vitamin E supplementation attenuates leakage of enzymes following 6 successive days of running training. *International Journal of Sports Medicine*, Vol. 21, Issue 5, 369-374
  15. Jennifer, M. S., Jeffrey, B. B. (2001). Role of vitamin E and oxidative stress in exercise. *Nutrition*, 17: 809-814.
  16. Kovacs, E. M., Schmahl, R. M., Sinden, J. M., & Brouns, F. (2002). Effect of high and low rate fluid intake on post-exercise rehydration. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab. Mar*;12(1): 14-23.
  17. Lin, C. C., Chang, C. F., Lai, M. Y., Chen, T. W., Lee P. C., & Yang, W. C. (2007). Far-infrared therapy: A novel treatment to improve access blood flow and unassisted patency of arteriovenous fistula in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol*. 18(3): 985-992.
  18. Lin, C. C., Liu, X. M., Peyton. K., Wang. H., Yang, W. C., Lin S. J., & Durante. W.(2008). Far infrared therapy inhibits vascular endothelial inflammation via the induction of heme oxygenase-1. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 28(4): 739-745
  19. Lloyd BJ, Farkas BE, Keener KM. (2003). Characterization of far-infrared emitters used in food processing. *J Microw Power Elec-tromagn Energy*. 38: 213 -224.
  20. Meyer, F. & Bar-Or, O. (1994). Fluid and electrolyte loss during exercise. *Sports Medicine*. 18(1 ): 4-9.
  21. Sato, T., & Kawashima, T. (1989). A study on bathing effect on thermoregulation. *Proceeding of the 13th system. Sapporo*: 138-141.
  22. Stephens F.B., Roig, M., Armstrong, G., Greenhaff, P.L. (2008). Post-exercise ingestion of a unique, high molecular weight glucose polymer solution improves performance during a subsequent bout of cycling exercise. *J Sports Sci*, 26(2):149-54.
  23. Yu, S. Y., Chiu, J. H., Yang, S. D., Hsu, Y.C., Lui W. Y., & Wu, C. W. (2006). Biological effect of far-infrared therapy on microcirculation in rats. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*, 22(2): 78-86
  24. Lin, C. C., Chang, C. F., Lai, M. Y., Chen, T. W., Lee P. C., & Yang, W. C. (2007). Far-infrared therapy: A novel treatment to improve access blood flow and unassisted patency of arteriovenous fistula in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol*. 18(3): 985-992.
  25. Lin, C. C., Liu, X. M., Peyton. K., Wang. H.,

- Yang, W. C., Lin S. J., & Durante. W.(2008). Far infrared therapy inhibits vascular endothelial inflammation via the induction of heme oxygenase-1. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 28(4): 739 -745
26. Lloyd BJ, Farkas BE, Keener KM. (2003). Characterization of radi-antennas used in food processing. *J Microw Power Elec-tromagn Energy.* 38: 213 -224.
27. Meyer, F. & Bar-Or, O. (1994). Fluid and electrolyte loss during exercise. *Sports Medicine.* 18(1): 4-9.
28. Sato, T., & Kawashima, T. (1989). A study on bathing effect on thermoregulation. *Proceeding of the 13th system. Sapporo:* 138-141.
29. Stephens F.B., Roig, M., Armstrong, G., Greenhaff, P.L. (2008). Post-exercise ingestion of a unique, high molecular weight glucose polymer solution improves performance during a subsequent bout of cycling exercise. *J Sports Sci,* 26(2): 149 -54.
30. Yu, S. Y., Chiu, J. H., Yang, S. D., Hsu, Y.C., Lui W. Y., & Wu, C. W. (2006). Biological effect of far-infrared therapy on increasing skin microcirculation in rats. *Photodermatol Photoimmunol Photomed.* 22(2): 78-86.

논문투고일 : 2009. 6. 27

논문심사일 : 2009. 7. 20

심사완료일 : 2009. 7. 28