

한국여성체육학회지, 제17권 제2호, pp. 1~17

Journal of Korean Physical Education Association for Girls and Women

2003. Vol. 17. No. 2. pp. 1~17

# 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합 처치가 운동선수의 피로회복에 미치는 영향

구현정(동덕여자대학교) · 이종각(체육과학연구원)

## • 차례 •

국문초록

I. 서론

II. 연구방법

III. 연구결과 및 논의

IV. 결론 및 제언

참고문헌

ABSTRACT

## 국문초록

본 연구는 고강도·고부하의 훈련을 계속하여 피로회복의 중요성이 특별히 강조되며, 특히 오버 트레이닝 징후를 나타내는 경우가 많은 레슬링 및 유도선수들을 대상으로 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치가 선수의 피로회복에 미치는 생리학적 효과를 규명하는데 목적이 있다. 따라서 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치의 유·무와 16주 처치기간 동안의 중추신경 생리적 피로 변인과 피로회복능력 변인들의 변화를 이원혼합분산분석 등을 통하여 검증한 결과, 중추신경 생리적 피로관련 변인들은 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치 유·무에 따른 집단간 그리고 처치기간에 따른 측정시간의 차이가 통계적으로 유의하지 않았으나 Dopamine과 FFA 농도는 긍정적으로 변화되는 경향을 보였다. 혈중 젖산농도의 회복률은 회복기 초기(10분)에 유의한 증가를 보였으며( $P < .05$ ), 나머지 회복기 15분 이후 30분까지도 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합 처치집단이 통제집단보다 높은 경향을 보여 젖산피로회복에 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치가 긍정적인 반응을 일으키고 있음을 확인할 수 있었다. 이상의 연구결과들을 종합하여 볼 때 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치를 이용한 피로회복 방법을 통하여 중추신경 생리적 피로관련 변인과 피로회복능력 등의 향상을 통한 경기력 향상에 효과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

주요어: 원적외선, 온열, 카이로프랙틱, 피로회복

## I. 서론

체력의 향상은 트레이닝 강도와 양을 체계적으로 증가시키면서 운동부하에 대한 인체의 적응력을 길러나가는 과정의 반복 또는 연속에 의해 이루어진다. 이 과정에서 과중부하에 의한 피

로를 효과적으로 회복하고 오버트레이닝에 의한 누적 피로를 방지하여 인체의 적응력을 촉진하는 것은 체력 운동의 효과를 높이기 위한 필수적인 수단이 된다. 인체의 적응력은 운동 피로에 의하여 야기된 항상성의 혼란을 인체의 여러 기관계의 연합 작용에 의하여 회복하는 능력에 달려 있다고 할 수 있다(이종각 등, 1994). 이처럼

경기력 향상에 있어서 운동으로 인한 피로의 효과적인 회복은 트레이닝의 강도와 양을 증가시킬 수 있고, 증가된 부하에 대한 인체의 적응을 유도함으로써 체력을 향상시킬 수 있다는 측면에서 중요하다.

일반적으로 피로를 야기하는 많은 원인들이 있으나 트레이닝의 과정에서 볼 때, 운동강도와 운동지속시간이 피로를 야기하는 주요한 결정요인이 되며, 주어진 강도에서 운동을 더 이상 지속하지 못하는 상태를 피로로 간주한다(Robergs & Roberts, 1997). 피로의 원인으로는 낮은 근 글리코겐 저장량(Quatrochi 등., 1992), 반복적이고 강력한 근수축으로 인한 혈관의 수축과 혈류량의 감소(Meredith, 등., 1987), 젖산 생성의 증가에 따른 근 산성화로 인한 근수축력의 감소와 이로 인한 효소 활성의 변화(Morrow 등, 1986)와 세포 내부의 칼슘 유입의 증가로 인한 전해질 분포의 변화에 따른 근육세포막의 흥분성의 변화(Fulco 등, 1992) 등이 있다.

이러한 피로에 대한 회복을 촉진하고 운동에 의한 항상성을 빠르게 회복시키는 방법을 Lyleire(1986)나 Woods 등(1987) 많은 연구자들이 제시하고 있긴 하나 운동성 휴식, 영양학적 고려와 같은 대사생리학이나 신경생리학적 측면의 내용이 주를 이루고 있다. 최근에는 피로에 더욱 효과적으로 대처하기 위해 물리적 요법인 카이로프랙틱(chiropractic)의 사용 및 원적외선 처치 등 다양한 방법에 관심이 쏠려 있으며, 이러한 방법의 효과가 알려지기 시작하면서 운동 선수들의 훈련 현장에서도 활용도가 높아지고 있고, 효과 검증에 대한 연구도 진행되고 있다.

원적외선(far infrared)은 4~1,000미크론의 파장을 가진 전자파의 일종으로 파동성과 입자성을 동시에 가지고 있다. 이러한 특징 때문에 피

부를 통하여 몸 속 4~5cm까지 침투하여 근육층, 혈관, 임파관, 신경 등의 세포에 작용하여 온열효과를 일으키는데, 이러한 작용으로 신체 내부를 따뜻하게 하여 모세혈관을 비롯한 미세 동정맥을 확장시킴으로써 혈액 순환을 촉진하고 신진대사를 활성화시킨다. 또한 이를 통해 조직의 재생력을 높이고 성장을 촉진하는 것으로 알려져 있다.

동양의학적 이론에 의하면 표피에는 경혈이 있고, 경혈은 내장 등에 경락(經絡)으로 이어지고 있으며, 경혈에 대한 온열은 인체 내부의 여러 가지 기관까지 공명자극을 줄 수 있다고 한다. 더구나 원적외선의 온열은 저온이므로 인체의 세포조직을 파괴하는 일이 없고, 혈관의 확장 및 혈류의 순환, 효소의 생성 촉진 등에 의한 신진대사 기능의 활성화로 피로와 노화의 원인인 젖산, 유리지방산, 지방, 피하지방 등의 제거와 동통(疼痛)의 원인이 되는 요산 그 밖의 산성 노폐물이 쌓인 근육세포를 풀어주고 진통작용을 가져온다(안필자 등, 1997 ; 한충수·박완서, 1995 ; 石倉信作, 1989 ; 京都女子大學, 1991 ; 日本血液醫學研究財團, 2000)고 한다.

한편, 카이로프랙틱 처치의 효과에 대한 연구들에 의하면 통증에 대한 내성이 증가(Terrett & Vernon, 1984)하는데, 이러한 효과는 카이로프랙틱 처치에 의한 혈중 베타 엔돌핀( $\beta$ -endorphin) 수준의 증가 때문이라고 하였다(Vernon 등, 1986). 반면에 일부 연구들은 그러한 효과가 없다고 보고하여(Chrisian 등 1988 ; Sanders 등, 1990) 논란이 되고 있다.

그러나 카이로프랙틱 요법의 효과로서 관절의 가동성이 증가하며(Lewit, 1985 ; Mierau 등, 1988), 근육의 긴장증후가 완화되고(Buerger, 1983 ; Grice, 1974 ; Korr, 1975 ; Shambaugh,

1987), 척추의 통증이 완화된다(Gillette, 1995)는 증거들이 있다. 뿐만 아니라, 카이로프랙틱 처치가 자율신경계에 영향을 미칠 수 있다는 가능성 때문에(Cauwenbergs, 1995) 내장 기관의 기능 이상에 대한 처치로도 받아들여지고 있다(Crawford 등, 1986 ; Leach, 1994). 이러한 카이로프랙틱 처치는 지압이나 마사지 처치와 유사한 효과를 얻고 있는 것으로 알려지면서 운동선수들도 이를 이용하는 사례가 늘어나고 있다. 운동선수들의 피로회복을 위해 현재 사용되고 있는 스포츠 마사지나 사우나 등의 물리적인 요법들도 위에서 살펴본 카이로프랙틱이나 원적외선의 원리를 활용하고 있는 예라고 할 수 있다.

이종각 등(2001)의 연구에 의하면 16주간의 세라젼(카이로프랙틱 또는 마사지 기능과 원적외선 조사를 통한 온점질을 동시에 할 수 있는 장비) 처치를 통해 통계적으로는 유의한 결과는 얻지 못하였으나 젓산회복율이나 적혈구형의 활동성 증가 등 피로회복 측면에 긍정적인 반응을 보인 것을 알 수 있다. 이와 같이 운동선수들이 원하는 시기에 언제라도 이러한 장비를 이용하여 피로회복을 위한 처치를 손쉽게 할 수 있게 된다면 경기력 향상에 많은 도움을 줄 수 있을 것이다. 그러나 원적외선, 온열, 카이로프랙틱 처치 등의 생리학적 효과에 대한 연구는 각각 별도의 분야로 진행되어 왔으며, 그 효과는 피로회복과 관련된 내용 또는 운동능력의 향상에 대한 연구를 통하여 부분적으로 그 효과가 입증되고 있을 뿐이다. 여러 가지 처치를 병용한 처치의 효과는 이종각 등(2001, 2002)의 연구를 제외하고는 찾아보기 힘든 실정이다. 따라서 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치가 운동선수의 피로회복과 그로 인한 운동능력 향상에 미치는 생리학적 효과를 규명하는 일은 피로회복을 위

하여 과학적이고 효과적인 방법을 선택하는데 필요한 자료를 스포츠 현장에 제공함으로써 트레이닝의 효과를 높이는데 기여할 수 있을 것이다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구는 격렬한 기술훈련과 강도 높은 웨이트트레이닝을 지속적으로 실천함으로써 오버트레이닝에 의한 만성피로 현상이 선수에게 자주 나타나는 종목 즉, 레슬링과 유도를 선정하여 체력이나 피로회복에 미치는 여러 가지 변인들의 영향을 가급적 배제하고 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치의 효과만을 확인하기 위하여 생활환경조건과 훈련여건, 훈련일정, 훈련내용이 동일하도록 통제가 가능한 국군체육부대에 소속된 선수 30명을 대상으로 하였다. 이들은 의학적으로 소견이 없는 건강한 자들로 약물치료나 임상적 치료가 요구되는 선수들은 실험대상에서 제외시켰다. 30명의 대상자는 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치를 받는 처치집단 15명과 처치를 받지 않는 통제집단 15명으로 분류하되, 각 집단은 레슬링 선수 7-8명과 유도선수 7-8명으로 구성되도록 임의로 배정하였다. 이러한 집단 구성은 종목간 전문훈련 및 보강훈련의 차이에서 비롯되는 관찰변인들의 변동을 가급적 통제하기 위한 것이었다.

부상이나 대표팀 합류 등의 사유로 모든 실험에 동일한 인원이 참여할 수는 없었으나 최종적으로 실험에 포함된 23명 연구대상의 특성은 다음의 <표 1>과 같다.

표 1. 집단별 피험자의 신체적 특성과 선수 경력

	인원 (n)	연령(yrs)	신장(cm)	체중(kg)	선수경력(yrs)
		M±SD			
처치집단	12	21.84±1.43	172.91±6.54	70.59±9.00	8.99±1.93
통제집단	11	21.27±1.57	173.19±6.27	71.43±9.28	8.84±2.09
전 체	23	21.57±1.50	173.04±6.41	70.99±9.13	8.92±2.01

## 2. 실험처치 방법

본 연구에서는 실험집단의 대상자들에게 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치를 하기 위해 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치가 가능한 의료 장비(CGM-M3500)를 이용하였다.

원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치가 가능한 이 장비는 내부 투광기, 만곡가이드레일, 리모콘, 특수발열체 온도설정장치, 보조매트, 외부투광기 등으로 구성되어 있다. 내부투광기는 척추의 곡선을 따라 부드럽게 움직일 수 있도록 되어 있으며, 사용자가 본체 및 외부투광기를 자연스럽게 제어할 수 있도록 리모콘이 장착되어 있다. 그리고 사용자의 상태에 따라 적정온도(30~75℃)를 설정할 수 있도록 특수발열체의 온도설정장치가 있으며, 하체부의 온열 기능을 하는 보조매트가 있다. 또한 팔이나 복부 부위에 편리하게 사용할 수 있도록 외부 투광기(9구)가 장착되어 있다.

이 장비는 본체 및 보조매트에 원적외선 복사체인 특수발열체를 적용하여 인체에 흡수가 빠른 4~16 마이크로미터의 파장을 가진 원적외선을 다량으로 방출하는 특성을 가지고 있다. 따라서 원적외선의 조사에 의해 표면 근육층, 혈관, 임파관, 신경 등 인체의 심부인 4~5cm까지 온열작용을 일으켜 생리작용을 촉진시키는 효과를 주는 온열기로서의 특성도 지니고 있다. 또한 만곡가이드레일에 의해 내부 투광기가 척추의 곡선

을 따라 이동하도록 설계되어 있어 인체공학적인 측면에서의 카이로프랙틱 효과 또는 경추와 요추 부위에 지압효과를 주는 물리치료적 의요기로서의 특성도 가지고 있다.

본 연구에서 실험집단은 16주 동안 매일 2회씩 아침과 저녁에 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치를 전담하는 관리자의 지도 아래 온열처치의 적정시간을 고려한 기계적 특성에 따라 각 사용점마다 2분씩 처치한 후 다음 사용점으로 이동하여 장비의 전원이 자동으로 정지될 때까지 약 40분 정도의 처치를 받도록 하였다. 통제집단에 소속된 선수들은 동일기간동안 동일시간대에 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치를 대신하여 평소의 훈련일정과 마찬가지로 운동성 휴식(가벼운 조깅, 산책, 스트레칭 등)을 취하도록 하였다. 두 집단의 트레이닝 내용, 트레이닝 일정은 동일하게 적용하며, 기타 개인 생활(간식 섭취, 개인 보강운동 등)도 가급적 통제하도록 하였다.

## 3. 실험 측정 방법

### 1) 중추신경 생리적 피로 관련 변인

Flicker 검사는 Flicker 테스트기를 이용하여 안구피로도를 측정하였고, Serotonin과 Dopamine은 HPLC(Neuroblastoma Analyzer ; USA) 방법으로 분석하였다. FFA는 혈청 표본을 이용하여 자동 생화학 분석기(HITACHI 747; Japan)를 통

해 흡광도를 측정, 분석하였다.

#### 4. 자료 처리 방법

##### 2) 피로회복능력 관련 변인

운동피로의 회복능력은 자전거 에르고미터를 이용하여 반복적으로 세트화 된 부하운동을 통해 측정하였다. 자신의 체중(kg)에 0.075kp를 곱한 부하로 90rpm의 일정한 속도로 20초간 운동을 실시하고 20초간 휴식(1세트)하는 방법으로 운동을 지속할 수 없을 때까지 반복적 운동을 하여 all-out 상태에서부터 회복시간의 경과에 따른 혈중 젖산농도의 변화를 통하여 알아보았다. 안정시, 운동종료직후, 회복기 매 5분마다 30분까지 총 8회에 걸쳐 손가락에서 채혈된 혈액을 젖산분석기(YSI 1500 ; USA)로 혈중 젖산농도를 mmole/l 단위로 분석하였다.

젖산 회복률의 변화에 대한 관찰은 피험자들의 무산소지구력을 측정한 직후부터 회복기 10분, 15분, 20분, 25분, 30분이 경과되는 시점에 채혈을 하여 젖산 최고치가 관찰되는 all-out 후 회복기 5분 경과시점의 혈중 젖산농도를 기준으로 이에 대한 젖산제거율을 계산하여 나온 관찰 값을 통하여 살펴보았다.

원적외선 · 온열 · 카이로프랙틱 복합처치를 한 실험집단과 통제집단의 3회 반복측정 실험이 이루어지는 2x3 이원혼합설계이므로 분산분석을 실시하였다.

본 연구에서 사용된 two-way ANOVA, independent samples t-test 등의 모든 통계적 분석은 Window SPSS 10.0을 이용하였으며, 통계적 유의수준은 5%로 설정하였다.

### Ⅲ. 연구 결과 및 논의

#### 1. 중추신경 생리적 피로 관련 변인들의 변화

원적외선 · 온열 · 카이로프랙틱 복합처치 유 · 무에 따른 집단별, 원적외선 · 온열 · 카이로프랙틱 복합처치 기간에 따른 측정시기별 Flicker 측정치, Serotonin 농도, Dopamine 농도, FFA 농도, LDH 농도는 <표 2>와 같으며, 집단간 및

표 2. 원적외선 · 온열 · 카이로프랙틱 복합처치에 의한 중추신경 생리적 피로 관련 변인들의 변화

변 인	집단	측정시기	사 전	8주 처치 후	16주 처치 후
			M±SD		
Flicker test (Hz)	처치집단(N=12)		33.25±3.98	35.75±1.96	33.17±2.37
	통제집단(N=5)		32.20±3.27	34.80±5.40	35.20±6.22
Serotonin (ng/ml)	처치집단(N=12)		2.71±1.40	3.08±3.40	2.38±2.15
	통제집단(N=6)		4.07±1.29	3.47±1.86	2.92±1.75
Dopamine (pg/ml)	처치집단(N=12)		17.64±9.02	29.49±6.37	43.91±7.00
	통제집단(N=6)		13.33±8.15	25.03±8.03	37.62±5.81
FFA (eq/L)	처치집단(N=12)		310.00±159.84	333.83±221.65	199.92±110.61
	통제집단(N=6)		178.83±63.03	184.83±76.92	250.50±73.09
LDH (U/L)	처치집단(N=12)		312.83±61.43	327.00±91.98	328.25±54.21
	통제집단(N=6)		317.83±82.06	297.17±53.86	336.00±65.30

표 3. 원적외선 · 온열 · 카이로프랙틱 복합처치 유 · 무와 측정시간 중추신경 생리적 피로 관련 변인들의 변화에 대한 분산분석

	Source	SS	df	MS	F	P
Flicker test	급간					
	집단	.0013072	1		.000	.994
	오차	366.822	15	24.455		
	급내					
	시기	46.216	2	23.108	3.071	.061
	상호작용	21.667	2	10.834	1.440	.253
	오차	225.744	30	7.525		
Serotonin	급간					
	집단	7.0051	1	7.005	1.443	.247
	오차	77.687	16	4.855		
	급내					
	시기	5.133	2	2.567	.505	.608
	상호작용	2.168	2	1.084	.213	.809
	오차	162.505	32	5.078		
Dopamine	급간					
	집단	302.338	1	302.338	3.720	.072
	오차	1300.433	16	81.277		
	급내					
	시기	5118.540	2	2559.270	58.350	.000
	상호작용	9.756	2	4.878	.111	.895
	오차	1403.550	32	43.861		
FFA	급간					
	집단	70278.009	1	70278.009	3.657	.074
	오차	307489.0	16	19218.064		
	급내					
	시기	9365.241	2	4682.620	.207	.814
	상호작용	97579.463	2	48789.731	2.154	.133
	오차	724698.7	32	22646.835		
LDH	급간					
	집단	389.120	1	389.120	.038	.849
	오차	165605.0	16	10350.311		
	급내					
	시기	3702.352	2	1851.176	.837	.442
	상호작용	3511.241	2	1755.620	.794	.461
	오차	70789.611	32	2212.082		

측정시간 평균치의 유의성을 검증한 결과는 < 표 3>에서 보는 바와 같다.

Flicker 측정치는 원적외선 · 온열 · 카이로프랙틱 복합처치집단의 경우 증가하였다가 감소한 반면 통제집단은 계속 증가하였다. 그러나 집단

간 및 측정시간 평균차가 통계적으로 유의하지 않았으며, 상호작용효과도 유의하지 않았다.

Flicker 검사는 주로 작업 피로도 측정(예 : 사무노동자, 육체노동자 등)을 위하여 사용되어지고 있는데 이는 중추신경 피로 유발 시에 안구

테스트를 이용한 Flicker 테스트 수치가 높아지는 것으로 알려져 있다. 일반적으로 피로가 없을 때 그 수치가 30Hz 내외이며 2시간 이상의 사무 혹은 육체 근로 후 약 36Hz 이상 증가되는 것으로 알려져 있다.

이종각 등(2002)의 연구에서는 20주 후 세라젼 처치집단에서 Flicker 검사의 수치가 유의하게 낮게 나타났다고 보고하였다. 본 연구에서도 두 집단이 비슷한 경향을 보이다가 16주 처치 후 처치집단에서 뚜렷한 감소 경향을 보인 것은 주목할 만한 결과로 보여진다. 특히 1차 사후 검사 후 고강도 근지구력 트레이닝을 실시하였음에도 처치집단에서 눈에 띄는 감소를 보인 것은 정중원 등(1999)이 저서에서 밝힌 것과 같이 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치가 대상자의 자율신경과 호르몬 작용을 활성화시켜 스트레스나 피로에 반응하는 속도를 빠르게 조절함으로써 피로회복에 긍정적인 영향을 미친 것으로 사료된다.

Serotonin 농도는 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치집단의 경우 약간 증가하다가 다시 감소하였으나 통제집단의 경우는 실험기간 동안 계속 감소하였음을 알 수 있다. 또 분산분석 결과에서 보듯이 집단간 및 측정시기간 평균차가 통계적으로 유의하지 않았으며, 상호작용효과도 유의하지 않았다.

Serotonin은 중추피로의 매개(mediator) 변인으로 각성, 무기력, 졸음, 기분 등에 주요하게 영향을 미치며, 장시간 운동 중의 중추신경 피로와 관련된 신경전달물질로 간주된다. 즉 Newsholme 등(1987)에 의하면 장시간 운동하는 동안에 Serotonin의 증가는 중추신경 기능을 약화시킴으로써, 운동수행력을 감소시키는 것으로 간주되고 있다.

본 연구에서는 16주의 처치 기간동안 원적외

선·온열·카이로프랙틱 복합처치집단에서 Serotonin 농도가 감소하는 경향은 나타냈지만 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치의 효과가 나타나지 않았다. 이는 이종각 등(2002)의 연구에서 세라젼 처치집단이 나타낸 변화와 같은 결과로, 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치에 의한 효과보다 트레이닝에 의해 더욱 많은 영향을 받은 결과라 사료된다. 따라서 좀더 적극적인 통제계획에 따라 실험이 진행된다면 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치만의 효과를 파악하기가 좀 더 용이해질 것으로 사료된다.

Dopamine은 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치집단과 통제집단 모두 계속 증가하였으나 처치집단이 약간 가파르게 증가함을 볼 수 있다. 또 분산분석 결과에서 보듯이 측정시기간 차이는 통계적으로 유의하게 나타났으나( $P < .01$ ), 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치 유·무에 따른 집단간 평균값의 차이는 유의하지 않았고, 아울러 상호작용 효과도 유의하지 않았다.

Dopamine 신경단위들은 운동신경 시스템에서 중요한 요소로 간주되어지는데, Chaoulloff (1989)에 의하면 각성, 동기유발, 근 협용력과 운동수행능력의 증가 등과 관련이 있으며, 피로의 유발과 함께 감소한다고 한다. 즉 Serotonin과는 상반되는 작용을 하는 것으로 추측된다.

본 연구 결과는 세라젼 처치 후 시기간의 효과가 유의한 것으로 나타난 이종각 등(2002)의 연구결과와 같이, 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치의 시기간에는 유의한 차이를 보였지만 상호작용효과에서 유의한 차이를 나타내지 않아 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치 효과라 단정 지을 수는 없었다. 그러나 16주 처치 후까지 점차 Dopamine의 농도가 증가하는 경향을

보이고 있으며 또, 처치집단이 통제집단에 비해 그 경향성이 더욱 강하다는 측면에서 바람직한 결과라 사료된다.

FFA는 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치집단의 경우 약간 증가하였다가 감소하였으나 통제집단의 경우 약간 감소하였다가 다시 증가하였다. <표3>에 따르면 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치의 효과로 판정할 수 있는 상호작용효과는 유의하지 않았으며 시기간, 집단간 효과도 유의하지 않은 것으로 나타났다.

FFA는 주로 albumin과 결합되어 있으며 일부는 lipoprotine과 결합하여 조직으로 운반되고 그 변동폭이 넓다. FFA는 neutral fat에서 혈관내벽에서의 lipoprotine lipase 또는 지방조직에서의 hormone sensitive lipase(HSL)에 의해 가수분해되어 생성되며, 특히 HSL은 지방저장량이 풍부한 지방조직 중의 중성지방(triglyceride)을 가수분해함으로써 생성된 유리지방산을 혈액 중으로 내보내어 근육이나 간장으로 공급한다.

중추신경피로 신경전달물질로 간주되는 5-HT(serotonin)이 증가되는 기전으로 제안되는 2가지 가설 중의 하나가 장시간 동안의 유산소성 운동 중 증가되는 혈중 유리지방산과 관련이 있다. 즉 혈장 FFA의 증가로 혈장 free-tryptopan(f-TRP)가 증가되는데, 이러한 현상은 혈장 FFA가 알부민과 결합하여 tryptophan(TRP; 5-HT의 전구물질)와 혈장 알부민 분자의 결합 비율을 감소시키기 때문인 것으로 간주되고 있다. 다시 말해 증가된 뇌의 5-HT의 합성은 5-HT의 아미노산 전구체인 혈액으로부터 운반되는 TRP가 뇌로 수송되며, 이 때의 수송 비율이 뇌 TRP의 농도를 결정한다. 이러한 수송은 특별한 기전을 통해 발생하며, TRP는 또한 branched-chain amino acids(BCAAs: leucine, isoleucine, valine)라 불리

는 다른 아미노산들과 뇌장벽을 통과하기 위하여 서로 경쟁한다. 따라서 f-TRP와 f-TRP/BCAA의 증가가 뇌의 5-HT 합성과 교체를 증가시키는 주요한 요인으로 작용한다.

본 연구에서는 앞에서 언급했듯이 장시간의 운동으로 인해 증가된 FFA가 Serotonin을 증가 시킴으로써 피로를 유발한다는 관점에서 볼 때, Serotonin의 결과에서와 같이 FFA에 대한 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치의 효과도 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 그러나 16주 처치 후 처치집단이 감소하는 경향을 나타내는 것은 바람직한 결과라 할 수 있다. 이는 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치가 대사촉진 작용에 영향을 주었다(안필자 등, 1997; 정종원 등, 1999; 한충수와 박완서, 1995; 京都女子大學, 1991; 石倉信作, 1989; 日本血液醫學研究財團, 2000)고도 볼 수 있지만 16주간의 처치가 유산소 운동능력에 미친 영향과 처치기간동안 병행된 고강도의 트레이닝에 의한 유산소 대사과정의 개선 등이 복합적으로 영향을 미친 것으로 사료된다.

LDH는 세포의 원형질 내에 존재하면서 pyruvate와 lactate의 반응을 촉매하는 효소이다. 즉, 에너지 요구량이 유산소대사 능력을 초과하거나 산소 공급에 제한이 따를 경우 무산소 해당작용에 의한 에너지 공급에 의존하게 되는데 이 때 glucose로부터 피루브산이 생성되면 NAD가 NADH로 환원되고 다시 LDH에 의해 해당작용을 거쳐 젖산이 다량 축적되게 된다.

Altland와 Highman(1961)은 장시간의 운동 시 근육조직의 손상에 의해 근섬유막의 투과성이 변화되어 혈중 LDH 활성도가 증가된다고 하였다. 이러한 변화에 대해 Magazannick 등(1974)은 장시간의 운동 시 에너지원의 고갈과 근육조

직내의 ATP를 비롯한 대사물질의 감소로 말미암아 근섬유막의 손상이 발생하면서 LDH의 활성도가 증가한다고 하였으며, Stansible 등(1983)은 증가된 운동강도에 의해 세포조직 내에 충분한 산소공급이 이루어지지 않아 저산소 상태를 유발하여 근섬유막의 투과성이 증가되어 LDH 활성도가 증가된다고 하였다.

일반적으로 근 상해의 평가를 위해 혈중 내에 방출된 단백질 분자들이 측정되는데, creatine kinase가 이러한 표시제로서 가장 보편적으로 사용된다. 하지만 LDH를 비롯한 마이오글로빈과 aspartate aminotransferase(AST) 등도 이용되며, 특히 LDH의 경우 그 활성이 다른 변인들에 비해 상대적으로 장시간 지속된다는 점에서 많이 이용되고 있다.

<표 3>에 따르면 원적외선 · 온열 · 카이로프랙틱 복합처치의 효과로 판정할 수 있는 상호작용 효과는 유의하지 않았으며 시기간, 집단간 효과도 유의하지 않은 것으로 나타났다. 이는 1차 사후 측정 후 고강도 근지구력 트레이닝을 실시함에 의해 근육조직에 손상을 가져온 결과라 사료된다. 그러나 통제집단에 비하여 처치집단의 변화 폭이 적은 것을 볼 때, 좀 더 적극적인 통제계획에 따라 실험이 진행된다면 원적외선 · 온열 · 카이로프랙틱 복합처치의 유 · 무에 따른 보다 뚜렷한 효과를 확인할 수 있을 것으로 사료된다.

## 2. 피로회복능력 관련 변인들의 변화

본 실험을 통하여 관찰된 회복시간대별 젖산 제거율은 다음의 <표 5>와 같으며, 원적외선 · 온열 · 카이로프랙틱 복합처치 유 · 무에 따른 집단간 및 처치기간에 따른 측정시기간 평균치의 통계적 유의성을 검증하기 위하여 분산분석을

실시한 결과는 <표 4>와 같다.

본 연구에서는 고도의 트레이닝을 실시하고 있는 탑 레벨의 선수들이 실험대상자들이기 때문에 원적외선 · 온열 · 카이로프랙틱 복합처치에 의한 피로회복능력의 변화를 관찰하기 위한 하위 종속변인으로써 경기력과 직접적으로 관련되는 젖산회복률을 선택하였다.

본 연구에서의 회복시간 경과에 따른 혈중 젖산 농도를 측정한 결과 안정 시 혈중 젖산농도는 집단간 큰 차이가 없이 유사한 수준을 보이고 있었으나 두 집단 모두 16주 처치 후 혈중 젖산농도가 다른 측정시기에 비해 다소 높은 경향을 보였으며, 특히 이 시기에 원적외선 · 온열 · 카이로프랙틱 복합처치집단보다 통제집단의 혈중 젖산농도가  $1.07 \pm 0.21 \text{mM}$ 로  $0.08 \pm 0.01 \text{mM}$  더 높게 나타났다. 이러한 경향은 최종 실험시기 직전까지 경기를 대비하여 피험자들이 무산소 근지구력을 중점적으로 강화하는 트레이닝을 실시한 결과로 생각되며, 동일한 트레이닝을 실시하고 있었음에도 불구하고 원적외선 · 온열 · 카이로프랙틱 복합처치집단이 통제집단보다 약 7.48% 정도 낮은 값을 보인 것은 원적외선 · 온열 · 카이로프랙틱 복합처치의 긍정적 효과가 나타난 것으로 사료된다. 한편 젖산내성능력 및 무산소 지구력의 수준을 나타낸다는 의미에서 혈중 젖산농도의 최고치를 보면, 두 집단 모두 16주 처치 후의 관찰값이 다른 시기에 비해 높게 나타났다. 이는 최종 측정 시 직전기간에 실시한 무산소 지구력 트레이닝의 효과가 나타난 것으로 생각된다.

회복기 10분, 15분, 20분, 25분, 30분에 관찰된 혈중 젖산농도에 대한 회복률을 분석한 결과를 보면, 회복기 초반인 10분에 관찰된 변화 양상을 제외하고는 통제집단과 처치집단에서 모두 사전 측정 시 회복률이 가장 높았으며, 1차 사후 측정

10 구현정 · 이종각

표 4. 원적외선 · 온열 · 카이로프랙틱 복합처치 유 · 무와 측정시간 혈중 젖산제거율의 변화에 대한 분산분석

구분	Source	SS	df	MS	F	P		
회복기 10분	급간	집단	336.781	1	336.781	5.970	.023	
		오차	1184.600	21	56.410			
	급내	시기	95.840	2	47.920	.941	.398	
		상호작용	80.513	2	40.256	.790	.460	
		오차		2139.757	42	50.947		
회복기 15분	급간	집단	74.895	1	74.895	.788	.385	
		오차	1996.764	21	95.084			
	급내	시기	439.444	2	219.722	4.100	.024	
		상호작용	8.053	2	4.026	.075	.928	
		오차		2250.605	42	53.586		
회복기 20분	급간	집단	11.896	1	11.896	.100	.755	
		오차	2501.728	21	119.130			
	급내	시기	163.397	2	81.698	1.277	.290	
		상호작용	43.021	2	21.511	.336	.716	
		오차		2687.914	42	63.998		
회복기 25분	급간	집단	241.686	1	241.686	1.761	.199	
		오차	2881.711	21	137.224			
	급내	시기	263.943	2	131.971	2.138	.131	
		상호작용	40.022	2	20.011	.324	.725	
		오차		2592.065	42	61.716		
회복기 30분	급간	집단	280.257	1	280.257	1.935	.179	
		오차	3040.968	21	144.808			
	급내	시기	223.828	2	111.914	2.051	.141	
		상호작용	9.332	2	4.666	.086	.918	
		오차		2291.459	42	54.559		

시에는 오히려 회복능력이 저하되었다가 2차 사 후 측정 시에 다시 회복률이 높아지는 경향을 나타내었다. 이러한 경향은 사전 측정 시까지 주 로 유산소 능력의 기반 트레이닝과 유산소 지구 력 트레이닝이 주로 이루어졌던 결과가 반영된 것으로 보이며, 특히 8주 처치 후 측정 시 가장

낮은 회복률을 나타낸 것은 최대근력 트레이닝 기의 종료시점이라는 점이 반영된 것으로 사료 된다. 이러한 혈중 젖산제거율의 변화는 모든 회 복기에서 집단간 및 측정시간 평균의 차이가 통계적으로 유의하지 않았다. 이와 같은 본 연구 의 결과는 여남희 등(1999)의 최대운동 후 혈액

표 5. 측정시기별·회복시간대별 집단간 혈중젖산제거율의 평균차 검증

측정시기	경과시간	집단	N	M±SD	t	p
사전	10분	처치	12	11.58±7.45	.482	.635
		통제	11	10.18±6.40		
	15분	처치	12	26.25±7.39	.398	.694
		통제	11	24.91±8.75		
	20분	처치	12	37.08±7.99	.330	.744
		통제	11	36.00±7.71		
	25분	처치	12	48.50±8.74	.416	.682
		통제	11	46.91±9.61		
	30분	처치	12	57.00±7.87	1.008	.325
		통제	11	53.55±8.56		
8주 처치후	10분	처치	12	13.25±6.17	2.297	.032
		통제	11	7.73±5.27		
	15분	처치	12	21.08±7.37	1.008	.325
		통제	11	18.09±6.82		
	20분	처치	12	34.08±10.08	.620	.542
		통제	11	31.45±10.24		
	25분	처치	12	45.33±11.44	1.127	.272
		통제	11	40.55±8.56		
	30분	처치	12	52.67±11.22	.821	.421
		통제	11	49.09±9.49		
16주 처치후	10분	처치	12	16.34±9.72	1.737	.097
		통제	11	9.99±7.54		
	15분	처치	12	24.88±9.58	.495	.626
		통제	11	22.96±9.01		
	20분	처치	12	34.08±9.95	.508	.617
		통제	11	32.28±6.52		
	25분	처치	12	47.29±9.90	1.361	.188
		통제	11	42.43±6.77		
	30분	처치	12	55.99±10.57	1.379	.183
		통제	11	50.92±6.35		

젖산을 유의하게 감소시켰다는 보고나 윤성원 등(2000, 2003)의 원적외선 처치에 의해 혈중 젖산회복률이 유의하게 증가하였다는 보고와는 다소 차이가 있다. 그러나 비록 통계적 유의성은 없었다고 하더라도 모든 관찰시기에서 일관되게 처치집단의 혈중젖산제거율이 높게 나타난 점은 주목해야 할 결과로 보여진다.

따라서 <표 4>에서 나타난 분산분석의 결과는 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치 전의 초기 10분간 회복률이 집단간 차이가 거의 없는

상태에서 그 이후 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치집단의 회복률이 계속 높았기 때문에 처치시간 차이 및 상호작용 효과의 유의성이 없었을 수도 있으므로 처치 시기별, 즉 측정 시기별로 분리하여 집단간 회복시간 경과에 따른 차이를 분석할 필요성이 있었다.

회복시간대별로 집단간 회복률의 차이를 검증하기 위하여 t-test를 실시한 결과(표 5)를 보면 사전 측정 시 회복기 10분의 회복률은 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치집단과 통계

집단이 거의 유사한 관찰치를 나타내고 있으나 8주 처치 후, 그리고 16주 처치 후에는 모든 회복시간대에서 처치집단의 혈중 젖산회복률이 우수한 것으로 나타났으며, 특히 8주 처치 후에는 회복기 초기인 10분에서 집단간 평균값의 차이가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다( $P < .05$ ). 16주 처치 후에도 초기 회복에서는 거의 유의한 수준에 가까운 차이를 보이고 있어( $P < .097$ ) 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치의 효과가 어느 정도 있음을 분명히 드러내고 있다고 볼 수 있다.

이상과 같이 피로물질인 혈중 젖산제거율의 변화는 선행 연구들의 보고 내용과 회복 정도의 차이는 있지만 거의 일치하는 결과이다. 즉 젖산 피로의 회복은 유산소 능력의 개선, 혈액순환의 촉진, 대사작용의 항진 등에 의해 이루어지게 되는데, 원적외선 조사에 의해 비열작용의 효과로 적혈구 수가 증가된다는 점과 원적외선의 조사에 의해 흡수된 열에너지가 말초 혈류 및 열전도에 의해 대사작용을 촉진시킨(京都女子大學, 1991 ; 日本運算省, 1999) 결과가 나타난 것으로 생각된다. 또한 인지질로 구성된 말초동맥혈관의 내피세포막에 인산 A2 효소가 작용하여 생리활성효과가 일어나 혈액순환이 촉진된 결과로 피로회복 효과가 나타난 것(박영숙, 1999 ; 백우현, 1999)으로도 보여진다.

일본혈액의학연구재단(2000)에서 보고한 혈액순환량의 증가로 유산소 능력이 증가된다는 연구 결과로 회복능력의 개선 결과를 설명할 수도 있다. 한편 본 실험에서 나타난 젖산피로회복능력의 향상은 원적외선 처치 효과뿐만 아니라 Turin(1981), Goss(1985), 이형국(1999), 박인기와 민경은(2001), 이원재 등(2001)의 연구 결과와 같이 지압 또는 마사지 처치에 의한 효과도 영향

을 주었으리라고 사료된다.

결론적으로 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치는 젖산피로의 회복에 긍정적인 효과가 있다고 생각된다.

## IV. 결론 및 제언

### 1. 결론

본 연구는 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치가 운동 선수의 피로회복과 운동능력에 미치는 생리적 효과를 규명하여 트레이닝 현장에서 과학적이고 효율적인 피로회복 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

본 연구에서는 피험자를 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치집단과 통제집단으로 분류하였으며, 사전·8주 처치 후·16주 처치 후에 중추신경 생리적 피로 관련 변인과 피로회복능력 관련 변인 등의 변화를 관찰하였다.

이원혼합분산분석 등을 통하여 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치의 효과를 살펴 본 결과는 다음과 같다.

첫째, 중추신경 생리적 피로 관련 변인들은 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치 유·무에 따른 집단간 그리고 처치기간에 따른 측정시간의 차이가 통계적으로 유의하지 않았으나 Dopamine과 FFA 농도는 긍정적으로 변화되는 경향을 보였다.

둘째, 혈중 젖산농도의 회복률은 회복기 초기(10분)에 유의한 증가를 보였다( $P < .05$ ). 이러한 차이를 자세히 알아보기 위해 t-test를 실시한 결과에서는 8주 처치 후에만 회복기 초기(10분)에 유의한 증가를 보였으며( $P < .05$ ), 16주 처치 후에는 유의한 수준에 가까운 차이를 보이고( $P$

< .097) 있었다. 나머지 회복기 15분 이후 30분 까지도 원적외선 · 온열 · 카이로프랙틱 복합처치 집단이 통제집단보다 높은 경향을 보여 젖산피로회복에 원적외선 · 온열 · 카이로프랙틱 복합처치가 긍정적인 반응을 일으키고 있음을 확인할 수 있었다.

이상의 실험 결과와 선행 연구들의 연구결과들을 종합하여 볼 때 원적외선 · 온열 · 카이로프랙틱 복합처치를 이용한 피로회복 방법을 통하여 중추신경 생리적 피로 관련 변인과 피로회복능력의 향상을 통한 경기력 향상에 효과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

## 2. 제언

본 연구에서 이원혼합분산분석을 통하여 원적외선 · 온열 · 카이로프랙틱 복합처치의 효과가 통계적으로 유의한 것으로 밝혀진 변인은 초기 젖산피로의 회복률 뿐이었다.

비록 통계적으로 유의한 효과는 검증하지 못했지만 자료의 비교 분석을 통하여 원적외선 · 온열 · 카이로프랙틱 복합처치가 중추신경 피로 지연 혹은 회복에 어느 정도 효과가 있을 것으로 판단되나 통계적 검증에 의한 원적외선 · 온열 · 카이로프랙틱 복합처치의 효과는 확인하지 못하였다. 이러한 까닭은 다음의 네 가지 원인에 기인한 것으로 판단된다.

첫째, 본 연구의 피험자들은 최고 수준의 운동선수들이기 때문에 이미 대부분의 관련된 변인들이 최상의 수준에 도달되어 있다. 따라서 원적외선 · 온열 · 카이로프랙틱 복합처치에 의한 처치의 효과가 일반인이나 노약자에 비하여 미미할 수 있다.

둘째, 운동선수들은 시험 전 · 후의 트레이닝

프로그램에 따라 관련 변인들이 상승 또는 하락될 수 있다. 즉, 원적외선 · 온열 · 카이로프랙틱 복합처치에 의한 효과보다도 트레이닝 프로그램에 의해 더욱 많은 영향을 받기 때문에 원적외선 · 온열 · 카이로프랙틱 복합처치의 효과만을 파악하기가 어렵다.

셋째, 처치 기간이 짧은 경향이 있다. 대부분의 변인에서 실험집단과 통제집단의 차이가 기간이 지남에 따라 늘어나고 있다. 만일 처치기간을 더 늘린다면 원적외선 · 온열 · 카이로프랙틱 복합처치의 효과를 파악하기가 용이해질 것으로 사료된다.

넷째, 둘째, 셋째와 같은 이유에서 장기간의 처치를 하되 일정기간(2~3일간)의 짧은 시간 동안의 반응을 측정 · 분석한다면 원적외선 · 온열 · 카이로프랙틱 복합처치의 효과를 파악하기가 용이해질 것으로 사료된다.

다섯째, 통계적인 유의성을 검증하기에는 표집 인원이 너무 적었다. 표집 인원이 적으면 집단 내 분산이 커지기 때문에 집단간 또는 시기간의 차이가 크다하더라도 통계적으로 유의한 차이로 확인될 가능성이 적어진다.

그러므로 운동선수를 대상으로 하는 후속연구를 할 경우에는 처치기간을 24주 이상으로 늘린 장기간의 실험과 단기간의 실험이 병행되는 실험설계가 필요하며, 피로회복능력의 향상이 이루어지는 구체적인 확인을 하기 위해 효소분석 및 혈액변인분석 등 기전에 관한 연구가 이루어져야 할 것이다. 또한 단기간의 연구에서는 2~3일간의 완전한 식이 및 활동 통제 계획이 필요하다고 사료된다. 그리고 경기력 향상에 직접적인 효과를 확인하기 위해서는 청소년 선수들을 대상으로 장기간에 걸친 종단적인 연구가 필요할

것이며, 부상 선수의 재활에 미치는 효과를 검증하는 연구도 원적외선·온열·카이로프랙틱 복합처치가 피로회복 방법의 하나로써 트레이닝 현장 사용률을 높이는데 요구되는 과제라 사료된다.

## 참 고 문 헌

- 국민체육진흥공단 체육과학연구원(2000). 스포츠 과학교실 효과적인 피로회복방법.
- 박인기, 민경은(2001). 무산소 운동 후 발마사지가 피로회복에 미치는 영향. 충남대학교 체육과학연구지 19(1).
- 박영숙(1999). 원적외선 방사세라믹스의 생체작용 응용. 월간 세라믹스 원적외선 자료집.
- 백우현(1999). 원적외선 상품은 인체에 유익한가? 월간 세라믹스 원적외선 자료집.
- 안필자, 장보현, 최정화(1997). 여름철 사무실 환경에서의 원적외선 방사직물 의복의 착용감 평가. 한국생활환경학회지. 4(4).
- 여남희, 이준희(1999). 팔손 가공한 면섬유 폴리에스텔을 이용한 기능성 상품 착용시 기 발생이 인체의 심폐기능과 전신근력과 근지구력에 미치는 영향에 관한 연구. 동아대학교 99년 위탁연구과제 연구결과 보고서.
- 윤성원, 김영수, 이명천, 정동식, 엄한주(2000). 원적외선 방출원단을 이용한 기능성 운동복 착용이 유·무산소성 운동능력 및 피로회복에 미치는 영향. 국민체육진흥공단 체육과학연구원 수탁연구과제 보고서.
- 윤성원, 김영수, 박동호, 성봉주, 이명천, 이용세(2003). 원적외선 방출 기능성 액세서리(바이오 금속 소재) 활용이 운동수행력, 피로회복 및 면역기능에 미치는 영향. 국민체육진흥공단 체육과학연구원 수탁과제연구보고서.
- 이원재, 주성범, 조창모(2001). 복싱경기 상황에서의 회복 형태에 따른 생리적 반응의 비교. 한국체육학회지 40(4).
- 이종각, 선상규, 윤성원, 윤재량, 이동규, 이명천, 정동식(1994). 운동피로의 원인과 회복방법에 관한 문헌고찰. 체육과학연구과제 종합 보고서 I.
- 이종각, 고병구, 김영수, 이명천, 윤성원, 정동식, 방대두, 방삭식, 전만배(2001). 세라젼 처치가 우수선수의 피로회복 및 운동능력에 미치는 영향. 국민체육진흥공단 체육과학연구원 수탁과제연구보고서.
- 이종각, 고병구, 김영수, 박동호, 정동식, 방대두, 방삭식, 전만배(2002). 단시간 및 장기간의 세라젼 처치가 우수선수의 피로회복에 미치는 영향. 국민체육진흥공단 체육과학연구원 수탁과제연구보고서.
- 이형국(1999). 회복기 스포츠마사지 처치가 혈중피로 및 대사물질에 미치는 영향. 운동과학. 8(2).
- 정종원, 오장근, 박완서(1999). 원적외선 치료의 실제, 서울:원적외선응용연구소.
- 한충수, 박완서(1995). 遠赤外線加熱의 理論과 實際. 도야인쇄사.
- 石倉信作(1989). 源赤外線と生體への溫熱效果. 日本纖維工學學會誌. 42(12).
- 京都女子大學(1991). 皮膚血流量の 皮膚溫度の測定. 研究報告書.
- 日本血液醫學研究財團(2000). 源赤外線放出の 血流量 變化 報告書. 平成 9年 10月 26日.
- 日本通算省(1999). 源赤外線 セウミックス産業 對策研究. 日本通算省 委託調査結果 報告書,

月刊 セウミックス 源赤外線 資料集.

- Buerger, A.A.(1983). Experimental neuromuscular models of spinal manual techniques. *Manual Med.* 1.
- Cauwenbergs, P.(1995). Vertebral subluxation and the anatomic relationships of the autonomic nervous system. In: M.I. Gatterman(Ed.), *Foundations of Chiropractic : Subluxation*. St. Louis: Mosby.
- Chaouloff, F.(1989). Physical exercise and brain monoamines : a review. *Acta phys. Scand.* 137.
- Christian, G.H., Stanton, G.J., Sissons, D., How, H.Y., Jamison, J., Alder, B., Fullerton, M., and Funder, J.W.(1988). Immunoreactive ACTH, beta-endorphin and cortisol levels in plasma following spinal manipulative therapy. *Spine* 13.
- Crawford, J.P., Hickson, G.S., and Wiles, M.R.(1986). The management of hypertensive disease: A review of spinal manipulation and the efficacy of conservative therapeutics. *J.Manipulative Physiol. Ther.* 9.
- Crawford, J.P.(1999). Chiropractic Intervention in the Treatment of Joint and Soft Tissue Disorders. *Can. J. Appl. Physiol.* 24(3).
- Fulco, C. S., Hoyt, R. W., Baker-Fulco, C. J., Gonzalez, J., & Cymerman, A.(1992). Use of bioelectrical impedance to assess body composition changes at high altitude. *J. Appl. Physiol.*, 72(6).
- Gillette, R.G.(1995). Spinal cord mechanisms of referred pain and related neuroplasticity. In: M.I. Gatterman(Ed.), *Foundations of Chiropractic Subluxation*. St. Louis: Mosby.
- Goss, K.(1985). *Massage for athletes*. NSCA Journal, 6(6):42©. Graham, D.A treatise on massage. Lodon.
- Grice, A.S.(1974). Muscle tonus changes following manipulation. *J. Can. Chiropr. Assoc.* 18.
- Korr, I.M.(1975). Proprioceptors and the behavior of lesioned segments. In: E.I. Stark(Ed.), *Osteopathic Medicine : Clinical Review Series*. Acton, MA: Publishing Science Group.
- Leach, R.A.(1994). *The Chiropractic Theories : Principles and Clinical Applications*(3rd ed). Baltimore : Williams & Wilkins.
- Lewit, K.(1985). *Manipulative Therapy in rehabilitation of the Motor System*. London : Butterworths.
- Lyleire, J.C.(1986). Recovery kinetics of contraction properties of human muscle following training fatigue. *Revue des sciences et techniques des activites Physiques et Sportives.* 7(13).
- Magazanik, A., Y. Shapiro, D. Meytes, and I. Meytes.(1974). Enzyme blood levels and water balance during a marathon race. *J. Appl. Physiol.* 36.
- Meredith, C. N., Zackin, M. J., Frontera, W. R., & Evans W. J.(1987). Body composition and aerobic capacity in young and middle-aged endurance-trained men. *Med Sci Sports Exerc.* 19(6).
- Mierau, D., Cassidy, J.D., and Bowen, V.(1988). *Manipulation and mobilization of the*

- third metacarpophalangeal joint : A quantitative radiographic and range of motion study. *Manual Med.* 3.
- Morrow, J. R. Jr, Jackson, A. S., Bradley, P. W., & Hartung, G. H.(1986). Accuracy of measured and predicted residual lung volume on body density measurement. *Med Sci Sports Exerc.* 18(6)
- Newsholme E.A., Acworth I.N., Blomstrand E.(1987). Amino acids, brain neurotransmitters and a functional link between muscle and brain that is important in sustained exercise. In benzi G(ed): *Advances in myochemistry.* London. John Libbey.
- Quatrochi, J. A., Hicks, V. L., Heyward, V. H., Colville, B. C., Cook, K. L., Jenkins, K. A., & Wilson, W. L.(1992). Relationship of optical density and skinfold measurements ; effects of age and level of body fatness. *Res Q Exerc Sport.* 63(4).
- Robergs, R.A., Roberts, S.O.(1997). *Exercise Physiology : Exercise, Performance, and Clinical Applications.* WCB/McGraw-Hill.
- Sanders, G.E., Reinnert, O., Tape, R., and Maloney, P.(1990). Chiropractic adjustive manipulation on subjects with acute low back pain : Visual analog scores and plasma beta-endorphin levels. *J. Manipulative Physiol. Ther.* 13.
- Shambaugh, P.(1987). Changes in electrical activity in muscles resulting from chiropractic adjustments: A pilot study. *J. Manipulative Physiol. Ther.* 10.
- Stansible, D., J.P. Aston, N.S. Dallimore, H.M.S. Williams, and N. Willis.(1983). Effect of exercise on plasma pyruvate kinase and creatine kinase activity. *Clin. Chim. Acta,* 132.
- Terrett, A.C.J., and Vernon, H.(1984). Manipulation and pain tolerance. A controlled study of the effects of spinal manipulation on paraspinal cutaneous pain tolerance levels. *Am. J. Phys. Med.* 63.
- Turin, A.M.(1981). Methods of using vibration massage with athletes. *Soviet Sports Review,* 16(4).
- Vernon, H.T., Dharni, M.S., Howley, T.P., and Annett, R.(1986). Spinal manipulation and beta-endorphin: A controlled study of the effect of a spinal manipulation on plasma beta-endorphin levels in normal males. *J. Manipulative Physiol. Ther.* 9.
- Woods, J.J., Furbish F. & Bigland-Ritchie, B.R.(1987). Evidence for a fatigue-induced reflex inhibition of motoneuron firing rates. *J. Neurophys.* 58.

## ABSTRACT

### Effects of Compound Treatment of Far infrared, Thermotherapy, and Chiropractic On Elite Athletes' Fatigue Recovery Rate

Hyunjoung Ku · Jonggak Lee

The purpose of this study is to investigate the effect of a compound treatment of far infrared, thermotherapy and chiropractic on physiological variables of the elite athletes' recovery of fatigue

To compare the central fatigue and lactate recovery rate over time (baseline, 8-week and 16-week), 30 top athletes of wrestling (n=15) and judo (n=15) were assigned into two groups such as treatment group and control group.

To find out significant differences between two groups, time conditions (baseline, 8-week & 16-week) and interactions (2 groups × 3 time conditions), a mixed factorial design was conducted and the results of this study were followed:

1. There were no statistically significant changes in the central fatigue. However, density of Dopamine and FFA were tending to be increased optimistically.

2. The significant increase in lactate recovery rate ( $p < .05$ ) was recorded at 10 minutes of recovery period. After 15 minutes of recovery period, differences were not significant as the data recorded at 10 minutes of recovery period. However, the recovery rate was still increased comparing to control group. That means there was a favorable response to the compound treatment for lactate recovery rate.

Based on the results, the central fatigue and ability of fatigue recovery were improved by the compound treatment of far infrared, thermo therapy and chiropractic. Consequently, we assume that performing the compound treatment on athletes can improve athletic performance and expect better athletic performance.

**Key word:** far infrared, thermotherapy, chiropractic, recovery of fatigue