

논문 2006-43IE-1-2

# 발 부분 온수 열자극시 인체 현상에 미치는 영향

( Effect of human biosignal according as foot was heating with hot water )

이 우 철\*, 민 경 기\*, 사공 석 진\*\*

( Woo-Cheol Lee, Kyeong-kee Min, and Sug-Chin Sakong )

## 요 약

족탕기(STYX ford202)를 이용하여 발 부분의 온열수 자극을 인가하여 생체 현상의 각종 변화를 계측하였다. 생체 현상의 변화 데이터는 발 부분의 온수 열 자극을 43℃, 45℃의 조건으로 10명의 남녀 사람을 10일 동안 1회 측정시 5분, 10분, 15분, 20분, 경과 실험을 통해 9가지 생리적 요소를 측정하여 분석하였다. 생체신호요소의 측정의 분석 결과는 이마온도는  $-0.69 \pm 0.01$  감소하였고, 다리온도는  $1.51 \pm 0.22$  증가되었다. 혈류(ml/min)는  $1.18 \pm 0.50$  증가되며, 혈압(mmHg)는 (max)  $-1.49 \pm 2.81$ , (min)  $-0.06 \pm 0.13$  감소 현상을 보였다. 맥박수의 변화는  $6.97 \pm 0.72$  증가하며, 혈당은 (mg/dl) :  $-2.41 \pm 1.55$  감소되었고, 피부산소포화도 (%):  $1.34 \pm 0.28$  증가하였다. 또한 체지방(%):  $-1.75 \pm 0.15$  및 체중은 (kg):  $-0.10 \pm 0.04$  감소 현상으로 나타났다.

## Abstract

In this paper, we measured the biosignal using hot-water system(STYX ford202) on foot. The biosignal transition data is observed from hot-water thermotherapy on foot. pre and post demonstration conditions under 43℃ and 45℃ are checked about 9 physiological factors for 10 persons and 10 days. (Checking Time: pre-test, post-test(5, 10, 15, 20 minutes)). The biosignal transition of demonstration's results showed as follows; Forehead Temperature(℃):  $-0.69 \pm 0.01$  dec, Leg Temperature(℃):  $1.51 \pm 0.22$  inc, Blood Flow(ml/min):  $1.18 \pm 0.50$  inc, Blood Pressure(mmHg): (max)  $-1.49 \pm 2.81$ , (min)  $-0.06 \pm 0.13$  dec, Heart Rate(bpm):  $6.97 \pm 0.72$  inc, Blood Sugar(mg/dl) :  $-2.41 \pm 1.55$  dec, Oxygen Saturation(%):  $1.34 \pm 0.28$  inc, Body Fat(%):  $-1.75 \pm 0.15$  dec, Weight(kg):  $-0.10 \pm 0.04$  dec. (dec: decrease, inc: increase)

**Keywords** : Biosignal, measurements, thermotherapy, physiological factors

## I. 서 론

수치료란 치료적 목적을 위하여 물을 적용하여 치료하는 물리치료의 한 분야이며, 수치료에는 물의 여러 가지 형태인 고체, 액체, 기포 그리고 얼음이나 증기등을 신체에 내적 혹은 외적으로 적용하는 것이 포함된다<sup>[1,3]</sup>. 본 연구는 한랭(寒冷)이 아닌 온열(溫熱)치료 입장

에서 연구하였다. 족탕은 발을 온열수에 담그는 온열욕으로, 삼음교(내과(內踝): 안쪽 복사뼈에서 손가락 4개를 겹친 부위)가 물에 잠기도록 발을 담그는 것을 기본적으로 수행하고 있다<sup>[6]</sup>.

온열욕법들은 혈액순환을 촉진시켜 체내에 쌓여 있는 불필요한 물질과 유해물질 그리고 노폐물 등을 체외로 나오게 하여, 고혈압, 저혈압, 변비, 불면증, 두통, 빈혈, 만성피로감, 권태감, 생리불순, 신경통, 요통, 관절염 등의 질병을 예방 및 치료해 주는 효과가 있다. 족탕은 물의 온열이 인체에 미치는 국소적 효과를 수치료에 적용하여 왔다. 일반적으로 적용되는 전도열은 깊이 침투되지 못하고 피부나 피하조직(subcutaneous tissue)에 제한된다고 여겨져 왔으나, Abrhamson 등에 의한 최근

\* 정희원, 서울보건대학 의료공학과,  
(Professor, Department of Biomedical Engineering,  
Seoul Health College)

\*\* 정희원, 국민대학교 전자공학과  
(Professor, School of Electrical Engineering,  
Kookmin University)

접수일자: 2005년4월19일, 수정완료일: 2006년3월15일

의 연구에 의하면 습열(moist heat)을 장시간 동안 강력하게 적용 하면 약 3~4cm 범위로서 근육의 표층까지 침투된다는 사실이 밝혀졌다<sup>[3]</sup>. 이는 열이 피부에 도달되면 조직에서 명백한 생리학적 반응들이 일어나는데 이것은 국소적 열이 증가된 혈액순환에 의해 급속하게 분산되기 때문이다.

국소적 온열에 의한 가장 명백한 변화는 조홍(redness)으로 이것은 혈관의 확장 때문이며, 혈관의 확장은 피부 수용기(receptor)의 자극에 의해 시작된 국소축삭반사(local axon reflex)에 의해 일어난다. Landis는 국소적 온열이 적용된 부위에서의 모세혈관압(capillary pressure)이 어떻게 변화되는가를 연구하였으며 모세혈관압은 사지의 정맥과 동맥 모세혈관 모두에서 현저하게 증가된다는 사실을 발견하였다<sup>[5]</sup>. 그리고 Abrhamson은 113°F의 습열을 전완부(forearm)에 20~30분 정도 적용한 결과 혈류의 율(rate of blood flow)이 2배 정도 증가하였으며 그 증가율은 열적용을 중지한 후에도 약 1시간 정도 계속되었다고 하였다. 이외에도 국소적으로 온열을 적용하였을 때 나타나는 효과들에는 국소 신진대사의 증가(Van't hof's law : 온도 10°C 상승에 따라 신진대사율이 2.5배 상승한다는 법칙)와 온열수가 적용된 부위의 혈관을 통한 백혈구의 이동증가, 근육의 이완 그리고 국소 발한이나 진통 효과가 습열에 의해서 나타난다<sup>[5]</sup>.

본 연구의 필요성은 첫째는 기존의 연구들은 주로 온열 치료시 혈류량의 변화 및 심전도, 뇌파, 혈압, 맥박 등에 대해서 종합적인 분석을 하지 못하고, 지협적이고 개별적 인자들만을 분석하고 있어서 다소 협소하나, 본 연구는 족탕시 발생된 온열수가 인체에 미치는 영향을 여러 생리적 인자들인 이마체온, 다리체온, 혈류량, 혈압, 맥박수, 혈당, 피부 산소 포화도, 체지방, 체중에 대해 동시에 종합적으로 분석하여, 과학적이고 객관적인 지표를 마련하고자 한다. 둘째는 기존의 방식들은 온열 자극의 매체가 고주파 치료기, 초음파 및 진동 바이브레이터가 내장된 원적외선 방사 온열기, 광 온열기 등이 주로 사용되어 왔으나, 본 연구는 족탕시의 온열효과인 온열수로 인한 인체의 변화에 대해 분석 연구하고자 한다. 셋째는 생리적 인자들에 대한 통계적 분석인 회귀 분석과 상관관계 분석등을 통해 족탕시의 온열효과로 인한 생리적 인자들간의 관계규명과 족탕시의 온열효과가 생리적 인자들에 미치는 영향의 정도를 계측 및 분석함으로써 족탕이 인체에 미치는 효과를 밝혀 내는데 있다.

## II. 실험 재료 및 방법

### 1. 실험 대상

족탕기 온열실험은 2004년 5월 7일 부터 2004년 5월 20일까지 예비실험 및 10일간의 본실험을 서울보건대학 의료기개발 연구소에서 수행하였다. 피검자는 건강한 18세에서 25세 사이의 남·여 대학생을 각 5명씩 총 10명으로 선정하였다.

### 2. 실험준비

피검자는 실험시작 20분전 부터 실험준비 및 실험을 위해 안정상태를 유지하게 하였고, 상의는 가볍고 얇은 반팔착용, 하의는 무릎 위까지 오는 반바지를 착용하게 하였다. 흡연자는 실험 시작 전 20분전까지는 흡연을 하지 못하게 하여, 흡연으로 인해 맥박수와 혈압이 영향받는 일이 없도록 하였다. 족탕기의 표시선까지 물을 채운 후 주로 43°C에서 실험하였다.

### 3. 실험 방법 및 측정항목

족탕기는 (주)스틱스사의 STYX ford202를 사용하여, 실험 중 피검자들은 가급적 명상상태로 실험에 임하도록 유도하였다. 족탕기의 Timer 모드를 20분으로 자동 설정하여 1명당 20분간 족탕을 10일 동안 진행 하였다.

족탕시의 족부에 대한 온열수 자극 효과가 인체에 미치는 영향을 검증하기위해 측정항목은 이마체온, 다리체온, 혈류량, 혈압, 맥박수, 혈당, 피부 산소 포화도, 체지방, 체중으로 총 9개 항목의 측정을 통해 족탕으로 인한 인체의 생리적 변화를 측정하였다. 측정항목으로 이마체온과 다리체온은 족탕시의 온열효과가 인체에 미치는 온도 변화를 알기 위해서 채택하였다. 사용기기는 비접촉식 적외선(Infrared) 온도계(Reymax 4pcf, Germany)를 사용하였다 이마의 측정부위는 이마 정중선으로부터 오른쪽 눈위의 4분면으로 나는 부분 중앙을 측정하였고, 다리는 오른쪽 다리 무릎이 접히는 안쪽 종아리 상단의 온도변화를 측정하였다. 측정은 실험 전에 1회와 실험 중 5분 간격으로 20분까지 총 5회 측정하였다.

혈류량은 족탕시의 온열효과가 인체에 미치는 혈류량 변화를 알기 위해서 채택하였다. 측정기기는 도플러 방식의 초음파 혈류측정기(Qust-210, Ultrasound Blood Flowmeter, Korea)를 사용하였다. 측정은 실험전 1회와 실험중 10분 간격으로 20분 까지 2회로 총 3회 측정하였다. 혈압(blood pressure)은 족탕시의 온열효과가 인

체에 미치는 혈압의 변화를 분석하기 위해서 채택하였다. 측정기기는 간접 자동혈압측정기(A D UA767, Japan)를 사용하여, 실험전 1회와 실험중 10분 간격으로 2회로 총 3회를 측정하였다.

맥박(pulse rate)은 족탕시의 온열효과가 인체에 미치는 맥박수의 변화를 분석하기 위해서 채택하였다. 측정기기는 집게타일 PPG 기기(Mediana N550, Korea)를 사용하여, 족탕 전과 후 및 온열효과에 따른 맥박(pulse rate)을 측정하였다. 측정은 족탕전 1회와 실험중 5분 간격으로 20분 까지 총 5회를 측정 하였다.

혈당(blood sugar)은 족탕시의 발생된 온열효과가 인체의 혈당에 미치는 변화를 분석하기 위해서 채택하였다. 사용기기는 독일 로슈사 제품인 혈당측정기(Accu-chek Active, Germany)를 사용하여, 채혈한 소량의 혈액을 혈당측정지에 떨어뜨려, 족탕 전과 후의 혈당변화를 측정하였다. 측정은 족탕 전과 후에 각각 1회씩 총 2회 측정하였다.

피부 산소 포화도(SpO2)는 맥박 산소계측기로 측정된 산소포화도로서 SpO2가 변화한다는 것은 결과적으로 조직으로 운반되는 산소량의 변화를 의미하므로, 신진대사 활동의 변화를 알 수 있고, 체온과 혈류량 변화에 대한 비교 지표가 되므로 채택하였다. 측정기기는 집게타일 PPG 기기(Mediana N550, Korea)를 사용하여, 온열효과에 따른 산소 포화도(SpO2)의 변화를 측정하였다. 측정시간은 실험 전에 1회와 실험중 5분 간격으로 20분 까지 총 5회를 측정하였다.

체지방은 족탕 전과 후의 온열효과가 체지방에 미치는 변화를 보기위해 채택하였다. 발판형 일체 타니타 제품(TANITA TBF611, Japan)을 사용하여, 신장의 치수를 수동으로 입력하면 자동으로 측정된다. 측정은 족탕 전과 후에 각각 1회씩 총 2회를 측정하였다. 체중은 족탕중에 발생된 온열효과가 체중에 미치는 영향을 알기위해서 채택하였고, 발판형 일체 타니타 제품(TANITA TBF611, Japan)을 사용하여, 족탕 전·후 체중변화를 측정하였다. 측정은 족탕 전과 후에 각각 1회씩 총 2회 측정 하였다.

#### 4. 분석방법

자료처리는 SPSSWIN 10.0의 통계데이터분석 프로그램을 이용하여, 10일간 10명에 대해 9개의 생리적 인자들인 이마체온, 다리체온, 혈류량, 혈압, 맥박수, 혈당, 피부 산소 포화도, 체지방, 체중에 대해 시간간격으로 획득된 데이터를 평균 변화량과 표준 편차를 이용하여

경향을 분석 하였고, 회귀 분석, 공분산 분석, 상관 분석 등을 통하여 보다 세밀한 분석을 하였다. 회귀분석은 최소 자승법을 근간으로 하여 관찰 값을 포함하는 변량들을 선형적인 선으로 나타내는 분석법이다. 이 분석법의 사용목적은 독립변수가 종속변수에 영향을 미치는 정도를 분석하기 위해서 사용하였다. 본 연구에서는 다리체온 온도를 독립변수로 보고 혈류량, 혈압, 맥박수, 혈당, 피부 산소 포화도, 체지방, 체중을 종속변수로 처리하여, 독립변수가 종속변수에 어느 정도 영향을 미치는지 분석하였다. 따라서 회귀분석을 통해 족탕시 독립변수와 종속변수간의 관계를 알 수 있으며, 간접적으로 족탕을 받은 사람과 받지 않은 사람과의 차이를 알 수 있다.

공분산과 상관 분석은 생리적 인자들간의 관계를 보기 위하여 사용하였다. 공분산은 모집단 상관관계를 계산하여 두 데이터 집합의 표준 편차의 곱으로 나눈 값이며, 상관 분석은 측정 단위가 서로 다른 두 데이터 집합의 관계를 측정할 때 사용한다. 공분산 분석을 사용하면 두 데이터 범위가 함께 변하는지 알 수 있으므로, 다리체온 데이터의 값이 증가하면 다른 인자의 데이터 값도 증가하는지(양의 공분산), 한 집합 데이터 값이 감소하면 다른 집합의 데이터 값은 증가하는지(음의 공분산), 두 집합의 데이터 값이 관계가 없는지(공분산이 0에 가까움)을 알기 위해서 사용하였다. 따라서 공분산 분석을 통해 이마체온, 다리체온, 혈류량, 혈압, 맥박수, 혈당, 피부 산소 포화도, 체지방, 체중 간의 관계를 알 수 있다.

상관 분석을 사용하면 두 데이터 범위가 함께 변화하는지 알 수 있다. 한 인자의 데이터 값이 증가하면 다른 인자의 데이터 값도 증가하는지(양의 상관 계수), 한 인자의 데이터 값이 감소하면 다른 인자의 데이터 값은 증가하는지(음의 상관 계수), 두 집합의 데이터 값이 서로 관련이 없는지(상관 계수가 0에 가까움)를 알 수 있기에 채택하였다. 따라서 공분산 분석과 상관분석을 통해 이마체온, 다리체온, 혈류량, 혈압, 맥박수, 혈당, 피부 산소 포화도, 체지방, 체중 간에 데이터군의 상관관계를 알 수 있다.

### III. 실험

#### 1. 실험결과

실험결과에서 나타난 생리적 인자들의 측정결과를 족탕 전과 후 5분, 후 10분, 후 15분, 후 20분 경과시

순차적으로 측정하였고, 10인 피검자의 측정결과 데이터를 평균 변화량과 표준편차로 나타내었다. 결과란의 10분 후는 “족탕후 10분 데이터-족탕전” 값이며, 20분 후는 “족탕후 20분 데이터-족탕후 10분 데이터” 값으로 족탕시 시간경과에 따른 경향을 이해 할 수 있다.

2. 다리체온과 이마체온의 변화

<표 1>는 남·여별 족탕 전·후의 체온 변화량 측정 결과표이다. 족탕후 5분까지는 이마에 땀이 나기 전까지 이므로 다소 증가하다가 10분 경과시에는 이마의 땀으로 인해 이마 피부의 체열이 감소하여, 10분 경과시는  $-0.11^{\circ}\text{C}$  감소, 20분 경과시는  $-0.59^{\circ}\text{C}$ 로 온도가 감소하는 경향을 볼 수 있다. 다리체온은 이마체온과는 달리 온열 자극이 미치는 부위와 인접한 관계로 인해 초기 10분까지는  $1.25^{\circ}\text{C}$  증가 후 20분 경과시는  $0.26^{\circ}\text{C}$ 로 큰 변화가 없는 완만한 상태가 됨을 알 수 있다.

표 1. 남·여별 족탕 전·후의 체온 변화량 측정 결과

Table 1. Result of measurements of the body temperature changes before and after foot bath per man and women.

(단위:  $^{\circ}\text{C}$ )

전·후 인자	족탕전	후 5분	후10분	후15분	후20분	결 과		
						10분 후	20분 후	
전 체	이	35.07±	35.25±0	34.96±0	34.59±0	34.37±0	-0.11감	-0.59
	마	0.24	.03	.05	.15	.22	소	감소
	다	31.95±	32.76±0	33.21±0	33.42±0	33.46±0	1.25	0.26
남 자	리	0.50	.39	.41	.25	.19	증가	증가
	이	35.24±	35.27±0	34.93±0	34.48±0	34.22±0	-0.31	-0.71
	마	0.64	.77	.68	.61	.65	감소	감소
여 자	다	32.31±	33.03±0	33.50±1	33.59±1	33.60±1	1.19	0.10
	리	0.41	.68	.10	.26	.27	증가	증가
	이	34.90±	35.23±0	34.99±0	34.70±0	34.53±0	0.10	-0.46
전 체	마	0.53	.48	.41	.60	.51	증가	감소
	다	31.60±	32.49±1	32.92±1	33.24±1	33.33±1	1.32	0.41
	리	1.44	.47	.27	.25	.08	증가	증가

표 2. 남·여별 족탕 전·후의 혈류 변화량 측정 결과  
Table 2. Result of measurements of blood flow changes before and after foot bath per man and women.

(단위: ml/min)

전·후 인자	족탕전	10분	20분	결 과	
				10분 후	20분 후
전체	7.37±1.49	7.71±1.70	8.55±0.78	0.34증가	0.84증가
남자	8.42±2.22	8.91±3.31	9.10±3.23	0.49증가	0.19증가
여자	6.32±1.32	6.51±1.04	8.00±1.36	0.19증가	1.49증가

3. 혈류량의 변화

남·여별 족탕 전·후의 혈류 변화량 측정 결과를 <표 2>에 나타내었으며, 족탕시 발생한 온열로 인해 혈류량이 10분까지  $0.34\text{ml}/\text{min}$  증가, 20분 경과시는  $0.84\text{ml}/\text{min}$  증가함을 알 수 있다.

4. 혈압의 변화

혈압 분석은 컵 방식의 전자혈압계를 이용하여, 10일간 획득된 데이터를 족탕 전과 후 10분 경과, 20분 경과시에 획득된 혈압수치를 이용하여, 남·여전체 및 남자와 여자로 개별 분류하여, 평균 변화량과 표준편차를 보았다. 남·여별 족탕 전·후의 혈압 변화량 측정 결과를 <표 3>에 나타내었다. 여자의 경우는 족탕 후 혈압이 감소하는 추세였고, 남자의 경우는 증가 추세로 나타났다.

표 3. 남·여별 족탕 전·후의 혈압 변화량 측정 결과

Table 3. Result of Measurements of blood pressure changes before and after foot bath per sex.

(단위 : mmHg)

전·후 인자	족탕전	10분	20분	결 과		
				10분 후	20분 후	
전 체	최고	124.87	122.85	123.38	-2.02	0.53
	±1.52	±6.29	±5.49			
남 자	최저	74.25	73.31	74.19	-0.94	0.88
	±0.33	±0.50	±0.51			
남 자	최고	125.94	127.30	127.26	1.36	-0.04
	±8.66	±9.61	±9.72			
여 자	최저	74.02	73.66	74.55	-0.36	0.89
	±3.70	±4.18	±3.04			
여 자	최고	123.80	118.40	119.49	-5.40	1.10
	±10.12	±8.58	±10.11			
전 체	최저	74.48	72.96	73.82	-1.52	0.87
	±6.07	±6.26	±5.65			

표 4. 남·여별 족탕 전·후의 맥박 변화량 측정 결과

Table 4. Results of measurements of heart rate changes before and after foot bath per sex.

(단위 : bpm)

전·후 인자	족탕전	5분	10분	15분	20분	결 과	
						10분 후	20분 후
전체	80.70	83.46	84.05	85.87	87.67	3.36	3.61
	±1.56	±0.81	±0.13	±0.55	±0.54	증가	증가
남자	81.80	84.03	84.15	85.48	87.29	2.35	3.14
	±4.72	±4.59	±5.12	±3.77	±4.93	증가	증가
여자	79.59	82.88	83.96	86.26	88.05	4.37	4.09
	±10.03	±9.54	±9.60	±10.40	±11.40	증가	증가



5. 맥박의 변화

맥박 분석은 피검자의 검지 손가락 끝에 집게타입 PPG를 붙여, 족탕 전과 후 5분, 후 10분, 후 15분, 후 20분 경과시에 획득된 맥박수를 이용하여, 남·여전체 및 남자와 여자로 개별 분류하여, 평균 변화량과 표준편차를 보았다. 남·여별 족탕 전·후의 맥박수 변화 측정 결과를 <표 4>에 나타내었다. 족탕후 10분 경과시는 전체 3.36bpm증가하고, 여자는4.37,남자는 2.35증가, 20분 경과시는 전체 3.61bpm 증가하고, 여자는4.09, 남자는3.14증가함을 알 수 있다. 이는 족탕으로 인한 온열 작용이 인체의 심혈관계에 영향을 미치는 것으로 볼 수 있으며, 맥박의 증가는 혈류순환 속도와 양의 증가를 가져와 물리적인 운동을 하지 않았는데도 운동을 한 효과를 인체에 미쳤다고 볼 수 있다.

6. 혈당의 변화

혈당 분석은 혈당 측정기를 이용해 획득된 데이터를 족탕 전·후의 남·여 전체 및 남자와 여자로 각각 분류하여, 평균 변화량과 표준편차를 이용하여 분석하였다. 남·여별 족탕 전·후의 혈당 변화량 측정 결과는 <표 5>에 나타내었으며, 남자의 경우 -6.28mg/dl 감소 혈당이 감소하는 추세였고, 여자의 경우는 1.47mg/dl 만큼

표 5. 남·여별 족탕 전·후의 혈당 변화량 측정 결과

Table 5. Results of measurements of blood sugar changes before and after foot bath per sex.

(단위: mg/dl)

전·후 인자	족탕전	족탕후	결 과
전체	96.61 ± 3.83	94.21 ± 1.64	-2.41 감소
남자	99.32 ± 10.67	93.04 ± 4.77	-6.28 감소
여자	93.90 ± 6.17	95.37 ± 9.10	1.47 증가

표 6. 남·여별 족탕 전·후의 산소포화도 변화량 측정 결과

Table 6. Results of measurements of skin oxygen saturation changes before and after foot bath per sex.

(단위: %)

전·후 인자	족탕전	5분	10분	15분	20분	결 과	
						10분후	20분후
전체	92.35 ±0.55	93.31 ±0.72	93.06 ±0.85	93.11 ±0.98	93.69 ±0.16	0.71	0.63
남자	91.96 ±8.69	93.82 ±5.14	93.66 ±4.91	93.80 ±5.12	93.58 ±5.01	1.70	-0.08
여자	92.74 ±13.34	92.80 ±13.20	92.46 ±13.30	92.42 ±13.32	93.80 ±9.90	-0.28	1.34

증가하여, 남·여 전체는 -2.41mg/dl 감소하였다. 이는 10일 동안의 족탕을 통해 대부분의 피검자들에 대해 혈당이 감소하는 경향이 있음을 알 수 있으며, 보다 정밀한 분석을 위해서는 식전과 식후에 대한 통제하에서 실험을 해야 한다고 사료된다.

7. 피부 산소 포화도의 변화

피부 산소포화도 분석은 피검자의 검지손가락에 집게타입 PPG를 붙여 획득된 데이터를 족탕 전과 후 5분, 후 10분, 후 15분, 후 20분 경과시에 획득된 SpO2측정치를 이용하여, 남·여전체 및 남자와 여자로 개별 분류하여, 평균 변화량과 표준편차를 보았다. <표 6>은 남·여별 족탕 전·후의 산소포화도 변화량 측정 결과표이며, 남자의 경우는 피부산소포화도가 10분까지는 1.70% 증가, 여자의 경우는 20분 경과시 1.34% 증가하였다. 이는 족탕으로 인한 신진대사가 활발해져서 인체가 산소의 양을 더 필요로 하고 있음을 알 수 있다.

8. 체지방의 변화

체지방 분석은 10일간의 검사 데이터를 심험 전·후에 대한 남·여전체 및 남자와 여자로 개별 분류하여, 평균 변화량과 표준편차를 이용하여 분석하였다. <표 7>은 남·여별 족탕 전·후의 체지방 변화량 측정 결과로서 남녀 모두 체지방이 감소하여, 남·여전체는 -1.75% 감소하였음을 볼 수 있다. 이는 족탕시의 활성화된 신

표 7. 남·여별 족탕 전·후의 체지방 변화량 측정 결과

Table 7. Results of measurements of the changes of body fat before and after foot bath per sex.

(단위 : %)

전·후 인자	족탕전	족탕후	결 과
전체	25.94±9.39	24.19±9.18	-1.75 감소
남자	19.30±4.69	17.70±4.52	-1.60 감소
여자	32.58±4.99	30.67±4.76	-1.90 감소

표 8. 남·여별 족탕 전·후의 체중 변화량 측정 결과

Table 8. Results of measurements of weight changes before and after foot bath per sex.

(단위: kg)

전·후 인자	족탕전	족탕후	결 과
전체	66.98±1.61	66.88±1.55	-0.10 감소
남자	68.12±8.25	67.98±8.26	-0.14 감소
여자	65.84±10.03	65.79±10.08	-0.06 감소

진대사활동이 체지방의 감소를 초래하였음을 알 수 있다.

9. 체중의 변화

체중 분석은 10일간의 검사 데이터를 족탕 전과 후에 대한 남·여전체 및 남자와 여자로 개별 분류하여, 평균 변화량과 표준편차를 이용하여 분석하였다. <표 8>는 10일간 족탕 전·후의 체중 평균 변화량 측정 결과표이며, 전체적으로 남·여 모두 -0.10kg 감소되었고, 이는 10일간의 족탕효과가 100g 정도의 체중을 감소시키는 것으로 사료된다.

10. 다리체온 온도와 생리적 인자간의 회귀분석

다리체온의 변화가 다른 인자들에게 어떤 영향을 미쳤는지를 알기 위해서 회귀분석을 사용하여 통계량과 분산 분석을 하였다. 표에서 X는 독립변수이며, Y는 종속변수이다.

(1) 다리체온과 맥박간의 회귀분석

본 연구에서 다리체온을 독립변수로 사용한 이유는 족탕시 온열수의 온도는 43℃ 또는 45℃로 설정되어서 상수이며 변수로 볼 수 없다. 따라서, 온열수의 온도가 가장 영향을 많이 미치는 다리체온을 독립변수로 보는 것이 타당하기에 다리체온을 독립변수로 처리하였다.

표 9. 다리체온과 맥박간의 회귀분석  
Table 9. Regression analysis between leg temperature and heart rate.

회귀분석 통계량	
다중 상관계수	0.93093
결정계수	0.86663
조정된 결정계수	0.822173
표준 오차	1.106446
관측수	5

표 10. 다리체온과 맥박간의 분산분석  
Table 10. Analysis of variance between leg temperature and heart rate.

분산 분석					
	자유도	제곱합	제곱평균	F 비	유의한 F
회귀	1	23.86	23.86	19.49	0.021
잔차	3	3.672	1.22		
계	4	27.53			

  

	계수	표준 오차	t 통계량	P-값
Y 절편	-43.57	28.97	-1.50	0.22
X1	3.88	0.87	4.41	0.02

  

	하위 95%	상위 95%	하위 95.0%	상위 95.0%
Y 절편	-135.79	48.64	-135.79	48.64
X1	1.08	6.67	1.08	6.67

회귀분석결과 추정된 선형모형의 결정계수는 0.8666이고, 두 변수의 상관계수는 0.9309이다.

(단순회귀에서는상관계수<sup>2</sup> =결정계수). 표준오차는  $\sigma$ 의 추정값이다. 그러므로  $\sqrt{MSE} = \sqrt{1.2242} = 1.1064$  이다. 이 모델의 유의성을 검정하는 F비는 19.49로 유의한 F(p값)는 0.0215로 유의수준보다 작아서 모형이 유의하다고 판단되었다. <표 9>은 다리체온과 맥박간의 회귀분석표이고, <표 10>는 다리체온과 맥박간의 분산분석표이다.

(2) 다리체온과 피부산소포화도의 회귀분석

피부산소포화도는 인체의 신진대사량 증감상태의 지표가 되므로 다리체온과 피부산소포화도의 회귀분석을 통하여, 두 인자간의 상관성을 파악하였다. 이 추정된 선형모형의 결정계수는 0.667이고, 두 변수의 상관계수는 0.817이다(단순회귀에서는상관계수<sup>2</sup> =결정계수). 표준오차는  $\sigma$ 의 추정값이다. 그러므로  $\sqrt{MSE} = \sqrt{0.1062} = 0.3258$  이다. <표 11>는 다리체온과 피부산소포화도의 회귀분석 결과표이며, <표 12>는 다리체온과 피부산소포화도의 분산분석 결과표이다.

(3) 공분산 분석

공분산 분석을 통해 다리체온, 맥박, 산소포화도 간의

표 11. 다리체온과 피부산소포화도의 회귀분석  
Table 11. Regression analysis between leg temperature an skin oxygen saturation.

회귀분석 통계량	
다중 상관계수	0.816587
결정계수	0.666815
조정된 결정계수	0.555753
표준 오차	0.3259
관측수	5

표 12. 다리체온과 피부산소포화도의 분산분석  
Table 12. Analysis of variance between leg temperature and skin oxygen saturation.

분산 분석					
	자유도	제곱합	제곱 평균	F 비	유의한 F
회귀	1	0.63	0.63	6.00	0.09
잔차	3	0.31	0.10		
계	4	0.95			

  

	계수	표준 오차	t 통계량	P-값
Y 절편	72.19	8.53	8.45	0.003
X1	0.63	0.25	2.45	0.091

  

	하위 95%	상위 95%	하위 95.0%	상위 95.0%
Y 절편	45.02	99.35	45.02	99.35
X1	-0.18	1.45	-0.18	1.45

표 13. 다리체온, 맥박, 산소, 최고혈압, 최저혈압, 혈류평균간의 공분산 분석표

Table 13. Covariance table for leg temperature, heart rate, oxygen, maximum blood pressure, minimum blood pressure and blood flow.

	다리체온	맥박	산소	최고혈압	최저혈압	혈류평균
다리체온	0.31					
맥박	1.22	5.50				
산소	0.20	0.90	0.19			
최고혈압	-0.51	-1.69	-0.34	0.73		
최저혈압	-0.11	-0.04	-0.02	0.27	0.18	
혈류평균	0.26	1.37	0.261	-0.22	0.03	0.24

연관성을 분석한 결과를 <표 13> 다리체온, 맥박, 산소, 최고혈압, 최저혈압, 혈류평균간의 공분산 분석표에 나타내었다. <표 13>을 보는 방법은 다리체온이 0.31684 만큼 증가하면, 맥박은 1.22974 만큼 증가, 피부산소포화도는 0.20102만큼 증가, 최고혈압은 -0.51807 감소, 최저혈압은 -0.11722 감소, 혈류평균은 0.268911 증가하는 연관성을 나타내는 표로서 족탕동안 한 인자의 데이터 값이 증가하면 다른 인자의 데이터 값이 증가 또는 감소하는지의 경향을 보기 위해 분석하였다.

(4) 상관분석

<표 14>은 다리체온, 맥박, 산소, 최고혈압, 최저 혈압, 혈류평균간의 상관분석 분석표이며, 상관분석을 통해 생리적 인자들간의 상관관계 지표를 분석하였다. 1에 가까우면 상관관계가 큰 것이며, 0이면 상관성이 없으며, -1에 가까울수록 반비례관계가 큰 의미를 갖고 있다. <표 14>을 통하여, 다리체온과 맥박과 피부산소포화도와 혈류량은 양의 상관관계가 있으며, 최고혈압과 최저혈압은 반비례의 음의 상관관계가 있는 것을 알 수 있다.

표 14. 다리체온, 맥박, 산소, 최고혈압, 최저혈압, 혈류평균간의 상관분석 분석표

Table 14. Correlation analysis table for leg temperature, heart rate, oxygen, maximum blood pressure, minimum blood pressure and average blood flow.

	다리체온	맥박	산소	최고혈압	최저혈압	혈류평균
다리체온	1					
맥박	0.93	1				
산소	0.81	0.88	1			
최고혈압	-0.91	-0.69	-0.73	1		
최저혈압	-0.41	-0.03	-0.09	0.74	1	
혈류평균	0.82	0.97	0.96	-0.52	0.18	1

표. 15. 온욕탕(43℃)과 고온탕(45℃) 비교실험 결과 분석

Table 15. Analysis of comparative test results of hot-water foot bath(43℃) and bath (45℃).

	43℃ 전체		결과	45℃ 전체		결과	전체결과 45℃-43℃
	실험전	실험후	43℃ 후-전	실험전	실험후	45℃ 후-전	
체 중	64.02	66.76	2.74	64.38	67.14	2.76	0.02
체지방	31.65	24.45	-7.20	32.55	24.40	-8.15	-0.95
혈 당	84.01	98.60	14.59	97.67	98.20	0.53	-14.06
이마체온	34.85	33.99	-0.86	35.24	33.98	-1.26	-0.40
다리체온	32.41	33.68	1.27	32.16	33.46	1.30	0.03
혈류평균	8.75	9.15	0.40	8.09	8.94	0.85	0.45
산소포화도	97.80	97.80	0.00	98.10	97.70	-0.40	-0.40
심 박	85.40	89.60	4.20	79.80	89.50	9.70	5.50
최고혈압	128.10	130.00	1.90	124.30	121.60	-2.70	-4.60
최저혈압	76.40	74.00	-2.40	73.00	74.60	1.60	4.00

11. 온욕탕(43℃)과 고온탕(45℃) 분석

피검자 10인에 대해 43℃와 45℃로 실험한 데이터를 각각 하루씩 추출하여, 생리적 인자가 2℃의 온도변화에 어떻게 반응하는지를 비교하여보았다. <표 15>는 온욕탕(43℃)과 고온탕(45℃) 결과 분석표이다.

IV. 결론 및 고찰

1. 결 론

실험조건을 온욕탕(43℃)과 고온탕(45℃)에서 족탕 전과 후 5분, 후 10분, 후 15분, 후 20분 경과시에 획득된 족탕기 온열수 자극으로 인한 생리적 변화를 족탕 전·후별과 시간 경과별로 관찰 및 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻게 되었다.

1) 피검자의 이마체온의 변화는 족탕후 5분까지는 이마에 땀이 나기 전까지 이므로 다소 증가하다가 족탕시 발생된 이마의 땀으로 인해 이마 피부의 체열이 감소하여, 10분 경과시는 -0.11℃ 감소, 20분 경과시는 -0.59℃로 온도가 감소하는 경향을 보였다. 다리체온의 온도는 이마와는 달리 온열 자극이 미치는 부위와 인접한 관계로 인해 초기 10분까지는 증가하다가 이후는 큰 변화가 없는 완만한 상태가 됨을 알 수 있다. 초기 10분 경과시는 1.25℃ 증가, 20분 경과시는 0.26℃ 증가로 큰 변화가 없는 완만한 경향을 보였다.

2) 혈류량의 변화를 시간 경과 별로 분석한 결과 족탕시 발생한 온열로 인해 혈류량이 다소 증가함을 알 수 있으며, 족탕시 발생한 온열로 인해 혈류량이 10분 경과시는 0.34ml/min 증가, 20분 경과시는 0.84ml/min

증가함을 알 수 있다.

3) 혈압의 변화를 시간 경과 별로 분석한 결과 여자의 경우는 족탕 후 혈압이 감소하는 추세였고, 남자의 경우는 증가 추세로 나타났다.

4) 맥박의 변화를 시간 경과 별로 분석한 결과 족탕 후 맥박이 증가함을 알 수 있었으며, 족탕 후 10분 경과 시는 3.36bpm 증가, 20분 경과 시는 3.61bpm으로 맥박이 증가함을 알 수 있다. 이는 족탕으로 인한 온열작용이 인체의 심혈관계에 영향을 미치는 것으로 볼 수 있으며, 맥박의 증가는 혈류순환 속도와 양의 증가를 가져와 물리적인 운동을 하지 않았는데도 그와 동일한 양상으로 인체에 영향을 미쳤음을 알 수 있다.

5) 혈당의 변화를 분석한 결과 남자의 경우 혈당이 감소하는 추세였고, 여자의 경우는 혈당이 증가하였다. 족탕 전과 후에 대해 남자의 경우 -6.28mg/dl 감소 혈당이 감소하는 추세였고, 여자의 경우는 1.47mg/dl 만큼 증가하여, 남·여 전체는 -2.41mg/dl 감소하였다. 이는 식전과 식후에 대한 변량이 내포되어있기 때문에 보다 정밀한 분석이 필요하다고 사료되나, 일부 피검자를 제외하면 혈당이 감소하는 경향이 있음을 알 수 있다.

6) SpO2의 변화를 분석한 결과 남자의 경우는 모두 피부산소포화도가 족탕 시작부터 증가하여 10분까지는 1.70% 증가, 여자의 경우는 20분 경과 시 1.34% 증가하였다. 이는 족탕에 대한 인체반응이 남자가 여자보다 더 빠름을 의미한다. 피부산소포화도의 증가는 남·여 모두 증가하였으며, 족탕으로 인해 신진대사가 활발해져서 인체가 산소의 양을 더 필요로 하고 있음을 알 수 있다.

7) 체중 및 체지방의 변화를 분석한 결과 남·여별 족탕 전·후의 체중변화는 전체적으로 남·여 모두 -0.10kg 감소되었고, 이는 10일간의 족탕 효과가 100g

정도의 체중을 감소시키는 것으로 사료된다. 체지방 변화량은 전체적으로 -1.75% 감소하였음을 볼 수 있으며, 이는 족탕시의 활성화된 신진대사활동이 체중과 체지방의 감소를 초래하였음을 알 수 있다.

본 연구의 전체적인 결과를 “<표 16> 본 연구의 전체 피검자 데이터 결과의 평균값과 표준편차표”에 나타내었다.

본 연구의 결과를 살펴볼 때 족탕시의 온열효과가 인체에 미치는 효과가 있는 것으로 나타났으며, 회귀분석, 공분산, 상관관계 분석을 통해 온열수 자극이 체온, 혈류, 혈압, 맥박에 직접적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 이는 온열수의 온열작용이 신진대사의 변화를 초래함을 알 수 있으며, 혈당, SpO2, 체지방, 체중의 변화 데이터를 통해서도 이는 간접적으로 증명된다.

## 2. 고찰

족탕의 온열효과에 대한 기본적인 원리는 온열수에 의한 온열작용이 수분이 60~70%를 이루고 있는 인체 어떻게 작용하느냐에 있다. 통계처리 시 체지방, 체중, 혈당에 대해서는 회귀분석 및 상관관계등에 대한 통계 데이터 처리를 위해 매번 혈당을 채혈 할 수가 없었으나, 10일간의 결과만으로도 차후 족탕을 장기간 하게 되면, 감소하는 것으로 예상 할 수 있다. 족탕 전과 후의 결과를 비교하는 것만으로도 경향은 충분히 파악되었다고 본다.

체지방과 체중 및 혈당의 분석은 일일 데이터수가 많으면 10일간의 데이터 분석만으로도 이동평균분석법을 이용하여, 향후 인자의 증가 또는 감소 경향을 알 수 있으나, 본 연구에서 경향은 감소로 검증되었기에 사용하지 않았다.

혈당의 분석은 족탕 기간 중에 신진대사 활동의 증가

표 16. 본 연구의 전체 피검자 데이터 결과의 평균값과 표준편차  
Table 16. Mean and Standard Deviation of Data resulted from all Subjects of this Study.

항 목	전	5분	10분	15분	20분	후	족탕 전후 변화 ± 표준편차
이마체온(℃)	35.07±0.24	35.25±0.03	34.96±0.05	34.59±0.15	34.37±0.22	x	-0.69±0.01
다리체온(℃)	31.95±0.50	32.76 ±0.39	33.21±0.41	33.42±0.25	33.46±0.19	x	1.51±0.22
혈류최고(ml/min)	17.98±2.01	x	18.10±2.34	x	18.77±0.80	x	0.79± 0.86
혈류평균(ml/min)	7.37±1.49	x	7.71 ±1.70	x	8.55±0.78	x	1.18± 0.50
최고혈압(mmHg)	124.87±1.52	x	122.85±6.29	x	123.38±5.49	x	-1.49± 2.81
최저혈압(mmHg)	74.25±0.33	x	73.31±0.50	x	74.19±0.51	x	-0.06± 0.13
심박수(bpm)	80.70±1.56	83.46±0.81	84.05±0.13	85.87±0.55	87.67±0.54	x	6.97± 0.72
혈당(mg/dl)	96.61±3.83	x	x	x	x	94.21±1.64	-2.41± 1.55
산소포화도(%)	92.35±0.55	93.31±0.72	93.06±0.85	93.1±0.98	93.69±0.16	x	1.34± 0.28
체지방(%)	25.94±9.39	x	x	x	x	24.19±9.18	-1.75± 0.15
체중(kg)	66.98±1.61	x	x	x	x	6.88±1.55	-0.10± 0.04



로 인한 체력증가와 함께 식욕이 더 왕성해지는 경향의 피검자도 있었기에 족탕실험 전에 피검자군의 식사시간에 대한 통제가 필요했다고 사료되며, 본 연구의 결과로도 경향은 충분히 파악되었다고 사료된다.

본 연구와 같은 온열수를 이용한 수치료의 연구는 향후에도 더 깊은 연구가 되어야 한다고 사료되며, 더 정밀한 분석적 기법도 필요하다. 일례로 족탕의 효과에 대한 보다 더 정밀한 분석을 위해 더 많은 생리적 인자의 적용을 생각해 볼 수 있다.

본 연구와 관련된 문헌조사에 의해 임상적 가치와 의의가 있는 자료들을 고찰하여 보았다. 온열효과시의 온도는 본 연구와 비교시 동일하나, 기존의 선행연구는 초음파, 고주파, 마이크로파를 사용하여 인체의 국부에 적용하는 국소온열효과를 이용하고 있으며, 본 연구는 족탕시의 온열수 효과라는 점에서 기존의 선행 연구와 다르다. 기존의 온열치료에 관한 문헌에서 종양 및 암에 대한 온열치료시 정상세포 및 종양세포에서 열효과가 기대되는 최적온도는 42~43°C로서 이미 체외 및 체내 실험에서 입증되어 상기온도 범위가 각종 동물 및 임상실험에 이용되어 왔다<sup>[12]</sup>. 종양 및 암과 관련된 온열요법은 조직에 40~43°C의 열을 가함으로써 방사선 치료 및 화학요법과 병행하여 치료를 증대 시키고 있음을 알 수 있으며, 온열요법을 방사선 조사와 병행한 경우에 온열이 방사선 효과를 증가시킨다는 많은 보고가 있다(14). 또 다른 문헌으로는 방사선 치료분야에서 온열치료와 방사선치료를 병행함으로써 방사선 단독 치료시보다 국소병변의 치유면에서 거의 2배에 가까운 치료 효과가 있는 것으로 밝혀졌다. 이러한 사실을 분석한 결과 일부 저자들은 온열치료시의 예후인자로서 종양의 크기, 병리 조직소견, 병행한 방사선량 및 온열치료시의 온도와 시간등을 강조하고 있고 이중 온열치료 시행에서 가장 강조되는 것은 치료하고자 하는 조직부위의 균일한 온도분포 및 정확한 온도측정이라고 주장했다. Dewey등에 의하면 42.5°C를 경계로하여 그 이하의 온도에서는 온열치료효과가 급격히 감소하며, 41°C이하에서는 치료효과가 없는 것을 밝힌바 있어서, 효과적인 온열치료를 위해서는 종양내의 모든 부위의 온도가 42.5°C이상으로 되어야 함을 주장하고 있으며, 온열치료시 정상조직의 혈류량은 증가하는 반면 종양에서의 혈류량은 감소한다고 하였다<sup>[15]</sup>.

성인병에 대한 온열치료문헌으로는 운동에 대해 노인들을 실험한 경우에 있어서 노인들의 운동부족이 체지방을 높임으로서 운동에 참여한 집단보다 성인병 발

병률과 사망률이 높아짐을 예상 할 수 있다. 남자의 경우는 심장기능, 체지방, 심폐기능, 동맥경화의 요인 순으로 사망사례가 많으며, 여성의 경우는 체지방, 심폐기능, 동맥경화, 심장기능 순으로 사망 사례가 많다.

이는 노화에 의한 혈관의 탄력성 감소로 인해 혈압이 증가되고, 체중증가에 의해 심장에도 큰 부담이 된다. 노인들의 신체적 비활동도 심장 및 혈압, 신체조성에 나쁜 영향을 미치는 것을 알 수 있다<sup>[16]</sup>. 상기문헌을 고려해볼때 족탕을 하게되면 온열수에 의한 온열효과가 인체로 미치게 되어, 효과적으로 혈관의 탄성을 높여서 심혈관계 질환을 예방해 줄 수 있을 것으로 사료되며, 젊은 성인층외에도 운동량이 부족한 노령층에 더 큰 효과가 있을 것으로 예상 할 수 있다.

혈압의 경우에 있어서 고혈압을 예방하는 요인으로 비만과 스트레스를 들수 있으며, 비만과 스트레스는 혈압을 높이는 주된 요인이다. 추위는 혈압을 상승시키는 요인이 되므로 고혈압증 환자는 추위에 대한 대책이 필요하다. 이에 대한 실험으로는 한냉승압시험이 있다. 이 실험은 섭씨 4°C의 물에 손이나 발을 1분동안 담겨 놓고, 그 전후의 혈압이 어느 정도 높아지는가를 조사하는 방법이다. 이 경우 정상혈압의 사람은 혈압이 별로 높아지지 않는데, 고혈압인 사람의 경우는 1분 동안에 현저하게 혈압이 높아져 150~160 으로부터 200이상으로 올라가는 경우도 있다. 상기 문헌은 고혈압인 사람이 세수할 때는 차가운 물은 혈압을 높이므로 온수를 사용하는 것이 좋다는 사실까지 말하고 있다<sup>[17]</sup>. 이로 미루어 보아, 족탕의 온열수효과는 한냉환경과 심한 운동조차 피해야 하는 고혈압 환자에게 무리가 없는 운동치료가 되고, 혈압을 안정혈압으로 유지시켜 줄 수 있다고 사료된다<sup>[17]</sup>. 그리고, 족탕시 혈압의 감소는 본 연구의 실험에서도 검증되었으며, 본 연구가 정상군에 대한 실험인 만큼 고혈압과 저혈압이 있는 환자군에 대한 객관적 연구가 필요하다고 사료된다.

## 참 고 문 헌

- [1] 원동규외 2인, 2003 가치 평가 보고서, 자기온열치료, 한국과학기술 정보원
- [2] 요점과 그림으로 보는 수치료(summary and illustrated hydrotherapy), 도서출판, 대학서림
- [3] 정만영, 수치료학, 유한문화사
- [4] 김상수외 5인, 마사지의 이론과 실제, 학문사
- [5] 민경옥, 온열 및 수치료, 대학서림
- [6] 사가에 도루, 족탕건강법, 아침나라, 1999.

- [7] 이시하라유우미, 혈액을 맑게하는 건강혁명, 양문, 2003.
- [8] 신도요시하루, 만병을 고치는 냉기제거 건강법, 김영사, 2003.
- [9] 남산스님, 남산스님의 수족온욕법, 하남출판사, 2003.
- [10] 이시하라유우미, 냉기를 제거하는 건강 혁명, 양문, 2003.
- [11] 김종훈외 1인, 극초단파를 이용한 온열치료시 혈류가 온도분포에 미치는 영향, 대한암학회, 대한암학회지, 1992.
- [12] 고경환외 2외, 915MHz 극초단파 및 초음파를 이용한 온열치료와 방사선치료에 의한 각종암의 치료성적, 대한암학회, 대한암학회지, 1990.
- [13] 김종훈, 극초단파를 이용한 온열치료시 혈류가 온도분포에 미치는 영향에 관한 실험적 연구, 서울대학교 대학원 학위논문, 1990.
- [14] 이영식외 2인, 방사선조사와 마이크로파 온열요법이 기니아피그 심근에 미치는 영향에 관한 실험적 연구, 이화여자대학교 의과대학 방사선 과학교실, 이화의대지, 제 14권 제 1호, 1991.
- [15] 김종훈외 1명, 극초단파를 이용한 온열치료시 혈류가 온도분포에 미치는 영향, 서울대학교 의과대학 치료방사선과학교실, 대한암학회지 제 24권, 제 6호
- [16] 김남익, 고령자들의 심혈관계 질환 위험 요소와 운동 참여 여부가 심혈관계 위험 요인, 건강도, 운동능력, 성인병 발병률 및 사망률에 미치는 영향, 한국운동과학회, 운동과학, 2004.
- [17] 고혈압, 대한산업보건협회 학회자료, 1987.
- [18] 비만, 대한산업보건협회 학회자료, 1987.
- [19] 이기열외 3인, 비만자의 체지방량 및 분포에 관한 기초연구(성인병의 발생 위험 요인과 관련하여), 한국영양학회, 한국영양학회지, 1991.
- [20] 김민수외 4인, 성인병검사 결과에 의한 질환군과 건강군에 관한 비교 연구, 대한가정의학회, 가정의학회지, 1991.
- [21] 비만자의 체지방량 및 분포에 관한 기초 연구, 일반건강진단기관협의회, 기획연재2, 성인병관리, 대한산업보건협회, 통권 제1호, 1988.
- [22] 성인병의 진료관과 임상치료, 이경섭, 대한한방성인병학회, 한방성인병학회지, 1999 23. 안창범외 11인, 성인병에 대한 한방치료법(증치의학과 사상의학)에 관한 연구, 2002.
- [24] 박동일외 9인, 성인병에 대한 한방치료법(증치의학과 사상의학)에 관한 연구 -고혈압에 대한 한방치료법(증치의학과 사상의학)에 관한 연구, 동의대학교 한의학연구소, 1999.
- [25] 김용훈외 7인, 성인병 검진을 위해 내원한 60세 이상 노인에게서 연령증가에 따른 질환의 분포, 대한내과학회, 대한내과학회지, 1999.
- [26] 김남익외 1인, 정상인과 성인병 집단에서 동맥경화 지수가 관상동맥 위험 인자 및 유산소성 운동 능력에 미치는 영향, 한국체육학회, 국제스포츠과학 학술대회 PROCEEDINGS2, 1998.
- [27] 전태원, 성인병 예방을 위한 운동의 역할, 한국생활환경학회, 21세기의 생활환경 강연회, 1998.
- [28] 정한중외 3인, 정상인 및 성인병 집단에서 유산소성 운동능력이 혈중 지질에 미치는 영향, 대한스포츠의학회, 대한스포츠의학회지, 1997.
- [29] 황수관외 3인, 유산소성 운동이 성인병 환자의 혈청 지질 및 심폐기능에 미치는 영향, 한국운동과학회, Vol.5 No.1, 1996.
- [30] 김숙영, 성인병 환자들의 건강과 관련된 자기조절에 대한 현상학적 연구, 대한간호학회, 대한간호학회지, 1995.
- [31] 김선미, 수욕법(Hydrotherapy)의 인체에 미치는 영향과 피부미용학적 적용, 한국미용학회지, Vol.4 No.1, 1998.
- [32] Darryl J. Cochranem, "Alternating hot and cold water immersion for athlete recovery", Physical Therapy in Sport, Volume 5, Issue 1, February 2004, Pages 26~32.
- [33] Andreas Michalsen, Rainer Ludtke, Malte Buhning, Gunther Spahn, Jost Langhorst and Gustav J. Dobos, "Thermal hydrotherapy improves quality of life and failure", American Heart Journal, Volume 146, Issue 4, October 2003, Pages 728~733.
- [34] Asa Cider, Maria Schaufelberger, Katharina Stibrant Sunnerhagen and Bert Anderson, "Hydrotherapy-a new approach to improve function in the older patient with chronic heart failure", European Journal of Heart Failure, Volume 5, Issue 4, August 2003, Pages 527~535.

---

저 자 소 개

---

이 우 철(정회원)

제 37 권 TE 편 제 2 호 참조

현재 서울보건대학 의료공학과 조교수  
의료기개발 연구소장

사공 석 진(정회원)

제 32 권 B 편 제 11 호 참조

현재 국민대학교 전자공학부 교수  
전력전자 연구센터장

민 경 기(정회원)

성균관대학원 박사과정

현재 서울보건대학 의료공학과 겸임교수