

## 대사질환자의 모려 온열요법이 대사질환 관련 변인과 면역 및 호흡건강 관련 변인에 미치는 영향

신재숙<sup>1</sup> · 김충곤<sup>2</sup> · 박장준<sup>3</sup> · 배원식<sup>4</sup> · 최희정<sup>5</sup> · 김원경<sup>6</sup> · 손원준<sup>7</sup> · 김준혁<sup>7</sup> · 이화경<sup>8</sup> · 김현준<sup>9\*</sup>

<sup>1</sup>경남대학교 기초과학연구소 교수, <sup>2</sup>한국해양과학기술원 해양생태연구센터 책임연구원, <sup>3</sup>경남대학교 체육교육과 강사, <sup>4</sup>경남정보대학교 물리치료과 교수, <sup>5</sup>차의과학대학교 대학원 교수, <sup>6</sup>경남대학교 대학원 박사과정생, <sup>7</sup>경남대학교 대학원 석사과정생, <sup>8</sup>연세의료원 세브란스 재활병원 재활1팀 물리치료사, <sup>9\*</sup>한국치유협회 협회장

### Effect of Oyster Shell Thermal Therapy on Metabolic Disease Risk Factors, Respiratory Health and Immune-Related Variables in Patients with Metabolic Diseases

Jae-Suk Shin, Ph.D.<sup>1</sup> · Choong-Gon Kim, Ph.D.<sup>2</sup> · Jang-Jun Park, Ph.D.<sup>3</sup> · Won-Sik Bae, Ph.D.<sup>4</sup> · Hee-Jung Choi, Ph.D.<sup>5</sup> · Won-Gyeong Kim, MS<sup>6</sup> · Won-Jun Son<sup>7</sup> · Jun-Hyeok Kim<sup>7</sup> · Hwa-Gyeong Lee, MS<sup>8</sup> · Hyun-Jun Kim, Ph.D.<sup>9\*</sup>

<sup>1</sup>*Dept. of Basic Science Research Institute, Kyungnam University, Professor*

<sup>2</sup>*Marine Ecosystem Research Center, Korea Institute of Ocean Science and Technology, Principal Research Scientist*

<sup>3</sup>*Dept. of Physical Education, Kyungnam University, Lecturer*

<sup>4</sup>*Dept. of Physical Therapy, Kyungnam College of Information & Technology, Professor*

<sup>5</sup>*Dept. of Integrative Medicine, Public Health, CHA University, Professor*

<sup>6</sup>*Dept. of Physical Education, Kyungnam University, Ph.D-Student*

<sup>7</sup>*Dept. of Physical Education, Kyungnam University, MS-Student*

<sup>8</sup>*Dept. of Rehabilitation 1 team, Severance Rehabilitation Hospital, Yonsei University Health System, Physical Therapist*

<sup>9\*</sup>*Korea Therapy Association, President*

#### Abstract

**Purpose** : In this study, using Oyster Shell Thermal Therapy for metabolic diseases, we analyzed the effect of immune and inflammation-related variables and respiratory health-related variables of test subjects to verify the effect of improving respiratory health.

**Methods** : In this study, 26 patients with metabolic diseases were divided into an experimental group (N=13) and a control group (N=13). After Oyster Shell Thermal Therapy (four weeks/three times a week/1 hour per time), metabolic disease-related variables and immune and respiratory health-related variables were measured and compared between the two groups. The conclusion of this study is as follows:

**Results** : After the four-week Oyster Shell Thermal Therapy, in terms of changes in the metabolic disease-related variables, the control group exhibited a higher increase in TC and LDL-C levels than the experimental group. In the case of glucose, the experimental group showed a decrease after the experiment ( $p<.05$ ). After the four-week thermotherapy, a statistically significant interactive effect occurred in natural killer (NK) cells among the immune-related variables. According to the results of a post-experimental analysis, the control group showed a higher decrease in NK cells than the experimental group ( $p<.05$ ). After the 4-weeks thermotherapy, the experimental group showed a greater increase in maximum oxygen intake of the respiratory health-related

variables than the control group.

Conclusion : Based on a comprehensive review of the study results, the subjects who underwent the four-week Oyster Shell Thermal Therapy exhibited positive physical changes in metabolic disease-related variables as well as immune and respiratory health-related variables, which demonstrates the effectiveness of Oyster Shell Thermal Therapy on immune and respiratory health. Accordingly, it is recommended to conduct long-term Oyster Shell Thermal Therapy with various models in terms of the size and shape.

**Key Words** : metabolic disease risk factors, oyster shell thermal therapy, people with metabolic diseases, respiratory health and immune-related variables

\*교신저자 : 김현준, mb611@hanmail.net

※ 본 연구는 해양수산부 국가연구개발사업(연구개발과제번호 20220027)의 지원을 받아 수행됨.  
제출일 : 2022년 10월 16일 | 수정일 : 2022년 11월 11일 | 게재승인일 : 2022년 11월 18일

## I. 서론

대사란 체내에서 일어나는 화학 반응을 의미하며, 대사 과정 중 많은 부분은 호르몬, 간, 신장과 관련되어 체내 화학 조성 전반에 걸쳐 영향을 준다. 이 과정 중에 문제가 발생한 것을 대사질환이라고 한다.

대사질환에는 가장 많은 원인을 차지하는 당뇨병과 복부비만, 고혈압, 이상지혈증 등이 복합적으로 나타나는 현상인 대사증후군, 비만, 비알코올성 지방 간질환 등 다양한 질환들이 포함되어 있다. 대사질환은 우리나라뿐 아니라 전 세계적으로 그 유병률이 증가함으로 인하여 의학적 및 사회경제학적으로도 중요성이 커지는 질환군이다(Lim 등, 2011).

한편, 폐는 호흡을 통해 환경에 직접 노출되는 장기이므로 환경에 의해 크게 영향을 받고, 또한 여러 환경성 질환에 취약하다. 폐가 대기오염에 노출되는 것은 만성 기관지염, 폐 기능 손상, 면역기능 악화 등을 유발해 천식과 같은 폐 질환을 유발할 수 있다(Pope 등, 2004). 이러한 폐질환 중 위중한 만성폐쇄성폐질환은 전신적인 염증으로 뼈대근육 약화, 당뇨, 골다공증 등의 동반 위험성이 높다(Fabbri 등, 2008; Garcia-Rio 등, 2010)는 것에 문제의 심각성이 있다.

대사질환과 호흡기계 증상의 관련 선행연구(Kim 등, 2022a)를 살펴보면 제한성 폐 환기장애를 가진 총 1,563명의 분석 대상 중 고혈압 52 % (815명), 비만 45 % (679

명), 고콜레스테롤혈증 31 % (488명), 당뇨 24 % (361명) 순으로 높은 유병율을 보여주고 있다. 특히, 만성폐쇄성 폐질환은 전신적인 염증으로 뼈대근육 약화, 당뇨, 골다공증 등의 동반 위험증 등의 동반 위험성이 높다(Garcia-Rio 등, 2010)고 보고되고 있어 대사질환과 호흡기계 증상의 관련성이 높음을 시사하고 있다.

또한 현재 폐 기능이 감소될수록 향후 인슐린저항성과 당뇨병 등 대사질환의 발생위험(Engstrom 등, 2003)이 높아진다고 알려져 있다. 일부는 그 이유를 저강도 전신 염증 반응(low grade systemic inflammation)을 발생 원인(Ratsimandresy, 2009)으로 설명하고 있다.

여기서 염증 반응이란 선천면역(innate immunity)에 의한 방어기전으로 사이토카인(cytokine)이 핵심적인 역할을 담당한다. 사이토카인은 면역세포에서 생성되는 단백질 인자로서 면역반응의 제어 및 조절, 항암작용, 항바이러스 작용을 하는 물질을 말하며 종양괴사인자(tumor necrosis factor, TNF), 인터루킨-1(Interleukin-1, IL-1), 인터루킨-6 (Interleukin-6, IL-6), high mobility group B1(HMGB1) 등이 이에 속한다. 이러한 체내 면역반응은 매우 독성이 강하여 필요 시 생성되고 체내 위험이 사라지면 즉시 생성이 억제 되도록 매우 엄격하게 조절되어야 한다. 이러한 조절 작용이 깨져 염증 반응이 지속적으로 전신 염증 반응이 일어날 때 류마티스 관절염, 크론병, 염증성 장 질환, 동맥경화, 제2형 당뇨병, 알츠하이머 치매, 다발성 경화증, 우울증, 정신신체 장애 등의 질

병 발생과 관련되어 있음이 밝혀졌다.

한편, 해양치유란 해양치유자원을 이용하여 신체적, 정신적 건강을 증진시키기 위한 활동으로 청정 해풍, 해양기후, 해수, 해염, 해양생물 등이 호흡기능 개선, 염증 및 면역 향상에 효과적인 것으로 보고되고 있다(Institute for the Promotion of Marine and Fisheries Science, 2021).

이러한 해양치유 자원 중 굴 껍질을 건조한 분말인 모려(牡蠣)는, 주성분은 탄산칼슘이고, 다양한 무기염을 함유하고 있다. Kim 등(2001)과 Heo(2011)가 항궤양 효과와 식도 보호 효과를 보고하였고, Park 등(2008)은 모려로부터 conchiolin을 추출하여 항염증 효과를 보고하였다.

또한 인체의 생리적 작용을 개선시키고 항상성을 유지하기 위해 흔히 이용되는 온열요법은 주로 물리치료 분야에서 이용되고 있으며, 모세혈관, 대동맥, 대정맥 등이 확장되어 혈류량이 증가되고 내장 혈관은 반사적으로 수축되며 말초혈관의 저항이 감소하여 혈류속도 증가를 보고 하였으며(Lee, 2009) 또한 온열요법이 인체에 미치는 영향에 대하여 체온조절을 위해 발한작용이 증가되며, 환기량이 증가되는 등의 작용으로 심박수 증가를 보고하였다(Min, 1993)

온열요법 관련 대사질환, 면역 및 호흡건강 관련 개선 연구를 살펴보면 암 경험자를 대상으로 일라이트 온열매트와 일반온수 온열매트의 면역관련 인자를 비교한 연구에서 일라이트 온열매트가 면역개선에 효과가 있는 것(Kim 등, 2021)으로 나타나 유사연구인 모려 온열요법이 대사질환자의 염증 및 면역체계를 정상화하여 결과적으로 호흡건강 증진효과가 발생할 것으로 예상되나 모려 온열요법의 호흡건강 효능성 연구는 전무하다.

따라서 본 연구는 대사질환자를 대상으로 모려 온열

요법을 활용하여 1회 1시간, 주 3일, 4주 처치 후 대사질환자의 면역 및 염증 관련 변인과 호흡건강 관련 변인에 미치는 영향을 분석하고자 시도하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 해양치유센터 설립 예정지인 경남 G군 지역민 30명 중 전문 의료인이 건강기록지로 확인한 결과, 대사질환(Kim 등, 2022b)에 해당되지 않는 4명은 제외시키고 대사질환자 26명을 대상으로 실험 목적, 내용, 절차, 프로그램 진행절차, 채혈을 포함한 측정 절차에 대해 충분히 설명한 후 연구 참여에 동의한 사람들을 대상으로 선정하였다. 대상자를 실험군(EG, Experimental Group, 13명)과 대조군(CG, Control Group, 13명)으로 무작위 배정하여 실험에 참가하게 하였다. 대상자들의 신체적 특성은 Table 1과 같다. 본 연구는 경남대학교 연구윤리위원회의 승인(1040460-A-2022-018)을 받은 후 수행하였다.

대사질환(고혈압, 당뇨병, 이상 지질혈증, 복부비만)의 진단기준은 다음과 같다.

- 1) 혈압: 수축기 혈압 130 mmHg 이상, 이완기 혈압 85 mmHg 이상인 경우
- 2) 공복혈당: 100 mg/dL 이상
- 3) 중성지방: 150 mg/dL 이상
- 4) HDL 콜레스테롤: 남성 40 mg/dL 이하, 여성 50 mg/dL 이하
- 5) 허리둘레: 남성 90 cm 이상, 여성 85 cm 이상

Table 1. Physical characteristics of study subjects

Group	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)	Muscle Mass (kg)	% Body Fat (%)
EG (n=13)	75.77±8.44	155.87±9.01	54.26±10.44	20.24±3.83	35.55±5.29
CG (n=13)	76.20±4.98	139.85±36.61	57.38±6.49	19.44±1.72	38.10±9.32

Values are the means±SD, CG: control group, EG: experimental group

### 2. 실험설계 및 절차

본 실험의 설계 및 절차는 대상자 모집 후 대사질환, 호흡건강 및 면역관련 변인을 사전측정하고 모려 온열요법(4주/주 3회/1시간) 후 동일항목을 측정하여 측정의 시기(사전, 사후)별 집단별(실험군, 대조군) 차이를 비교하고자 설계되었다.

### 3. 측정항목 및 방법

#### 1) 신체조성 및 신체둘레

10시간 금식 후 프로그램 사전, 사후 2회 체성분 분석기(InBody H20B, InBody Co., Ltd., Korea)로 측정하였으며 해당 측정항목은 체중, 체지방률, 근육량, 내장지방이다. 신체둘레는 인체 측정용 줄자를 이용하여 엉덩이둘레와 허리둘레를 측정하였다. 엉덩이둘레는 선 자세에서 줄자는 두덩뼈 위를 지나 엉덩이의 가장 돌출한 부위를 측정하고 양 손을 가슴우리에 교차시켜 편안하게 서게 한 후 평상 시 호흡을 하도록 하고, 호흡을 다 내뿜은 후 갈비뼈의 최하단부 뼈(10번째)와 엉덩뼈능선(ilic crest) 사이의 가장 들어간 부분의 둘레를 측정하였다.

#### 2) 혈액분석

혈액 채취를 위하여 10시간 공복을 유지하도록 하여 그 다음날 오전 7~9시에 혈액을 채취하였고, 채취 시기는 프로그램 사전, 사후 2회에 걸쳐 각각 동일한 방법으로 좌식 자세에서 약 6 ml를 팔오금정맥(cubital vein)에서 채혈하였다(Back & Kim, 2019). 이때 항응고제(ethyl diamine tetra acetate: EDTA)로 처리한 전용 튜브에 담아 이송 후 분석은 임상센터에 의뢰하였다. 분석항목은 TC (total cholesterol), TG (triglyceride), HDL-C (high density lipoprotein cholesterol), LDL-C (low-density lipoprotein),

Lactic acid, Cortisol, HS-CRP (high-C-reactive protein), 혈액 호산구(eosinophil), IgE (immunoglobulin E) 농도, IL6 (interleukin 6), NK세포(natural killer cell), Insulin, Glucose 이다.

#### 3) 호흡건강 변인 측정

호흡건강 측정 변인은 혈압, 최대호기량, 노력성 호기율, 최대산소섭취량으로 프로그램 사전, 사후 2회 측정하였다.

혈압의 측정은 안정을 취한 후, 프로그램 자동혈압계(EASY X 800, Jawon Medical, Korea)를 이용하여 측정하였다.

최대호기량(peak expiratory flow, PEF)과 노력성호기율(forced expiratory volume in one second, FEV<sub>1</sub>)의 검사는 휴대용 전자식 자동 폐기능 측정계(Microlife(PF-200), Asia Medical, Korea)를 사용하여 측정하였다. 측정 시 대상자들은 좌식 자세에서 입에 연결된 마우스 피스를 통해 가장 많은 폐활량을 가장 빠르게 뿜어내도록 하였다. 동일한 숙련된 측정자에 의해 검사를 시행함으로써 숙련되지 못한 폐기능 검사 기술의 잠재적인 역효과를 감소시켰다(Shin 등, 2005). 매 측정 시기마다 3회 시도하도록 하여 PEF, FEV<sub>1</sub>가 가장 높게 나타난 수치를 결과로 선택하였다.

최대산소섭취량의 측정은 대상자들이 노인임을 고려하여 퀸스 스텝 검사(McArdle 등, 1972)를 변형하여 스텝 평 빈도: 88 bpm/분, 벤치 높이: 25 cm, 운동시간: 3분을 적용하였고 운동 직후 스마트밴드의 심박수를 측정 후 기록하여, 아래의 회귀식에 맞추어 최대산소섭취량을 추정하였다.

$$\begin{aligned} \text{최대산소섭취량(남자)} &= 111.33 - (0.42 \times \text{심박수}) \\ \text{최대산소섭취량(여자)} &= 65.81 - (0.1847 \times \text{심박수}) \end{aligned}$$

### 4. 모려 온열요법 프로그램

증탕기(KRS-8PD, Dongyang Medical Equipment Co.,

Ltd., Korea)에 찜질팩을 90℃로 2시간 이상 가열한 후 연구대상자들에게 얇은 옷을 착용 후 공통적으로 복부에 모려 찜질팩으로 찜질을 하고 동시에 각자의 통증 부위

에 모려 찜질팩을 올려놓고 찜질하는 방식으로 1시간 적용하였으며, 온열찜질은 온냉감지수(cool thermal sensation: CTS) 4-5 “약간 더운 정도 및 더운” 온냉감을

유지하도록 하였다. 온냉감은 실험자가 느끼는 온도로 “참을 수 없을 만큼 춥다”를 0으로 하고 “매우 덥다”를 7을 나타낸다(ASHRAE, 2017).



Fig 1. Moryeo hyperthermia program poultice area

본 실험에서 사용된 모려 온열요법은 모려 온열팩을 사용하여 피부온도를 높이는 온열요법으로 찜질팩 전문 제조회사인 엠디프라임에 모려 온열팩(폴리머겔(충전재) 50%: 모려분 50%)을 시제품으로 제작하여 사용하였다. 대조군 프로그램은 평소와 다른없는 일상생활을 하도록 하였다.

모려 온열팩(폴리머겔(충전재) 50%: 모려분 50%)과 일반팩(폴리머겔(충전재) 100%)의 피부온도 변화를 비

교한 사전실험 결과 피부온도에서 모려 온열팩의 피부온도 39℃ 이상의 열지속력이 우수함을 확인 후 모려 온열팩을 본 실험에 투입하였다. 열지속력을 비교하기 위한 실험방법은 모려 온열 팩을 동일인의 양쪽 넓다리 위에 올린 후 양쪽 넓다리 부위 동일한 지점에 5분 간격으로 1시간 동안 열화상카메라(CSIR10, Chosun Machinery Co., Ltd., Korea)를 이용하여 피부온도를 측정하였다(Lee 등, 2021).

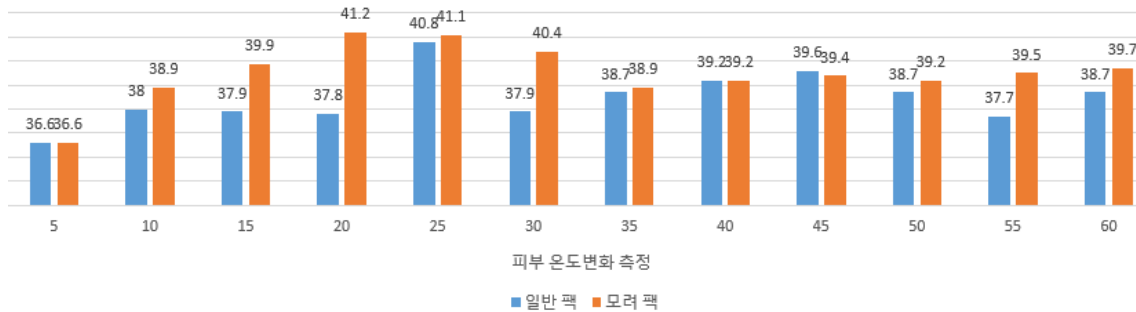


Fig 2. Measurement of changes in skin temperature between regular packs and moryeo packs

### 5. 자료 분석

연구의 통계처리는 SPSS-21.0 통계프로그램을 이용하여 각 변인의 기술통계(평균과 표준편차)를 구하였고, 모든 사전 측정값에 대하여 One sample Kolmogorov Smirnov Test를 실시하여 정규성 검증을 확인하였으며

Levene 등분산 F test를 실시하여 등분산성 검증을 확인하였다. 집단 간의 차이 검증은 two-way repeated ANOVA로 분석하였다. 가설 검증의 통계적 유의수준은 .05로 설정하였다.

## Ⅲ. 연구결과

1. 대사질환 관련 변인의 변화

본 연구에서 대사질환자의 모려 온열요법에 따른 대사질환 관련 변인의 분석 결과는 다음과 같다(Table 2). 대

사질환 관련 변인 중 TC, LDL-C, Glucose에서 유의한 상호작용효과가 발생하여 사후 분석한 결과 TC와 LDL-C의 경우 대조군이 사후에 실험군보다 증가하였고 Glucose의 경우 실험군이 사후에 감소하였다(p<.05).

Table 2. Changes in metabolic disease-related variable

Variable	Group	Pre	Post	Source	F	p
TC (mg/dl)	EG (n=13)	175.23±51.78	161.46±45.52	A	.284	.599
	CG (n=13)	165.08±33.68	188.58±38.92*	B	.671	.421
				A*B	9.840	.005##
HDL-C (mg/dl)	EG (n=13)	47.77±15.12	51.50±14.39	A	1.210	.283
	CG (n=13)	58.08±14.37	61.17±16.31	B	.733	.401
				A*B	1.210	.283
LDL-C (mg/dl)	EG (n=13)	100.54±49.50	86.42±39.89	A	.033	.857
	CG (n=13)	86.20±31.78	106.33±38.48*	B	.296	.592
				A*B	9.573	.005##
TG (mg/dl)	EG (n=13)	141.92±167.06	143.07±121.21	A	.467	.501
	CG (n=13)	103.92±61.63	120.33±61.67	B	.800	.381
				A*B	.603	.445
Glucose (mg/dl)	EG (n=13)	105.46±47.85	78.53±21.67*	A	1.235	.278
	CG (n=13)	103.00±32.40	111.08±38.33	B	3.079	.093
				A*B	10.630	.003##
Insulin (uU/mL)	EG (n=13)	8.48±6.24	5.39±2.93	A	1.085	.308
	CG (n=13)	8.03±5.14	9.64±6.79	B	.380	.543
				A*B	3.817	.063
Weight (kg)	EG (n=13)	54.26±10.44	54.62±10.14	A	.007	.736
	CG (n=13)	57.31±5.14	57.71±6.81	B	.117	.543
				A*B	.000	.984
% Body fat (%)	EG (n=13)	35.55±5.29	29.05±5.94	A	2.092	.462
	CG (n=13)	38.1±9.31	36.27±9.31	B	.164	.689
				A*B	.516	.480
Visceral fat (kg)	EG (n=13)	7.42±3.28	8.00±3.16	A	3.827	.063
	CG (n=13)	9.62±4.05	10.62±3.73	B	1.135	.298
				A*B	.079	.782

Values are the means±SD, EG; exercise group, CG; control group, A; time, B; group, A×B; time×group, \*, paired t-test, p<.05, #; two-way repeated measures ANOVA, ##; p<.01, ###: p<.001

2. 면역 및 염증 관련 변인의 변화

본 연구에서 대사질환자의 모려 온열요법에 따른 면역 및 염증 관련 변인의 분석 결과는 다음과 같다(Table 3).

면역 관련 변인 중 NK세포에서 유의한 상호작용효과가 발생하여 사후 분석한 결과 대조군이 사후에 실험군보다 감소하였다(p<.05).

Table 3. Changes in immune and inflammation-related variables

Variable	Group	Pre	Post	Source	F	p
NK cell (pg/mL)	EG (n=13)	971.29±735.21	1247.98±715.29	A	.008	.929
	CG (n=13)	1238.52±735.17	936.82±648.501*	B	.009	.926
Lactic acid (mg/dL)	EG (n=13)	11.51±3.98	12.01±3.37	A*B	4.651	.041#
	CG (n=13)	12.01±3.37	15.30±8.52	A	24.319	.000###
CRP (mg/L)	EG (n=13)	1.015±.89	.88±.19	B	3.701	.067
	CG (n=13)	.42±.19	.46±.29	A*B	2.324	.141
	EG (n=13)			A	2.312	.143
	CG (n=13)			B	.091	.766
				A*B	.356	.557

Values are the means±SD, EG; exercise group, CG; control group, A; time, B; group, A\*B; time×group, \*, paired t-test, p<.05, #; two-way repeated measures ANOVA, ##, p<.01, ###: p<.001

### 3. 호흡 건강 관련 변인의 변화

본 연구에서 대사질환자의 모려 온열요법에 따른 호흡 건강 관련 변인의 분석 결과는 다음과 같다(Table 4). 호

흡 건강 관련 변인 중 최대산소섭취량(Maximum oxygen intake)에서 유의한 상호작용효과가 발생하여 사후 분석한 결과 실험군이 사후에 증가하였다(p<.05).

Table 4. Changes in lung health-related variables

Variable	Group	Pre	Post	Source	F	p
diastolic blood pressure (mmHg)	EG (n=13)	78.30±7.34	81.07±9.87	A	1.809	.191
	CG (n=13)	83.00±6.59	83.07±8.34	B	.455	.507
systolic blood pressure (mmHg)	EG (n=13)	141.84±20.80	144.38±23.38	A*B	.508	.483
	CG (n=13)	131.92±14.96	139.23±15.27	A	1.482	.245
PEF (L)	EG (n=13)	271.53±89.96	310.15±105.94	B	1.431	.243
	CG (n=13)	277.69±65.74	286.30±77.55	A*B	.335	.567
FEV1 (L)	EG (n=13)	1.86±.49	1.99±.68	A	.097	.75
	CG (n=13)	1.70±.28	1.77±.30	B	1.662	.20
Maximum oxygen intake (ml/kg/min)	EG (n=13)	24.65±6.92	27.59±5.88*	A*B	.671	.421
	CG (n=13)	20.94±10.74	15.79±3.93	A	.073	.246
				B	.975	.334
				A*B	.073	.789
	EG (n=13)	24.65±6.92	27.59±5.88*	A	8.795	.008##
	CG (n=13)	20.94±10.74	15.79±3.93	B	.384	.542
				A*B	5.169	.034#

Values are the means±SD, EG; exercise group, CG; control group, A; time, B; group, A\*B; time×group, \*, paired t-test, p<.05, #; two-way repeated measures ANOVA, ##, p<.01, ###: p<.001

### IV. 고 찰

대사질환자를 대상으로 모려 온열요법을 활용하여 1 시간, 주 3일, 4주 처치 후 실험대상자의 대사와 면역 및 염증 관련 변인의 개선과 결과적으로 호흡건강 관련 변인에 긍정적 영향을 파악하고자 한 본 연구에서 대사질환 관련 변인(TC, LDL-C, Glucose), 면역 관련 변인(NK 세포), 호흡 건강 관련 변인(최대산소섭취량)에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 관련인자 분석을 통하여 보여주었다.

한편, 온열의 적용은 인체의 건강과 항상성의 유지를 위해 고대에서부터 이루어져 왔다. 온열요법 중 찜질팩은 사용이 간편하여 일반적으로 온열요법에 쉽게 활용되고 있으며 열 발생, 혈관의 확장과 염증의 감소, 지질대사와 당내성 기능의 긍정적 영향 등의 생리적 효과를 갖고 있다(Lee 등, 2021).

본 연구에서 대사질환 관련 변인 중 TC, LDL-C, Glucose에서 유의한 상호작용효과가 발생하여 사후 분석한 결과 TC와 LDL-C의 경우 대조군이 사후에 실험군보다 증가하였고 Glucose의 경우 실험군이 사후에 감소하였다( $p<.05$ ).

이러한 결과는 지질대사와 관련하여 온열 환경을 제공하는 것이 TC와 LDL-C가 감소한 결과(Noh 등, 2013)와 일치하는 것으로 혈당의 경우 대사관련 질환에 있어 대조군은 증가하였지만 같은 기간 실험군의 유의미한 감소와 인슐린의 경우 실험군에 있어 감소 경향을 보인 결과는 본 실험의 대상자들이 체지방을 35 % 이상의 비만자임을 고려할 때 비만으로 혈액에 유입된 유리지방산(free fatty acid, FFA)의 증가가 조직의 산화능력을 초과하여 지질대사체가 축적되고(Holland 등, 2007), 이는 유리지방산이 디아실글리세롤(diacylglycerol)을 증가시키고, 활성화된 단백질 인산화 효소 C(PKC)가 인슐린 신호 전달계 중간체인 인슐린수용체 기질-1(insulin receptor substrate-1)의 아미노산을 인산화시켜 신호전달을 저해시켜 결과적으로 당뇨병과 같은 관련된 대사질환의 발병에 중대한 영향을 끼친다고 한 선행연구(Savage 등, 2007)를 고려할 때 대사질환자들에게 긍정적인 결과로 생각된다.

이러한 긍정적 결과는 본 실험 이전 사전실험에서 측정된 결과에서 볼 수 있듯이 시판되고 있는 일반 찜질팩이 체온을 10분 이상 39 °C 이상으로 유지하기 어려운 반면 39 °C 이상을 45분 이상으로 유지시킬 수 있는 모려 찜질팩이 피부온도를 45분간 39 °C 이상으로 유지시키고 이는 결과적으로 체온상승으로 인해 신진대사가 증가되면서 미토콘드리아 생합성이 증가되고, 신진대사와 당내성 기능의 영향을 준 것(Lapice 등, 2012)으로 사료된다.

NK세포는 주로 비장, 간, 폐에서 발견되며 광범위한 종양세포, 비정상 세포, 바이러스 감염세포를 인식하여 파괴하는 자연 살해세포로서 면역기능에 중요한 역할을 한다(Caligiuri, 2008). 본 연구에서 대사질환자의 모려 온열요법 후 NK세포의 분석 결과는 모려 온열요법 후 상호작용효과가 발생하여 사후 분석한 결과 실험군은 증가하였고 대조군은 사후에 감소하였다( $p<.05$ ).

이러한 결과는 질병발생억제 및 치유에 관한 온열 적용의 효과로서 온열요법과 항암제 치료를 병행한 결과 뇌종양, 난소종양, 유방암 등 악성종양의 치료에 효과가 있었다고 보고한 결과(Engin, 1994)와 43 °C에서 신세포암 세포주에 2시간 및 4시간 동안 온열을 적용한 결과 NK세포 증가를 보고한 결과(Lee, 1997), 30분간의 온열 처치 후 폐경 여성의 체온의 유의미한 증가와 NK세포 수준도 유의하게 증가(Lee 등, 2021)를 보고한 결과와 일치하는 연구결과로서 본 연구에서는 종양세포에 대한 연구결과는 아니지만 온열의 인체적용이 면역활성에 영향을 미쳐 NK세포를 증가시킨 선행연구결과와 일치하는 결과이다.

이러한 긍정적 결과는 모려 찜질요법의 발열 요소로 인한 체온 상승이 발열 상태와 유사한 NK세포 활성화 및 분화 과정에 영향을 미쳤기 때문으로 판단되며 결론적으로 본 연구에서 적용한 모려 온열요법이 면역세포의 정량적 기능을 개선시키는 데 효과적이라는 사실을 증명하였다고 생각한다.

혈관 급성염증 인자인 CRP의 경우 심혈관계 질환과 깊은 연관이 있는 것으로 밝혀졌고(Ridker 등, 2000), 관상동맥 질환의 진전은 혈관 염증 진행과정이 시작되는 것이라고 보고하였다(Abramson & Vaccarino, 2002). 관상동맥 질환을 가진 환자에게 대사증후군의 발병율이 높



고 CRP도 증가된 결과를 보여(Milani & Lavie, 2003) 대사질환과 염증의 연관성을 설명한다고 할 수 있다.

본 연구에서 대사질환자의 모려 온열요법 후 CRP의 분석 결과는 모려 온열요법 후 대조군은 증가 경향 이었고 실험군은 감소 경향 이었다( $p > .05$ ).

이러한 결과는 피부 온도를 45분간 39 °C 이상으로 유지시킬 수 있는 모려 온열요법이 통증이 있는 부위에 열을 가함으로써 피부 온도 증가와 함께 피부 혈관을 확장시켜 국소적 혈류 순환량을 증가시키고(Kim 등, 2005) 또한 프로스타글란딘, 브라디키닌, 히스타민 등과 같은 염증성 대사산물을 신속히 제거함으로써 동통 완화와 치유(Kim, 2013)를 촉진시킨 결과 실험군의 CRP가 감소 경향을 초래했다고 생각하며 현재 폐 기능이 떨어져 있을수록 향후 인슐린저항성과 당뇨병 등 대사질환의 발생위험(Engstrom 등, 2003)이 높아진다고 알려져 있다. 일부는 그 이유를 저강도 전신 염증 반응(low grade systemic inflammation)을 발생원인(Ratsimandresy 등, 2009)으로 설명하고 있음을 고려할 때 염증지표인 대사질환자들의 CRP의 감소경향은 대사질환 및 호흡건강에 긍정적 결과를 가져올 수 있을 것으로 생각되며 추후 모려 온열요법의 크기와 모양에서 다양한 모델로 장기 모려 온열요법의 추가 실시를 제안한다.

또한 젖산의 결과를 보면 통계적 유의차는 발생하지 않았지만 모려 온열요법 후 실험군은 0.5 mg/dL 증가하였고 대조군은 3.29 mg/dL 증가하여 대조군의 젖산 생성이 많은 것을 볼 수 있다. 이는 온열요법이 실험군의 혈류량 증가와 체온상승으로 인해 신진대사가 증가되면서 유산소성 능력 증가(Min, 1993)를 보고한 선행연구결과에 미루어 볼 때 모려 온열요법이 대조군에 비해 전반적으로 유산소성 능력을 증가시켜 젖산 농도가 덜 증가한 것으로 사료되며 추후 실험기간을 증가 시킨다면 젖산 농도의 감소결과를 보일 것으로 생각된다.

호흡기능 검사 중 최대호기량(PEF)과 노력성호기율(FEV<sub>1</sub>)이 중요한 측정 지표로 사용되고 있으며(ATS, 1995), 호기 유속기(peak flow meter)를 이용한 PEF, FEV<sub>1</sub>의 측정은 장비가 저렴하고 휴대하기 편하며 복잡한 폐활량계 검사에 비해 측정이 쉬워 쉽게 검사가 가능하다(Koh 등, 1997).

본 연구에서 모려 온열요법 후 PEF, FEV<sub>1</sub>가 대조군에

비해 실험군이 증가 경향이나 통계적 유의차가 발생하지 않은 결과는 노인 대상의 온열요법과 운동요법의 복합프로그램 실시 후 PEF, FEV<sub>1</sub>의 증가를 보고(Kim 등, 2022c)한 연구결과와 상반되는 결과로 대상자가 고령자이고 호흡근의 발달과 같은 운동프로그램이 포함되지 않은 것이 원인으로 생각되며 추후 모려 온열요법과 운동프로그램의 복합해양치유 프로그램 실시를 제안한다.

유산소성 능력을 평가하는 지표인 최대산소섭취량은 최대운동을 수행하여 직접 측정하는 것이 가장 객관적이며 정확한 방법이다. 그러나 직접 측정법은 고가의 장비를 보유한 실험실에서 훈련된 요원이 수행하여야 하며, 대상자가 최대운동까지 수행해야 하는 등의 적극적인 협조와 이에 따른 위험성이 수반되는 제한점을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 대상자가 대상자들이 노인임을 고려하여 퀸스 스텝 검사(McArdle 등, 1972)를 변형하여 스텝핑 빈도: 88 bpm/분, 벤치높이: 25 cm, 운동 시간: 3분을 적용하였고 운동 직후 심박수를 측정하여 공식에 대입하는 방식으로 최대산소섭취량을 추정하였다.

본 연구에서 대사질환자의 모려 온열요법에 최대산소섭취량(maximum oxygen intake)에서 유의한 상호작용효과가 발생하여 사후 분석한 결과 실험군이 사후에 증가하였고 대조군은 감소하였다.

이러한 결과는 8주 온열치후 후 최대산소섭취량의 증가(Lee 등, 2021)를 보고한 결과와 일치하는 결과로 이러한 긍정적 결과는 모세혈관, 대동맥, 대정맥 등이 확장되어 혈류량이 증가되고 내장 혈관은 반사적으로 수축되며 말초혈관의 저항이 감소하여 혈류속도를 증가(Lee, 2009)를 보고한 것과 또한 온열요법이 인체에 미치는 영향에 대하여 체온조절을 위해 발한작용이 증가되며, 환기량이 증가되는 등의 작용으로 심박수가 증가(Min, 1993)한 결과가 최대산소섭취량을 증가시킨 것으로 사료된다.

이상의 결과를 종합해보면 대사질환자를 대상으로 피부온도를 45분간 39 °C 이상으로 유지시킬 수 있는 모려 온열요법을 실행한 결과 실험대상자의 혈당 등의 대사질환 관련 변인을 개선시켜 대사질환의 발생위험인 전신 염증 반응을 감소시키고 면역기능을 개선시켜 결과적으로 호흡건강에 긍정적 영향을 미칠 것으로 사료된다.

## V. 결론

본 연구는 해양치유센터 설립 예정지인 경남 G군에서 의료인이 건강기록지로 확인한 대사질환자 26명을 대상으로 실험군과 대조군을 나누었다. 모려 온열요법(4주/주3회/1시간) 후 두 군 사이의 대사질환 관련 변인과 면역 및 호흡건강 관련 변인을 측정하여 비교하였다. 그에 따른 결론은 다음과 같다.

- 1) 4주 모려 온열요법 후 대사질환 관련 변인의 변화에서 TC와 LDL-C의 경우 대조군이 사후에 실험군보다 증가하였고 Glucose의 경우 실험군이 사후에 감소하였다.
- 2) 4주 모려 온열요법 후 면역 관련 변인 중 NK세포에서 유의한 상호작용효과가 발생하여 사후 분석한 결과 대조군이 사후에 실험군보다 감소하였다
- 3) 4주 모려 온열요법 후 호흡 건강 관련 변인 중 최대 산소섭취량(Maximum oxygen intake)에서 실험군이 사후에 대조군보다 증가하였다.

연구 결과를 종합해보면 본 연구에서는 4주 모려 온열요법 후 대사질환 관련 변인과 면역 및 호흡건강 관련 변인에서 긍정적인 신체 변화를 보여 모려 온열요법의 대사질환과 면역 및 호흡건강에 효과성을 입증하였다고 할 수 있다.

또한 염증 및 면역과 관련이 깊은 대사질환 관련 변인 중 인슐린의 경우 통계적으로 매우 근소하게 유의차는 보이지 않았지만 실험군은 감소하는 경향을 보이고 대조군은 증가 경향을 보여 좀 더 장기적으로 실행하였을 때 분명한 효과가 나타날 것으로 사료되어 추후 모려 온열제품의 크기와 모양에서 다양한 모델로 장기 모려 온열요법의 추가실시를 제안한다.

## 참고문헌

Abramson JL, Vaccarino V(2002). Relationship between physical activity and inflammation among apparently healthy middle-aged and older US adults. *Arch Intern Med*, 162(11), 1286-1292. <https://doi.org/10.1001/archinte.162.11.1286>.

American Thoracic Society(1995). Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, 152(5 Pt 2), S77-121.

ASHRAE A(2017). Standard 55-Thermal environmental conditions for human occupancy. *Refrigeration and Air Conditioning Engineers (ASHRAE Standard 55-2017)*.

Baek SG, Kim HJ(2019). The effects of 8-weeks brain Yoga program on body composition, NK(natural killer) cell, CRP(C-reactive protein), in adult woman. *Kor J Sports Sci*, 28(4), 895-904.

Caligiuri MA(2008). Human natural killer cells. *Blood*, 112(3), 461-469. <https://doi.org/10.1182/blood-2007-09-077438>.

Engin K(1994). Cancers in multiple primary sites. *Int Surg*, 79(1), 33-37.

Engstrom G, Hedblad B, Nilsson PL, et al(2003). Lung function, insulin resistance and incidence of cardiovascular disease: a longitudinal cohort study. *J Intern Med*, 253(5), 574-581. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2796.2003.01138.x>.

Fabrizi LM, Luppi F, Beghé B, et al(2008). Complex chronic comorbidities of COPD. *Eur Respir J*, 31(1), 204-212. <https://doi.org/10.1183/09031936.00114307>.

Garcia-Rio F, Miravittles M, Soriano JB, et al(2010). Systemic inflammation in chronic obstructive pulmonary disease: a population-based study. *Respir Res*, 11(1), Printed Online. <https://doi.org/10.1186/1465-9921-11-63>.

Heo JI(2011). Protective effects of Yijin-tang-gamib-molyeo aqueous extracts on reflux esophagitis. Graduate school of Daegu Haany University, Republic of Korea, Doctoral dissertation.

Holland WL, Brozinick JT, Wang LP, et al(2007). Inhibition of ceramide synthesis ameliorates glucocorticoid-, saturated-fat-, and obesity-induced insulin resistance. *Cell Metab*, 5(3), 167-179. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2007.01.002>.

Institute for the Promotion of Marine and Fisheries

- Science(2021). Marine healing industry commercialization technology development project planning research report.
- Kim C(2013). Conservative treatment modalities for patients with temporomandibular joint (TMJ) disorders. *The Journal of the Korean Dental Association*, 51(2), 74-83.
- Kim HY, Yoon EJ, Kim OY, et al(2022a). Short-term effects of eating behavior modification on metabolic syndrome-related risks in overweight and obese Korean adults. *J Obes Metab Syndr*, 31(1), 70-80. <https://doi.org/10.7570/jomes21074>.
- Kim HJ, Kim SY, Park JJ, et al(2022b). The effect of the Goseong-gun Soomchi complex marine healing program on improving lung health. *J Korean Soc Integr Med*, 10(1), 109-118. <https://doi.org/10.15268/ksim.2022.10.1.109>.
- Kim HJ, Kang HK, Kim SH, et al(2021). Effects of illite thermotherapy on NK cells, serotonin, and BDNF in cancer survivors. *Nat Volatiles Essent Oils*, 8(5), 12438-12446.
- Kim J, Lee CH, Lee HY, et al(2022c). Association between comorbidities and preserved ratio impaired spirometry: Using the Korean National Health and Nutrition Examination Survey IV-VI. *Respiration*, 101(1), 25-33. <https://doi.org/10.1159/000517599>.
- Kim TJ, Lee YH, Choi WS, et al(2001). The effects of Shogunjungtang-ga-younggol· morea on gastric ulcer. *J Intern Korean Med*, 22(1), 13-20.
- Kim SB, Kim YJ, Kim C, et al(2005). The effect of heat therapy on cutaneous blood flow and skin temperature at pre-auricular region. *Journal of Oral Medicine and Pain*, 30(4), 401-410.
- Lapice E, Cipriano P, Patti L, et al(2012). Fasting apolipoprotein B48 is associated with asymptomatic peripheral arterial disease in type 2 diabetic subjects: A case-control study. *Atherosclerosis*, 223(2), 504-506. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2012.05.038>.
- Lee SB(2009). Effects of the heat therapy on changes of immune activities in human body. *J Korea Cont Assoc*, 9(1), 285-292. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2009.9.1.285>.
- Lee SJ, Lee JB, Kim TW(2021). The effect of increased core temperature on the inhibition of lymphopenia in obese menopause women. *Korea J Sports Sci*, 30(1), 823-830. <https://doi.org/10.35159/kjss.2021.2.30.1.823>.
- Lee SR(1997). Effect of hyperthermia on chemosensitivity of renal cell carcinoma cell lines in vitro. Graduate school of Inha University, Republic of Korea, Master's thesis.
- Lim S, Shin H, Song JH, et al(2011). Increasing prevalence of metabolic syndrome in Korea: the Korean National Health and Nutrition Examination Survey for 1998-2007. *Diabetes Care*, 34(6), 1323-1328.
- McArdle WD, Katch FI, Pechar GS, et al(1972). Reliability and interrelationships between maximal oxygen intake, physical work capacity and step-test scores in college women. *Med Sci Sports*, 4(4), 182-186.
- Milani RV, Lavie CJ(2003). Prevalence and profile of metabolic syndrome in patients following acute coronary events and effects of therapeutic lifestyle change with cardiac rehabilitation. *Am J Cardiol*, 92(1), 50-54. [https://doi.org/10.1016/s0002-9149\(03\)00464-8](https://doi.org/10.1016/s0002-9149(03)00464-8).
- Min KO(1993). Hyperthermia and hydrotherapy. Seoul, Daehakseorim, pp.36.
- Noh HI, Yoon DR, Yi SR, et al(2013). The effect of warm environment and Bujaijung-tang on immune and lipid metabolism in rats. *J Intern Korean Med*, 34(1), 59-70.
- Park SM, Zhao RJ, Lee JR, et al(2008). Inhibitory effect of oyster conchioloin on pro-inflammatory mediator in lipopolysaccharide; Activated raw 264.7 cells. *J Physiol Pathol Korean Med*, 22(4), 878-883.
- Pope 3rd CA, Burnett RT, Thurston GD, et al(2004). Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution: epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease. *Circulation*, 109(1), 71-77. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000108927.80044.7F>.
- Ratsimandresy RA, Rappaport J, Zagury JF(2009). Anti-cytokine therapeutics: history and update. *Curr*

- Pharm Des, 15(17), 1998-2025. <https://doi.org/10.2174/138161209788453130>.
- Ridker PM, Hennekens CH, Buring JE, et al(2000). C-reactive protein and other markers of inflammation in the prediction of cardiovascular disease in women. *N Engl J Med*, 342(12), 836-843. <https://doi.org/10.1056/NEJM200003233421202>.
- Savage DB, Petersen KF, Shulman GI(2007). Disordered lipid metabolism and the pathogenesis of insulin resistance. *Physiol Rev*, 87(2), 507-520. <https://doi.org/10.1152/physrev.00024.2006>.
- Shin SY, Ho YJ, Kim SJ, et al(2005). The relationship between FEV1 and PEFr in the classification of the severity in COPD patients. *Tuberc Respir Dis*, 58(5), 507-514. <https://doi.org/10.4046/trd.2005.58.5.507>.