

## 제주 고령 해녀의 체온과 심박수 일내 변동

박준희<sup>1</sup> · 차성원<sup>2</sup> · 신소라<sup>3</sup> · 김수정<sup>2</sup> · 이주영<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 생활과학연구소, <sup>2</sup>한국한의학연구원 미병연구단, <sup>3</sup>서울대학교 의류학과

### Daily Variation in Body Temperature and Heart Rate of Breath-holding Women Divers 'Haenyeo' in Jeju Island

Joonhee Park<sup>1</sup>, Seongwon Cha<sup>2</sup>, Sora Shin<sup>3</sup>, Sujung Kim<sup>2</sup> and Joo-Young Lee<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Research Institute of Human Ecology, Seoul National University, Seoul, Korea

<sup>2</sup>Mibyong Research Center, Korea Institute of Oriental Medicine, Daejeon, Korea

<sup>3</sup>College of Human Ecology, Seoul National University, Seoul, Korea

**Abstract :** This study investigated 24-hr body temperature and heart rate of women divers, haenyeo. Young and older non-diving females, who have no experience of swimming in cold sea water, were recruited as control groups. Three groups participated in a modified routine protocol: ten females in older haenyeo group, eight in young non-diving female group and eight in older non-diving female group. The fluctuation ranges of the core body temperature were about 1°C in all groups (Older haenyeo: 36.7~37.8°C, Young non-diving female: 36.7~37.6°C, and Older non-diving female: 36.8~37.9°C). There were no significant differences in core temperature among groups except for during exercise and the rest period the following morning ( $P<0.05$ ). No differences were in mean skin temperature among groups except for the rest period just after cold exposure and exercise ( $P<0.05$ ). Heart rates in older haenyeo were lower than those of the two groups for all time intervals ( $P<0.05$ ). Older haenyeos' lower heart rate during daily lives, as their unique trait, may reflect their lifelong practice of swimming under the sea.

**Key words :** Haenyeo, Body temperature, Heart rate, Ageing, Daily variation

## 1. 서 론

해녀란 몸에 아무런 장치 없이 즉, 산소공급 장치에 의존하지 않고 맨몸으로 잠수하여 소라, 성게, 전복, 미역, 우뚝가사리 등 해산물을 직업적으로 채취하는 여성을 말한다(Park, 2004). 2016년 12월, 제주 해녀 문화의 UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) 인류 무형 문화유산에의 등재(UNESCO, 2016)는 해녀 문화의 가치를 알리고 전승 및 보존하는 데에 견인차 역할을 할 것으로 기대된다. 해녀들이 바닷속에 들어가 해산물을 따는 일을 물질이라고 하며, 1회 잠수 시간은 평균 1분 30초이고

숙련된 해녀의 경우 최고 약 3분 동안 잠수한다(Kim, 1990). 해녀는 잠수 시간 및 깊이에 따라 상군(上軍), 중군(中軍), 하군(下軍)의 세 계급으로 구분된다. 상군은 2분 이상 숨을 참고 15m 깊이 이상 내려가며, 중군은 8~10m, 하군은 5~7m 깊이에서 작업을 한다. 상군 해녀는 기량이 뛰어나고 압초와 해산물에 대해서 가장 박식하다. 상군 중에서 덕망이 높고 기량이 특출한 해녀는 대상군(大上軍)이라 부른다(Park, 2016). 해녀는 전 세계적으로 그 우수성을 인정받고 있는 우리나라 고유의 독특한 문화이지만, 현재 제주 현직 해녀는 4,377명에 불과하며 이 중 60세 이상이 86%, 70세 이상이 54%로(Jeju Province, 2015), 심각한 고령화 상황에 직면해 있다.

환경생리학적 관점에서, 해녀는 대표적인 추위 적응 직업군 중 하나이다. 즉, 해녀들은 10~27°C의 바닷물

교신저자: 이주영 (우 08826) 서울 관악구 관악로 1 서울대학교 의류학과

전화번호 : +82-2-880-8746

E-mail : leex3140@snu.ac.kr

에 전신을 반복적으로 침지함으로써 추위를 견디는 능력이 향상된 집단이며(Ferretti & Costa, 2003; Hong, Rennie, & Park, 1987; Lee et al., 2016), 심지어 겨울에도 물질을 한다(Hong et al., 1987). 한국 해녀의 우수한 내한성에 대해서는 이미 다수 보고된 바 있다(Hong et al., 1987; Hong, Song, Kim, & Suh, 1967; Kang, Kim, Kang, Song, & Hong, 1965; Paik, Kang, Han, Rennie, & Hong, 1972). 그러나 이러한 해녀의 독보적인 추위 적응 능력이 1970년대 중반 이후 고무 옷을 착용하면서부터 사라졌다고 보고되었고(Park et al., 1983), 이후 해녀의 생리적 추위 적응 능력에 대한 실험 연구는 약 20여년 이상 정체되었다. 2000년대 들어 해녀의 근섬유 크기에 관한 연구(Bae et al., 2003) 등을 시작으로 해녀 문화에 대한 관심이 증가하면서, 해녀의 작업복 실태(Lee & Lee, 2014), 고령 해녀의 행동성 체온조절과 국소내한성(Lee et al., 2015), 잠수 시 서맥(徐脈, bradycardia) (Lee et al., 2016) 등에 관한 연구들이 보고되고 있다. 그러나 해녀의 24시간 체온 및 심박수를 검토한 연구는 희소한 실정이다.

일주기 리듬(circadian rhythm)이란 약 24시간의 주기성을 갖는 모든 생리현상을 의미하는데, 수면-각성 리듬이 대표적이며, 체온, 호르몬, 소화기, 내분비, 심혈관계, 에너지대사 등에도 일내 변동이 있다(Lee, Cho, & Kim, 2014; Kräuch & Wirz-Justice, 1994). 심부온 일내 변동은 산열과 방열의 복합적인 작용에 의해 결정되며, 심부온은 말초 피부의 혈관 확장이 일어나는 밤 동안에 감소한다(Lee et al., 2014). 즉, 심부온이 감소하는 시점에서 수면이 시작되며, 최저 온도에 도달하면 심부체온은 다시 증가하기 시작하여 낮 동안 최고점에 도달한다(Weinert, 2010). 심박수 또한 일내 변동을 가진다(Kim, Yoon, & Ha, 2014; Kräuch & Wirz-Justice, 1994; Lee et al., 2014). Kräuch와 Wirz-Justice (1994)에 따르면, 제한된 신체 활동과 수면 박탈, 최소한의 물과 음식물만 제공된 실험조건에서 심박수는 04시~05시에 최저값을, 11시~12시에 최고값을 나타내는 일내 변동을 보인다고 하였다. 이때 직장온의 경우 21시~22시에 최고값을, 5시~6시에 최저값을 나타내는 일내 변동을 나타내었고, 피부온 또한 일내 변동을 나타내며, 특히 손과 발 부위 피부온은 가장 큰 변동폭(0.93~1.00°C)을 나타낸다고 하였다. 이처럼 체온과 심박수는 일내 변동을 나타낸다.

고령 해녀는 반복된 물질 작업으로 인해 바닷속 환경에 적응되어 수중 노출 시 비해녀와는 다른 심혈관 반응을 보인다(Lee et al., 2016). 수중이 아닌 일상생

활 환경에서 측정된 동맥경직도(arterial stiffness) 결과에서도, 평생 물질에 종사한 일본의 고령 아마(あま, Japanese female divers)는 동년배의 일반 여성 대비 유의하게 낮은 값을 나타내어, 오랜 시간 물질을 해 온 고령 여성이 물질 경험이 없는 고령 여성에 비해 우수한 혈관탄성을 가지고 있음을 보여주었다(Tanaka, Tomoto, Kosake, & Sugawara, 2016). 또한, 상온 환경에서 10분간 측정된 고령 해녀의 심박수는 고령 비해녀와 20대 비해녀에 비해 각각 12bpm, 14bpm 낮은 것으로 보고된 바 있고, 이때 비해녀 그룹 간에는 연령에 따른 심박수 차이가 나타나지 않았다(Park, Kim, Kim, Cha, & Lee, 2017). 이러한 선행연구들은 오랜 물질 경험이 고령 해녀의 일상생활 중 심혈관계 및 심박수 반응에 영향을 미칠 가능성을 시사한다. 그러나 선행연구들은 쾌적한 환경에서 단시간 측정된 심혈관계 반응이므로, 일상생활 중 비교적 장시간 동안의 심박수 반응을 검토해볼 필요가 있다. 또한 체온의 일내 리듬은 노화 과정을 거치면서 변화양상을 보여(Weinert, 2010), 일반적으로 노화가 진행될수록 체온의 항상성을 유지하는 능력이 감퇴하는 등 생리반응에 영향을 미친다. 특히, 산열 능력이 감소하는데 이는 에너지 섭취량과 활동량이 모두 감소하기 때문이다(Florez-Dupuet & McDonald, 1998). 이에 체온 및 심박수의 일내 변동이 고령화의 영향을 받는지 또한 확인해 볼 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 고령 해녀의 체온 및 심박수 일내 변동을 동년배 및 20대 비해녀 그룹과 상호 비교함으로써 고령 해녀에게서 나타나는 체온 및 심박수 반응이 물질이라는 직업적 특수성에 따른 적응 반응인지 혹은 고령화의 영향인지를 확인하고자 한다. 20대 비해녀와 고령 해녀와의 비교는 오랜 물질 작업에 따른 체온조절반응의 효과를 상대적으로 가능해볼 수 있는 잣대가 될 수도 있을 것이다.

전술한 바와 같이, 고령 해녀의 체온 및 심박수의 일내 변동을 보고한 사례는 거의 없다. 일부 선행 연구들을 통해, 직업적으로 수십 년간 추위에 빈번하게 노출된 해녀들의 일상생활 중 체온 및 심박수가 비해녀 그룹과 차이가 있을 것으로 추정된다. 따라서 본 연구에서는 고령 해녀의 24시간 동안의 체온 및 심박수 일내 변동을 조사하고자 하였다. 본 연구결과는 직업적 추위 노출에 따른 해녀들의 생리적 체온조절 연구에 기초 자료로 활용될 것으로 기대된다. 이를 위해 본 연구에서는 고령 해녀, 20대 및 고령 비해녀를 대상으로 일상생활을 모의 재현하여 심부온, 피부온, 심박수를 24시간 동안 연속 측정하였다.

**Table 1.** Characteristics of Each Group

Group	Age (yr)	Height (m)	Weight (kg)	BSA (m <sup>2</sup> )	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Skinfolds thickness (mm)
Older haenyeo (N=10)	70.0±2.9 <sup>b</sup>	1.56±0.04 <sup>a</sup>	56.1±10.0	1.56±0.13 <sup>ab</sup>	23.0±3.7	44.7±14.6 <sup>a</sup>
Young non-diving female (N=8)	22.8±1.8 <sup>a</sup>	1.64±0.06 <sup>b</sup>	59.6±8.4	1.66±0.13 <sup>b</sup>	22.1±2.6	68.9±14.1 <sup>b</sup>
Older non-diving female (N=8)	73.9±4.9 <sup>b</sup>	1.52±0.04 <sup>a</sup>	52.2±8.1	1.48±0.12 <sup>a</sup>	22.6±3.2	48.6±13.0 <sup>a</sup>

All data were expressed as mean±SD. BSA(m<sup>2</sup>)=Body surface area; BMI=Body mass index; Skinfolds thickness(mm)=Sum of three skinfolds thickness at the triceps, subscapular, and thigh. Superscripts a or b represent significantly identical groups which were distinguished by Tukey's post hoc test (*P*<0.05)

## 2. 연구 방법

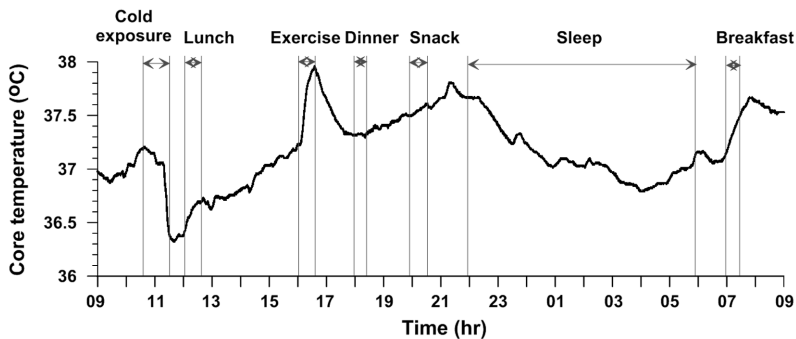
### 2.1. 피험자

고령 해녀 10명, 20대 비해녀 8명, 고령 비해녀 8명의 총 26명의 여성이 본 실험에 참여하였다(Table 1). 고령의 해녀 및 비해녀 그룹은 20대 비해녀 그룹에 비해 키와 체표면적이 유의하게 작았고, 체지방이 유의하게 적었다(*P*<0.05). 반면, 체중, 체중당 체표면적 및 BMI에서는 그룹 간 유의한 차이를 보이지 않았다. 평소 일일 수면시간의 경우, 고령 해녀는 평균 6.6±1.1시간, 20대 여성은 평균 6.3±1.3시간, 일반 고령 여성 평균 6.2±1.3시간으로, 그룹 간 차이는 없었다. 본 연구에 참여한 고령 해녀는 평균 17.7세(범위 14~25세)부터 물질을 시작하였고, 평균 물질 경력은 52±4년이였다. 고령 해녀 모두 1970년대 중반까지 착용된 면 작업복(물소중이)을 착용한 경험이 있으며, 중장년 시절에는 모두 상군 혹은 중군에 해당하였으나 고령화로 인해 70대인 현재는 중군(7명)과 하군(3명)에 속해 있었다. 고령 비해녀는 현재 모두 근로 활동을 하지 않고 있었고, 20대 비해녀는 모두 학생이었으며, 두 그룹 모두 해녀로서의 물질 경험이 전무하였다. 20대 비해녀

그룹의 경우, 월경 기간을 제외한 여포기에 실험에 참여하였다. 본 실험은 2015년 8월 말부터 10월 말까지 약 2개월 동안 수행되었다. 모든 피험자는 실험 참여 전에 실험에 대한 충분한 설명을 들었고, 자발적 서면 동의 후에 실험에 참여하였다. 본 실험 연구는 서울대학교 연구윤리위원회의 사전 승인을 받은 후 진행되었다(IRB No. 1508/002-010).

### 2.2. 실험 절차

본 연구의 목적은 체온과 심박수의 일내 변동을 관찰하는 것으로, 이를 위해 24시간의 일상생활을 모의 재현하고자 해녀의 일상생활 중 물질이나 운동과 같은 상황을 고려하여 추위 노출 및 운동을 실험 프로토콜에 포함시켰다(Figure 1). 실험 프로토콜은, 과체중 및 저체중의 피험자를 대상으로 20시간의 심부온 리듬을 관찰한 선행 연구(Hoffmann et al., 2012)를 참고하여 결정하였다. 피험자들은 실험 하루 전날 혹은 당일 오전 7시까지 실험실에 도착하여 실험 시작 전까지 충분히 안정을 취할 수 있도록 하였다. 안정 시간 동안 캘리퍼(PAT No.3008239, Beta Technology Incorp., USA)를 이용하여 상완, 견갑, 대퇴 부위에서 피하지방 두께



**Figure 1.** Experimental protocol during 24 hours with an example of core body temperature from older non-diving female group (Subject #21) while engaging in the activities of the study.

를 측정하였다. 이후 심부온, 피부온, 심박수를 측정할 수 있는 센서를 복용 혹은 부착하였다. 피험자들은 데이터 기록 시작 직후 휴식 시간을 가졌으며 이후, 오전 추위 노출, 점심식사, 오후 휴식 및 운동, 저녁식사, 휴식, 간식, 수면, 기상, 아침식사, 익일 오전 휴식의 정해진 일과를 따랐다(Figure 1). 피험자들은 추위 노출 및 운동을 제외한 시간에는 쾌적한 실내 환경(기온  $27\pm 1^\circ\text{C}$ , 습도  $44\pm 8\%\text{RH}$ )에서 TV를 시청하거나 휴식을 취하였다. 본 환경 조건은 여름철 실내온도를 재현하고자 한 것이다. 추위 노출은 하루 중 오전 시간(10:30~12:00)에 기온  $12^\circ\text{C}$ , 습도  $45\%\text{RH}$ 의 환경에서 60분간 앉은 자세를 유지하는 방법으로 진행되었다. 저온 환경 조건은, 실험 의복의 보온력 수준과 고령 피험자들의 나이를 고려하여 추위 노출 동안 추위를 느끼면서 동시에 과도한 혈압 상승으로 인한 위험한 상황을 초래하지 않을 정도의 수준으로 설정되었다. 운동은 상온 환경(기온  $26\pm 2^\circ\text{C}$ , 습도  $50\pm 10\%\text{RH}$ )에서 오후 16시~18시경에 30분간 트레드밀 위에서 걷기 운동을 하는 것으로 진행되었다. 트레드밀 운동 경험이 전무한 일부 고령 피험자들의 안전을 고려하여 모든 피험자들의 걷기 속도는  $4\text{ km/hr}$ 로 유지하였다. 운동 전과 후에 체중을 측정하였다.

데이터 기록은 오전 9시부터 익일 9시까지 24시간 동안 진행되었다. 24시간 동안 모든 피험자는 실험 의복으로 반소매 티셔츠(면 100%), 반바지(면 100%), 브래지어, 팬티를 동일하게 착용하였다(추정 총 보온력:  $0.22\text{ clo}$ ). 추위 노출 및 운동 시를 제외하고는 실험 의복 착용 시 덮지도 춥지도 않은 상태를 유지하였다. 추위 노출 시에는 슬리퍼를 추가 착용하였고, 운동 시에는 양말과 운동화를 추가 착용하였다.

24시간의 실험 동안 다른 식단으로 구성된 3회의 식사(점심, 저녁, 익일 아침식사, 매끼 식사 후 커피 1잔 포함), 1회의 간식(오후 8시)이 피험자에게 제공되었다. 식수는 추위 노출 시 및 운동 시를 제외한 모든 시간대에 원하는 만큼 음용할 수 있도록 하였다. 모든 피험자는 동일한 식단과 간식을 제공받았고, 제공된 식사, 간식, 물 이외에는 어떤 음식물도 섭취하지 않았다. 화장실 이용은 자유롭게 허용되었다.

### 2.3. 측정항목

24시간 동안 심부온, 피부온, 심박수를 연속 측정하였다. 해녀들은 무선 측정 방식의 알약형 센서를 경구 복용하는 방법으로(Cortemp TM, HQ Inc., USA / Equivital Eq-02, Hidalgo Ltd.,UK), 20대 여성 및 일반

고령 여성들은 직장은 전용 센서를 항문에 삽입하는 방법(LT 8A, Gram Ltd., Japan)으로 심부온을 측정하였다. 당초 모든 피험자에게 동일한 직장은 센서를 사용하고자 하였으나, 예비 실험에서 일부 고령 해녀들이 직장은 센서 삽입에 대한 불쾌감과 불편함을 호소하여 알약형 센서 이용법이 채택되었다. 알약형 센서의 경우 심부온을 안정적으로 감지, 디스플레이 하는 데까지 걸리는 시간을 고려하여 복용 후 최소 2시간 이상 경과 후에 실험을 시작할 수 있도록 하였다. 알약형 센서를 이용한 장내 심부 온도는 10초 혹은 15초 간격으로 측정하였다. 직장은 측정 시에는 1회용 튜브를 끼운 직장은 센서를 직장 내에 약 16cm 삽입하여 5초 간격으로 측정하였다. 용변 등을 이유로 실험 참가자들이 직장은 센서를 일시적으로 제거해야 할 상황이 발생한 경우에는 일시 제거 후, 일회용 커버를 씌운 직장은 센서를 다시 제공, 삽입하여 가급적 누락 데이터를 줄일 수 있도록 하였다. 심부온을 측정하는 알약형 센서 이용법과 직장은 센서 이용법을 비교한 예비 실험(피험자 2명) 결과, 두 측정 장비간의 측정값 차이는  $0.08\pm 0.09^\circ\text{C}$  이내로 무시할 만한 수준이었고, 두 측정치 간에 상관성이 확인되었다( $r=0.661$ ). 또한 선행 연구(Towey et al., 2017)에서도 알약형 센서 이용법과 직장은 측정법 사이에 유의한 차이가 없음을 보고된 바 있다.

피부온은 휴대용 써미스터(LT 8A, Gram Ltd., Japan)를 이용하여 일곱 부위(이마, 배, 전완, 손등, 대퇴, 종아리, 발등)에서 5초 간격으로 측정하였다. 평균 피부온( $\bar{T}_{sk}$ )은 Hardy & DuBois의 7점법 식(Hardy & DuBois, 1938)을 이용하였고, 평균체온( $\bar{T}_b$ )은 심부온( $T_{co}$ )과 평균피부온을 약 2:1로 안분비율한 식( $\bar{T}_b=0.67\times T_{co}+0.33\times \bar{T}_{sk}$ )을 이용하여 계산하였다. 심박수는 심박수 측정기(RS 400, Polar Electro Inc., Finland)를 이용하여 5초 간격으로 측정하였다. 운동 중에는 Borg의 자각적 운동 강도 척도(RPE, Ratings of Perceived Exertion; 6: no exertion at all ~ 20: maximal exertion)를 이용하여 실험 참여자의 주관적 힘들기 정도를 5분 간격으로 측정함으로써 고령 피험자의 안전을 고려하였다. 총발한량 추정을 위해 정밀 체중계(F150S, Sartorius, Germany)를 이용하여 운동 전과 후에 체중을 측정하였다.

### 2.4. 데이터 분석

모든 데이터는 평균과 표준편차(Mean $\pm$ SD)로 나타내었다. 통계 분석은 IBM SPSS Statistics 21 통계 패

키지를 이용하였다. 주파수를 이용하여 온도를 측정하는 알약형 센서 데이터의 경우, 부정확한 신호에 따른 이상치는 데이터에서 제외하였고, 기술적 문제로 인한 일부 누락 데이터는 전, 후 값을 고려하여 추정하였다. 알약형 센서로 심부온을 측정한 데이터의 경우, 직장 온 데이터와 비교하기 위해서 5초 간격으로 데이터를 조정하였고, 이때 중간값은 위, 아래값의 평균값으로 대체하였다. 두 측정방법을 통해 얻은 원 측정값 및 변화도를 이용하여 분석하였다. 측정항목의 변화도는, 첫날 오전 09:30~10:00 측정값을 기본값으로 이용하여 계산하였다. 수면 시간을 포함하여 추위 노출, 운동 및 식사 개시 시간 등 모든 피험자의 실험시간을 똑같이 맞추는 것이 불가능하였다. 이에, 24시간의 전체 데이터를 활용, 분석하는 것보다 특정 활동 시기별로 구분하여 비교하는 것이 타당하다고 판단되어, 모든 피험자의 추위 노출, 운동, 휴식, 수면 시간 등을 개인별로 추출하여 각각의 평균값을 그룹별로 비교하였다: 추위 노출(1시간, 오전), 오후 휴식(12:30~13:30, 점심 식사 후), 운동(30분, 오후), 저녁 휴식(21:00~21:30, 저녁 식사 및 간식 후), 수면(4시간), 익일 오전 식전 휴식(06:30~07:00, 아침 식사 전), 익일 오전 종료 직전 휴식(08:30~09:00), 24시간 노출 전 시간(24시간). 수면 시 측정값은 수면 시간이 확실하다고 판단되는 가장 한 시간 전부터 다섯 시간 전까지 총 4시간 동안의 측정값을 이용하여 분석하였다. 세 그룹의 차이를 비교하기 위해 분산분석을 실시하였으며, Tukey의 방법으로 사후 분석하였다. 유의수준은 0.05로 정하였다.

### 3. 연구결과

#### 3.1. 심부온과 피부온

24시간 동안 심부온 변동폭은 약 1°C였다(고령 해녀: 36.7~37.8°C, 20대 비해녀: 36.7~37.6°C, 고령 비해녀: 36.8~37.9°C). 모든 그룹에서, 수면 시간에 비해 낮 시간에 높은 심부온을 나타내었다. 24시간 동안의 평균 심부온은 세 그룹 간 유의한 차이가 없었다( $P=0.641$ , Table 2). 그러나 운동 시, 세 그룹 모두에서 심부온이 증가하는 경향을 나타내었고( $P=0.066$ ), 익일 오전 휴식 동안 20대 비해녀는 고령 비해녀에 비해 유의하게 낮은 심부온을 나타내었다( $P=0.026$ , Table 2). 심부온 변화도에서는 추위 노출 시( $P=0.004$ )를 제외하고는 그룹 간 유의한 차이가 없었다(Figure 2A, 2B, 2C). 추위 노출 시, 고령 해녀와 20대 비해녀는 고령 비해녀에 비해 심부온 상승도가 유의하게 컸다( $P=0.004$ , Figure 2A).

24시간의 총 노출 시간 동안 평균한 (가중) 평균피부온은 세 그룹 간 유의한 차이가 없었다( $P=0.614$ , Table 2). 추위 노출 시를 제외한 실험 시간 동안의 평균 피부온 변동폭은 약 4°C였다(고령 해녀: 31.6~35.3°C, 20대 비해녀: 31.1~35.7°C, 고령 비해녀: 31.5~35.9°C). 점심 직후 오후 휴식 시간에 20대 비해녀는 고령 비해녀에 비해 유의하게 낮은 평균피부온을 나타내었다( $P=0.036$ ). 운동 시에는 고령 해녀가 20대 비해녀에 비해 높은 경향의 평균피부온을 나타내었다( $P=0.068$ , Table 2). 추위 노출 시, 저녁 휴식, 수면 시, 아침 식사 전 휴식, 실험 종료 직전 오전 휴식 시에는 그룹 간 평균피부온의 차이가 없었다(Table 2). 평균피부온 변화도에서는, 추위 노출 시, 점심 직후 오후 휴식 시 및 운동 시에서만 그룹 간 유의한 차이가 발견되었다( $P<0.05$ , Figure 2D, 2E, and 2F). 추위 노출 시, 고령 해녀는 20대 비해녀에 비해 평균피부온 강하도가 유의하게 작았다( $P=0.040$ , Figure 2D). 점심 직후 오후 휴식 시간에는 고령의 해녀 및 비해녀가 20대 비해녀에 비해 평균피부온 강하도가 작았다( $P=0.009$ , Figure 2E). 운동 시 평균피부온은, 고령 해녀의 경우 상승한 데 반해 20대와 고령의 비해녀에서 하강하였다( $P=0.003$ , Figure 2F).

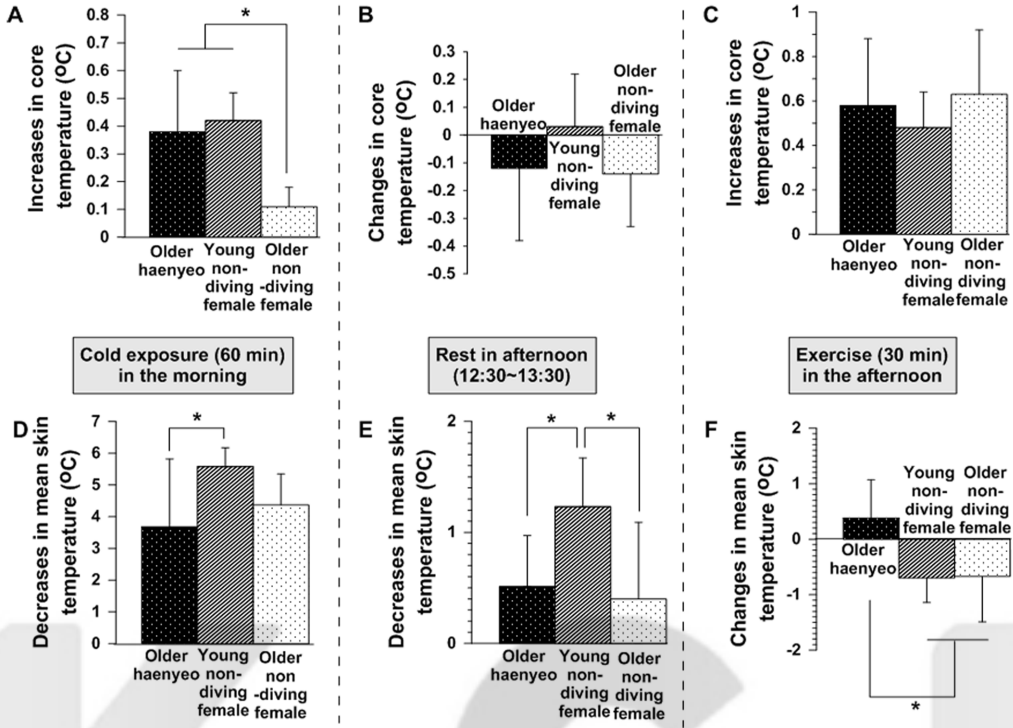
부위별 피부온의 경우, 이마, 가슴, 전완 부위에서는 모든 시간대에 그룹 간 유의한 차이가 없었던 반면, 손, 대퇴, 종아리, 발등 부위에서는 일부 시간대에 그룹 간 유의한 차이를 나타내었다( $P<0.05$ ). 24시간 평균 손등 피부온의 경우, 고령 집단(고령 해녀:  $33.42\pm 0.36^\circ\text{C}$ , 고령 비해녀:  $33.42\pm 0.22^\circ\text{C}$ )이 20대 비해녀( $32.88\pm 0.53^\circ\text{C}$ )에 비해 유의하게 높았다( $P<0.05$ ). 또한 고령 비해녀는 저녁 휴식 시와 수면 시에 20대 비해녀에 비해 유의하게 높은 손등 온도를 나타낸 반면(저녁 휴식: 고령 비해녀  $34.66\pm 0.75^\circ\text{C}$ , 20대 비해녀  $33.46\pm 1.33^\circ\text{C}$ ; 수면: 고령 비해녀  $34.63\pm 0.40^\circ\text{C}$ , 20대 비해녀  $33.82\pm 0.72^\circ\text{C}$ ,  $P<0.05$ ), 고령 해녀는 고령 비해녀 및 20대 비해녀 그룹과 유의한 차이를 나타내지 않았다. 운동 시에는 고령 해녀( $34.13\pm 0.49^\circ\text{C}$ ) 및 고령 비해녀( $33.75\pm 0.78^\circ\text{C}$ )가 20대 비해녀( $34.66\pm 1.13^\circ\text{C}$ )에 비해 유의하게 낮은 손등 피부온을 나타내었다( $34.13\pm 0.49^\circ\text{C}$ ). 추위 노출 시에는 대퇴 부위에서만 그룹 간 차이가 나타나, 20대 비해녀( $28.70\pm 1.49^\circ\text{C}$ ), 고령 비해녀( $30.03\pm 1.24^\circ\text{C}$ ), 고령 해녀( $30.84\pm 1.62^\circ\text{C}$ )의 순으로( $P<0.05$ ), 고령 해녀의 대퇴 피부온이 높았다. 종아리 피부온의 경우 수면 시, 익일 오전 식전 휴식 및 익일 오전 휴식 동안에 고령 해녀는 비해녀 그룹들에 비해 유의하게 낮은 값을 나

**Table 2.** Body temperature and heart rate during specific time intervals for each group

Variable	Stage	Older haenyeo	Young non-diving female	Older non-diving female	P-value
Core temperature (°C)	Cold exposure in the morning (1hr)	37.45±0.08	37.41±0.31	37.25±0.14	0.649
	Rest in the afternoon (12:30-13:30)	36.93±0.19	37.08±0.35	37.10±0.22	0.476
	Exercise in the afternoon (30min)	37.62±0.28 <sup>ab</sup>	37.52±0.27 <sup>a</sup>	37.87±0.22 <sup>b</sup>	0.066
	Rest in the evening (21:00-21:30)	37.35±0.12	37.51±0.26	37.52±0.35	0.450
	Sleep (4hr)	36.93±0.16	36.73±0.27	36.86±0.25	0.328
	Rest before eating breakfast (06:30-07:00)	36.98±0.16	36.80±0.33	37.17±0.38	0.128
	Rest in the morning (08:30-09:00)	37.31±0.09 <sup>ab</sup>	37.01±0.20 <sup>a</sup>	37.61±0.55 <sup>b</sup>	0.026
	Entire visit (24h)	37.12±0.12	37.13±0.21	37.19±0.13	0.641
Mean skin temperature (°C)	Cold exposure in the morning (1hr)	29.84±1.91	28.73±1.04	30.07±1.18	0.170
	Rest in the afternoon (12:30-13:30)	33.40±0.64 <sup>ab</sup>	33.08±0.79 <sup>a</sup>	34.05±0.71 <sup>b</sup>	0.036
	Exercise in the afternoon (30min)	34.39±0.34 <sup>b</sup>	33.61±0.54 <sup>a</sup>	33.78±1.10 <sup>ab</sup>	0.068
	Rest in the evening (21:00-21:30)	34.64±0.34	34.57±0.73	34.35±0.81	0.628
	Sleep (4hr)	34.40±0.34	34.48±0.54	34.76±0.69	0.337
	Rest before eating breakfast (06:30-07:00)	33.91±0.49	34.15±0.55	34.15±1.08	0.727
	Rest in the morning (08:30-09:00)	34.23±0.49	34.38±0.34	34.07±1.16	0.698
	Entire visit (24h)	34.01±0.39	33.94±0.42	34.16±0.52	0.614
Mean body temperature (°C)	Cold exposure in the morning (1hr)	34.92±0.66	34.57±0.56	34.92±0.44	0.441
	Rest in the afternoon (12:30-13:30)	35.77±0.19	35.75±0.49	36.09±0.37	0.130
	Exercise in the afternoon (30min)	36.56±0.16	36.21±0.34	36.49±0.50	0.160
	Rest in the evening (21:00-21:30)	36.44±0.12	36.55±0.31	36.43±0.33	0.674
	Sleep (4hr)	36.04±0.22	36.01±0.36	36.20±0.28	0.401
	Rest before eating breakfast (06:30-07:00)	36.00±0.28	36.00±0.32	36.29±0.30	0.164
	Rest in the morning (08:30-09:00)	36.24±0.20 <sup>ab</sup>	36.13±0.24 <sup>a</sup>	36.60±0.29 <sup>b</sup>	0.009
	Entire visit (24h)	36.09±0.15	36.02±0.29	36.22±0.19	0.253
Heart rate (bpm)	Cold exposure in the morning (1hr)	56±7 <sup>a</sup>	70±11 <sup>b</sup>	65±6 <sup>ab</sup>	0.007
	Rest in the afternoon (12:30-13:30)	62±9 <sup>a</sup>	75±13 <sup>b</sup>	76±7 <sup>b</sup>	0.016
	Exercise in the afternoon (30min)	84±20 <sup>a</sup>	91±14 <sup>ab</sup>	107±8 <sup>b</sup>	0.023
	Rest in the evening (21:00-21:30)	70±8 <sup>a</sup>	83±9 <sup>b</sup>	77±6 <sup>ab</sup>	0.012
	Sleep (4hr)	57±7 <sup>a</sup>	69±13 <sup>b</sup>	64±4 <sup>ab</sup>	0.037
	Rest before eating breakfast (06:30-07:00)	60±8 <sup>a</sup>	74±14 <sup>b</sup>	70±6 <sup>ab</sup>	0.044
	Rest in the morning (08:30-09:00)	66±8 <sup>a</sup>	76±12 <sup>ab</sup>	79±7 <sup>b</sup>	0.036
	Entire visit (24h)	63±7 <sup>a</sup>	75±10 <sup>b</sup>	73±3 <sup>b</sup>	0.003

All data were expressed as mean±SD. Superscripts a or b represent significantly identical groups which were distinguished by Tukey's post hoc test ( $P<0.05$ ).

타내었다( $P<0.05$ , 수면: 고령 해녀 33.70±0.69°C, 20대 비해녀 35.03±0.45°C, 고령 비해녀 34.66±0.93°C; 익일 오전 식사: 고령 해녀 33.05±0.64°C, 20대 비해녀 33.76±1.16°C, 고령 비해녀 34.22±0.89°C). 익일 오전 시간대에 고령



**Figure 2.** Changes in core and mean skin temperatures.

Note) All data were expressed as mean±SD. The core temperature at rest on the 1<sup>st</sup> day (09:30~10:00AM) was used as the baseline measurement for the calculation of change in core temperature. The asterisk represents significantly identical groups which were distinguished by Tukey’s post hoc test ( $P<0.05$ ).

해녀(오전 식전 휴식:  $32.10\pm 1.89^{\circ}\text{C}$ , 오전 휴식:  $32.10\pm 1.54^{\circ}\text{C}$ )는 20대 비해녀(오전 식전 휴식:  $34.22\pm 0.66^{\circ}\text{C}$ , 오전 휴식:  $34.31\pm 0.97^{\circ}\text{C}$ )에 비해 유의하게 낮은 발등 피부온을 나타내었다( $P<0.05$ ). 이때 고령 비해녀는 두 그룹 모두와 유의한 차이가 없었다.

24시간 동안 평균한 (가중) 평균체온은 세 그룹 간 유의한 차이가 없었다( $P=0.253$ , Table 2). 익일 오전 휴식 시에는 20대 비해녀의 평균체온이 고령 비해녀의 평균체온에 비해 유의하게 낮았다( $P=0.009$ , Table 2). 익일 오전 휴식 시를 제외한 모든 시간대의 평균체온에서 그룹 간 유의한 차이가 없었다(Table 2).

**3.2. 심박수**

24시간 동안 평균한 심박수의 경우, 고령 해녀가 다른 두 그룹에 비해 약 11bpm 낮은 값을 나타내었다( $P=0.003$ , Table 2). 모든 시간대에서 고령 해녀는 다른 두 그룹에 비해 유의하게 낮은 심박수를 나타내었다( $P<0.05$ , Table 2).

**3.3. 운동 시의 총발한량과 자각적 운동 강도**

30분간의 운동 시 총발한량은, 고령 해녀  $61\pm 19\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ , 20대 비해녀  $52\pm 15\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ , 고령 비해녀  $177\pm 212\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ 였고, 그룹 간 유의한 차이는 없었다( $P=0.133$ ). 자각적 운동 강도는 고령 해녀  $13.3\pm 0.1$ , 20대 비해녀  $8.8\pm 0.3$ , 고령 비해녀  $11.3\pm 0.2$ 였다. 고령 해녀와 고령 비해녀 그룹은 운동 강도가 다소 힘들다고 응답한 반면, 20대 비해녀 그룹은 힘들지 않다고 응답하여 연령에 따른 차이를 보여주었다( $P<0.05$ ).

**4. 논 의**

본 연구는 50년 이상 물질을 지속해 온 고령 해녀의 일상생활 중 심부온, 피부온, 심박수를 검토하였다는 점에서 의미가 있다. 주요 결과는, 심부온 및 평균피부온의 경우 추위 노출과 같은 외부 자극 혹은 운동과 같은 내부 자극 요인을 제외한 대부분의 시간대에 그룹 간 차이가 없었으나 손, 종아리, 발 등 말초 부위 피부

에서는 일부 시간대에 그룹 간 차이가 발견되었고, 전 시간대에 걸쳐 고령 해녀는 20대 및 고령 비해녀보다 낮은 심박수를 나타내었다는 점이다(Table 2). 24시간 평균 및 운동 시 손등 피부온과 익일 오전 식전 휴식 및 익일 오전 휴식 시 발등의 말초 부위 피부온에서, 고령 해녀는 고령 비해녀와는 차이가 없는 반면 20대 비해녀와는 유의한 차이가 있는 것으로 나타나, 일상생활 중 피부온에 있어서 가령이 미치는 영향을 일부 확인할 수 있었다. 그러나 추위 노출 시 심부온 변화도, 수면 시와 익일 오전 식전 휴식 및 오전 휴식 시 종아리 피부온, 모든 시간대의 심박수에서, 고령 해녀는 20대 및 고령의 비해녀 모두와 유의하게 다른 반응을 나타내었다. 이는 오랜 시간의 물질 경험이 일상생활 중 체온과 심박수에 영향을 미침을 보여준다. 또한, 익일 오전 휴식 시의 심부온 변화도, 오후 휴식 시 평균피부온, 저녁 휴식 시 손등 피부온 등에서, 고령 비해녀가 20대 비해녀에 비해 유의하게 높은 값을 나타내어 가령의 영향을 일부 확인할 수 있었으나, 이때 고령 해녀는 이들 비해녀 두 그룹 모두와 차이가 없었다는 점 또한 물질 경험의 가능성을 보여준 결과로 판단된다.

심부 체온은 인간의 일내 리듬 중 가장 안정적인 지표이며, 심부온의 일내 리듬은 산열과 방열의 결과이다(Van Someren, Raymann, Scherder, Daanen, & Swaab, 2002). 심부온은 낮은 오후에 최고값을, 이른 아침에 최저값을 나타내고, 평균피부온은 심부온이 낮아질 때 상승하는(Van Someren et al., 2002) 일내 변동을 가진다. 본 연구에서도 세 그룹 모두에서 수면 시 심부온이 하강하는 경향이 나타났다. 활동 시간대별로 구분하여 비교한 결과, 일부 시점을 제외하고서는 일상생활 중에 고령자와 청년 간에 심부온, 평균피부온, 평균체온에서 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 2). 해녀와 같이 추위 적응자를 대상으로 한 연구가 아닌 이유로 본 연구결과와의 직접 비교는 어렵지만, 연령에 따른 심부온 일내 리듬의 차이를 조사한 선행연구(Monk, Buysse, Reynolds, Kupfer, & Houck, 1995)에서는 고령자와 청년 간에 심부온 일내 리듬에 차이가 없다고 보고된 반면, Vitiello et al.(1986)은 02시~08시 동안 고령자의 평균심부온이 유의하게 높았다고 보고하는 등 연구자마다 차이가 있었다. 본 연구에서는 그룹 간 유의한 차이는 발견할 수 없었지만, 수면 시간 및 익일 오전 시간대에 걸쳐 고령 해녀와 비해녀 그룹에서 20대 비해녀 그룹에 비해 심부온이 높은 경향을 나타내었다(Table 2). 이는 기상 이후 깨어있는 시간이 심부온의 일내 변동에 영향을 미친 것으로 사료된다.

즉, 잠자리에 들기 전 익일 7시경에 아침식사가 제공될 것이라는 정보를 제공하였기 때문에, 모든 피험자는 7시 전에 기상하였으나, 고령 해녀와 고령 비해녀는 20대 비해녀에 비해 평균 약 90분 일찍 기상하였기 때문이다. 운동 시와 익일 오전 휴식 시를 제외하고는 세 그룹 간 심부온에 차이가 없었다.

추위 노출 시 고령 해녀는 고령 비해녀에 비해 심부온 증가도가 컸다. 이는 해녀들의 오랜 물질 활동이, 물에서만뿐만 아니라 일상생활에서도 추위에 대응하는 체온조절 특성에 영향을 미친 것으로 판단된다. 반면, 고령 해녀는, 20대 비해녀에 비해 추위 노출 시의 심부온 변화도 및 평균피부온에서는 차이가 없었으나(Table 2) 평균피부온 강하도가 유의하게 작았다( $P=0.040$ , Figure 2D). 즉, 추위(cold-air) 노출 시 고령 해녀의 심부온 상승도는 동년배 비해녀보다 높고, 고령 해녀의 평균피부온 강하도는 20대 해녀보다 낮은 것으로 나타났다. 이는 12°C 정도의 환경에서 고령 해녀는 동년배 비해녀보다는 피부온을 낮추고, 심부온을 높이는 방법으로, 20대 비해녀에 비해서는 피부온을 적게 낮추는 방법으로 체온조절을 하였음을 의미한다. 즉, 고령 해녀는 동년배 및 20대 비해녀와 다른 체온조절 반응을 보여준 것이다. 해녀와 동년배 대조군을 대상으로 조사한 선행연구(Hong et al., 1987)에서도, 해녀는 찬물 전신 침지 방법의 추위 노출 시에 심부온을 낮추고, 산소소비량을 즉각적으로 늘리는 방법으로 체온조절을 한다고 하였다. 6°C 물에 손을 침지하는 방법을 이용한 선행연구(Paik et al., 1972)에서는, 해녀가 비해녀에 비해 손가락에서의 혈관수축을 많이 한다는 크다는 사실을 밝히면서 해녀의 우수한 혈관운동 즉 말초 부위 단열력 증가가 추위 노출 시 체온조절에 직접적인 영향을 미치며, 이는 추위 적응의 결과로 보여진다고 하였다. 고령자는 청년에 비해 체온조절능력이 감소하고, 온도변화에 대한 피부 민감도가 둔하다(Collins, 1987). 이로 인해 추위 노출과 같은 외기 변화에 더욱 취약할 수밖에 없다(Wagner & Horath, 1985). 그러나 본 연구결과에서 고령 해녀는 동년배 비해녀와 달리 말초부 피부 둔감도가 덜한 것으로 보여지고, 20대 비해녀에 비해서는 피부 온도 감수성이 둔해진 것으로 볼 수 있다. 추위 노출이 아닌 일부 시간대의 손, 종아리, 발과 같은 말초 부위 피부온에서는, 고령 해녀가 고령 비해녀보다 낮은 피부온을 나타내는 등 동년배 여성과 완전히 같지 않은 반응을 나타내어 오랜 물질에 따른 적응 반응이 일상생활 중 체온에도 영향을 미친 것으로 사료된다. 뿐만 아니라 익일 오전 시간대



에는 종아리 피부온 및 심박수에서 20대 비해녀와 유사한 반응을 보이는 고령 비해녀와 달리, 고령 해녀는 낮은 피부온과 낮은 심박수를 나타내어 가령의 영향보다는 물질 경험의 영향을 확인할 수 있었다.

흥미롭게도, 고령 해녀들은 추위 노출, 운동 등을 포함한 24시간 동안 20대 및 고령의 비해녀들에 비해 낮은 심박수를 유지하였다(Table 2). 인간은 잠수 시에 심박수가 감소하는 서맥 현상을 경험한다(Ferretti & Costa, 2003). 특히 바닷속 환경 즉, 저산소, 고탄산 환경에서 작업하는 혹은 활동하는 사람들의 심박수가 낮은 이유는 심박조율기(cardiac pacemaker)에 대한 부교감신경 자극이 증가하기 때문이다(Dujic et al., 2008; Gooden, 1994). 이러한 혈액학적 변화는 차가운 바다에서의 얼굴 냉각 혹은 과도한 호흡 중지에 의한 저산소증에 의해서 가속화된다. 서맥은 안정 시 심박수의 50%까지 이르고, 바닷속에서의 활발한 움직임에 의한 영향도 받지 않는다(Scholander, Hammel, Lemessurier, Hemmingsen, & Garey, 1962). 젊은 해녀를 대상으로 잠수 시 서맥을 조사한 선행 연구(Hong et al., 1967)에 따르면, 서맥 현상은 계절별로 차이가 있어 여름에는 21%, 겨울에는 37%의 심박수 감소가 나타난다고 하였다. 고령 해녀를 대상으로 조사한 또 다른 연구(Lee et al., 2016)에서는 잠수 시에 약 20±8%의 심박수 감소가 나타난다고 하였다. 이와 같이, 본 연구에서 확인한 해녀의 낮은 심박수는 오랜 물질 생활로 인한 서맥 현상의 영향이 일상생활에서도 나타난 것으로 보여진다. 다만, 잠수부(Breath-hold divers)와 비잠수부의 안정 시 심박수를 비교한 선행 연구(Dujic et al., 2008)에서는 심박수의 그룹 간 유의한 차이가 없었다(잠수부 61±10bpm, 비잠수부 62±9bpm). 선행 연구와 본 연구 결과와의 차이는 조사대상자의 연령(70대 vs. 20대), 성(여성 vs. 남성), 잠수 경력 등이며, 이들 요인을 고려하여 결과를 분석해야 할 것이다. 선행 연구에서 피험자들의 잠수 경력에 대한 언급은 없었으나, 참여한 피험자의 나이(20대)를 고려할 때 그들의 잠수 경력은 50년 이상의 잠수 경력을 가진 고령 해녀에 비해 훨씬 짧음이 분명하다. 즉, 고령 해녀에게서 나타나는 일상 생활 중 낮은 심박수는 평생에 걸쳐 끊임없이 반복하여 온 물질과 관련이 있을 것으로 판단된다.

## 5. 결 론

고령 해녀는 약 50년 이상 바닷물에 반복적으로 잠수하고, 물 속에서의 서맥을 경험해왔다. 고령 해녀와

20대 및 고령 비해녀의 24시간 체온과 심박수를 검토한 결과, 운동과 추위 노출 같은 내·외적 온열자극 활동을 제외한 일상생활 동안 심부온과 평균피부온에 차이가 없었다. 그러나 수면 및 익일 오전 시간대에 고령 해녀의 종아리, 발등 피부온은 20대 및 고령 비해녀보다 낮은 값을 나타내는 등 말초 부위 온도는 다른 경향을 나타내었다. 또한, 직업에 의한 반복적인 추위 노출 경험이 심박수에 영향을 미쳐, 낮은 심박수 반응이 수중이 아닌 일상생활 동안에도 고령 해녀에게서 나타남을 발견하였다. 이와 같이 24시간 내내 나타나는 고령 해녀의 낮은 심박수는 독특한 생리 반응으로 판단된다. 한편, 추위 노출 시 고령 해녀는, 동년배 비해녀에 비해 평균피부온 하강도는 비슷한 수준을 유지하는 반면 심부온 상승도와 말초부 피부온은 더 높이는 방법으로 추위에 대응하는 것으로 나타났다. 그러므로 실제 겨울철에 겨울철 실내·외 환경을 모의 재현하여 체온 및 심박수의 일내 변동을 조사한다면, 여름철 실내 환경을 모의 재현한 본 연구결과와는 다른 결과를 얻을 가능성도 있을 것이다. 해녀라는 직업군은 환경생리학의 의의 제고와 추위 적응 기전의 검토 기회를 제공해줄 뿐만 아니라 문화적으로도 가치 있는 한국의 자산이므로 앞으로도 해녀의 우수한 체온조절 및 적응 능력에 대한 관심이 쏠리기를 기대한다. 본 연구의 제한점은 첫째, 실험 진행 중 돌발 상황 발생으로 인해 수면 시간을 포함하여 추위 노출, 운동 및 식사의 개시 시간 등을 완전히 통제하지 못한 점이다. 둘째, 본 연구는 실험실 내에서 진행된 실험으로, 평소 생활을 완벽하게 재현하는 것이 불가능하였다. 본 제한점들을 고려하여 추후 연구를 진행하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

## 감사의 말

이 논문은 2014년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단(No. 2014R1A2A2A03006522, No. NRF-2014M3A9D7034335) 및 한국한의학연구원의 연구 프로그램(No. K18092)의 지원을 받아 수행된 연구임.

## REFERENCES

- Bae, K. A., An, N. Y., Kwon, Y. W., Yoon, C. S., Park, S. C., & Kim, C. K. (2003). Muscle fibre size and capillarity in Korean diving women. *Acta Physiologica Scandinavica*, 179, 167-172. DOI: 10.1046/j.1365-201X.2003.01185.x
- Collins, K. J. (1987). Effect of cold on old people. *British*

- Journal of Hospital Medicine*, 38, 506-514.
- Dujic, Z., Ivancev, V., Heusser, K., Dzamonja, G., Palada, I., Valic, Z., et al. (2008). Central chemoreflex sensitivity and sympathetic neural outflow in elite breath-hold divers. *Journal of Applied Physiology*, 104, 205-211. DOI: 10.1152/jappphysiol.00844.2007
- Ferretti, G. & Costa, M. (2003). Diversity in and adaptation to breath-hold diving in humans. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part A, Molecular & Integrative Physiology*, 136, 205-213.
- Florez-Duquet, M. & McDonald, R. B. (1998). Cold-induced thermoregulation and biological aging. *Physiological Reviews*, 78(2), 339-358. DOI: 10.1152/physrev.1998.78.2.339
- Gooden, B. A. (1994). Mechanism of the human diving response. *Integrative Physiological and Behavioral Science*, 29(1), 6-16.
- Hoffmann, M. E., Rodriguez, S. M., Zeiss, D. M., Wachsberg, K. N., Kushner, R. F., Landsberg, L., et al. (2012). 24-h core temperature in obese and lean men and women. *Obesity*, 20(8), 1585-1590. DOI: 10.1038/oby.2011.380
- Hong, S. K., Song, S. H., Kim, P. K., & Suh, C. S. (1967). Seasonal observations on the cardiac rhythm during diving in the Korean ama. *Journal of Applied Physiology*, 23, 18-22.
- Hong, S. K., Rennie, D. W. & Park, Y. S. (1987). Humans can acclimatize to cold: A lesson from Korean women divers. *News in Physiological Sciences*, 2, 79-82.
- Jeju Province (2015). Annual report on the current state of oceans and fisheries in Jeju. Jeju Special Self-Governing Province <http://www.jeju.go.kr/> Accessed 30 Nov. 2016
- Kang, D. H., Kim, P. K., Kang, B. S., Song, S. H., & Hong, S. K. (1965). Energy metabolism and body temperature of the ama. *Journal of Applied Physiology*, 20(1), 46-50. DOI: 10.1152/jappl.1965.20.1.46
- Kim, H. S., Yoon, K. H., & Cho, J. H. (2014). Diurnal heart rate variability fluctuations in normal volunteers. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 8(2), 431-433.
- Kim, J. S. (1990). A study on the woman diver's costume in Cheju island. *Tamla Mumwha*, 10, 53-142.
- Kräuchi, K. & Wirz-Justice, A. (1994). Circadian rhythm of heat production, heart rate, and skin and core temperature under unmasking conditions in men. *American Journal of Physiology*, 267, R819-R829.
- Lee, H., Cho, C. H., & Kim, L. (2014). Human circadian rhythms. *Sleep Medicine and Psychophysiology*, 21(2), 51-60.
- Lee, H. H., Kim, S., Jang, Y. J., Ha, J. Y., Kang, K. Y., Kwon, M. S., et al. (2015). The age-related changes in behavioral temperature regulation and thermal tolerance of the elderly Jeju haenyeo: A questionnaire and a local cold tolerance test. *Journal of Korean Living Environment System*, 22(3), 477-489.
- Lee, J. Y. & Lee, H. H. (2014). Korean women divers 'haenyeo': Bathing suits and acclimatization to cold. *Journal of Human-Environment System*, 17(1), 1-11. <https://doi.org/10.1618/jhes.17.001>
- Lee, J. Y., Lee, H. H., Kim, S., Jang, Y. J., Baek, Y. J., & Kang, K. Y. (2016). Diving bradycardia of elderly Korean women divers, haenyeo, in cold seawater: a field report. *Industrial Health*, 54, 183-190. DOI: 10.2486/indhealth.2015-0043
- Monk, T. H., Buysse, D. J., Reynolds, C. F., Kupfer, D. J., & Houck, P. R. (1995). Circadian temperature rhythms of older people. *Experiment Gerontology*, 30, 455-474.
- Paik, K. S., Kang, B. S., Han, D. S., Rennie, D. W., & Hong, S. K. (1972). Vascular responses of Korean ama to hand immersion in cold water. *Journal of Applied Physiology*, 32(4), 446-450.
- Park, C. S. (2004). A historical study of women diver in Jeju island. *The Journal of Korean Historical-forklife*, 19, 135-164.
- Park, J., Kim, S., Kim, D. H., & Lee, J. Y. (2017). Whole-body cold tolerance in older Korean female divers "haenyeo" during cold air exposure: effects of repetitive cold exposure and aging. *International Journal of Biometeorology*, <https://doi.org/10.1007/s00484-017-1463-5>.
- Park, M. H. (2016). The class of equality and solidarity in haenyeo (2016, October 13) Retrieved December 20, 2017, from [http://www.hani.co.kr/arti/specialsection/esc\\_section/765471.html](http://www.hani.co.kr/arti/specialsection/esc_section/765471.html)
- Park, Y. S., Rennie, D. W., Lee, I. S., Park, Y. D., Paik, K. S., Kang, D., H. et al. (1983). Time course of deacclimatization to cold water immersion in Korean women divers. *Journal of Applied Physiology*, 54, 1708-1716.
- Scholander, P. F., Hammel, H. T., Lemessurier, H., Hemmingsen, E., & Garey, W. (1962). Circulatory adjustment in pearl divers. *Journal of Applied Physiology*, 17, 184-190.
- Smolander, J. (2002). Effect of cold exposure on older humans. *International Journal of Sports Medicine*, 23(2), 86-92. DOI: 10.1055/s-2002-20137
- Tanaka, H., Tomoto, T., Kosaki, K., & Sugawara, J. (2016). Arterial stiffness of lifelong Japanese female pearl divers. *American Journal of Physiology, Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 15, 310(10): R975-978. DOI: 10.1152/ajpregu.00048.2016

- Towey, C., Easton, C., Simpson, R., & Pedlar, C. (2017). Conventional and novel body temperature measurement during rest and exercise induced hyperthermia. *Journal of Thermal Biology*, 63, 124-130. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2016.11.010>
- UNESCO (2016, December). *Culture of Jeju Haenyeo*. Retrieved December 20, 2017, from UNESCO Web site: <https://ich.unesco.org/en/RL/culture-of-jeju-haenyeo-women-divers-01068>
- Van Someren, E. J. W., Raymann, R. J. E. M., Scherder, E. J. A., Daanen, H. A. M., & Swaab, D. F. (2002). Circadian and age-related modulation of thermoreception and temperature regulation: mechanisms and functional implications. *Ageing Research Reviews*, 1, 721-778.
- Vitiello, M. V., Smallwood, R. G., Avery, D. H., Pascualy, R. A., Martin, D. C., & Prinz, P. A. (1986). Circadian temperature rhythms in young adult and aged men. *Neurobiology of Aging*, 7, 97-100.
- Wagner, J. A. & Horath, S. M. (1985). Influences of age and gender on human thermoregulatory responses to cold exposure. *Journal of Applied Physiology*, 58(1), 180-186.
- Weinert, D. (2010). Circadian temperature variation and ageing. *Ageing Research Reviews*, 9, 51-60. DOI: 10.1016/j.arr.2009.07.003
- 투 고 일: 2018. 1. 12  
수정접수일: 2018. 2. 24  
게재승인일: 2018. 5. 10

K C I