J. Korean For. Soc. Vol. 102, No. 4, pp. 530~536 (2013)
http://dx.doi.org/10.14578/jkfs.2013.102.4.530

한국임학회지
JOURNAL OF KOREAN FOREST SOCIETY

산림치유 효과 측정 지표로써 과산화지질의 활용가능성 분석

정미애[1]* · 박수진[1] · 이정희[1] · 박찬우[1] · 권진오[2]
[1]국립산림과학원 산림복지연구과, [2]국립산림과학원 산림수토보전과

A Study on the Possibility of Malondialdehyde(MDA) as Indicator of Forest Therapy Effectiveness

Mi-Ae Jeong[1]*, Sujin Park[1], Chan-Woo Park[1], Jeong-Hee Lee[1] and Jino Kwon[2]
[1]Division of Forest Welfare, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea
[2]Division of forest, water and soil conservation, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

요 약: 본 연구는 산림환경이 인체 내 과산화지질 농도 변화에 영향을 줄 수 있는지 확인하고, 산림치유 효과 측정을 위한 생리적 지표로써 과산화지질의 활용가능성을 검토하고자 하였다. 피험자 29명을 대상으로 도시지역인 제주도의 제주시청 앞 인도와 산림지역인 삼나무 숲길에서 심리적 지표인 기분상태척도와 생리적 지표인 과산화지질 수준 변화를 걷기 전후에 분석하였다. 도시지역에 비해 산림지역에서 기분상태척도의 총기분장애점수가 유의하게 낮아져 심리적으로 안정되는 효과를 보였다. 또한 과산화지질 수준은 도시지역에서 2.9에서 3.5 수준(5점 수준, 만점)으로 유의하게 높아졌고, 산림지역에서는 2.4에서 1.9 수준으로 낮아지는 경향을 보였는데, 위와 같은 결과는 과산화지질이 단기간 환경노출에 의한 인체에 미치는 영향을 파악하는데 적합한 지표라는 것을 보여준다. 산림과 도시에서 대기환경 및 심리적 안정도가 달라 과산화지질 수준의 변화 경향도 서로 다르게 나타난 것으로 보인다. 향후 연구에서는 장기간의 환경노출이 인체에 미치는 영향을 파악하기 위한 생리적 지표로써 과산화지질의 적합성을 분석하고, 새로운 생리적 지표를 지속적으로 발굴하는 것이 필요하다.

Abstract: This study aimed to analyze and compare results from psychological relaxations by using profile of mood state (POMS) and Malondialdehyde (MDA) level as a scale of oxidative damage before and after walking in the forest and on the street. 29 participations (15 men and 14 women) walked in the forest and on the street for 30 minutes of each for two days. The participations filled a questionnaire for POMS and conducted an heart rate variability test, oxidative damage test (MDA as biological marker through a urine test) before and after walking. To compare the psychological states after walking in the two difference places, walking in the forest showed statistically more meaningful results in the section of tension, depression, anger, fatigue, confuse and total mood disturbance ($p<0.01$) than walking on the street. According to the MDA results, a concentration of MDA showed significant increase after walking on the street ($p=0.014$). On the contrary to this, a concentration of MDA tended to decrease after walking in the forest ($p=0.076$). The study showed that the psychological states were more stable and oxidative damages were more decreasing after walking in the forest than walking on the street. In the conclusion, MDA would be biological indicator for assessing the effect of alleviation on the oxidative stress after walking in the forest.

Key words **:** *forest therapy, oxidative stress, profile of mood states, malondialdehyde, physiological indicator*

서 론

현재 활발하게 추진되고 있는 산림치유 서비스는 국민건강증진을 위한 산림이용성 측면에서 주목을 받고 있다. 산림치유는 향기, 경관 등 산림이 가지고 있는 다양한 환경요소를 이용하여 심신의 건강을 증진시키는 모든 활동(산림문화휴양에 관한 법률 제1조 제4항)으로 규정되어 있다. 산림치유 연구에서는 산림에서의 걷기 또는 체류를 통한 단기간의 인체 변화를 측정하는 것이 주요 연구방법으로 활용되어 왔다. 또한 인체의 변화를 파악하는 지표로는 심리적 또는 생리적 지표를 사용하였다. 심리적 지표로는 기분상태척도, 어의미분석, 회복환경척도, 정적·부적 정서척도, 인지기능평가 등의 방법이 사용되었다. 도시보다 산림에서 기분상태척도의 부정적 감정 점수가 감소

*Corresponding author
E-mail: miaejeong630@gmail.com

하고(Lee et al., 2011), 어의미분석에서 도시보다 산림이 편안하고 건강한 장소로 인식된다는 것을 볼 수 있었고(Kasetani et al., 2007), 편백정유 노출 이후에 신경인지능력검사의 CRN(Number of correct response)이 유의하게 증가(Kim et al., 2008)하는 경향이 나타났다. 또한 정적·부적 정서척도와 회복환경척도 점수도 정적 및 회복환경 점수가 도시보다 산림환경과 물의 경관사진에서 높았다(Lee et al., 2009). 생리적 지표로는 뇌파, 혈압, 코티졸, 심박변이도 등이 주로 사용되었다. 도시보다 산림에서 코티졸 농도가 낮게 나타났고(Park et al., 2007), 심박변이도 결과에서 스트레스지수와 피로지수가 감소하였다(Shin et al., 2010). 산림경관 사진 중에서 산림환경과 물, 산림환경 경관 사진의 경우에 피험자의 뇌파 중 알파파가 증가한 연구결과(Lee et al., 2009)와 산림체험을 통해 알파파가 증가한 연구결과(Shin et al., 2007)도 산림의 스트레스 완화 효과를 보여주는 결과이다.

산림치유 효과 측정을 위한 심리적 지표는 생리적 지표와는 달리 개인적 편차가 크며 단기간의 산림활동의 영향뿐만 아니라 일상생활의 영향도 포함되어 있기 때문에, 산림에서의 활동이 영향을 미치는 인체의 변화만 파악하기에는 다소 어려움이 있다. 반면, 생리적 지표는 정량적인 수치를 통해 인체 변화 정도를 파악할 수 있으나, 일부 생리적 지표는 야외측정을 하기에 어려움이 있으며 최종결과를 얻기 위해서 시간이 오래 걸린다는 단점이 있다. 이와 같은 이유로 효율적인 산림치유 효과 측정을 위해서는 외부환경의 변화가 인체에 미치는 효과를 간편하게 확인할 수 있는 지표를 지속적으로 발굴하는 것이 필요하다.

인체 내 발생하는 유해물질 중에 활성산소는 유전자변이와 세포파괴를 유발해 심혈관계 질병과 암 유병률을 높여(Halliwell, 1994) 면역력 저하에 영향을 미치는 물질이다. 활성산소에 대한 예방 및 지속적인 관리 방안을 마련하여 인체의 건강증진을 위한 활동이 필요하다. 과산화지질은 활성산소가 세포막 내 지질과 반응하여 생긴 물질로써, 대기오염과 스트레스로 인하여 생성된다. 과산화지질은 주로 활성산소에 의한 산화손상 정도를 확인하는데 주로 활용되기 때문에 외부환경이 인체에 미치는 영향을 파악하는 데에 적합하다. 대기환경과 인체 영향 관련 연구로는 대기오염으로 인하여 과산화지질 수준이 높아지고 천식증상이 악화되었다(Leem et al., 205)는 연구결과가 있었다. 따라서 산림의 대기질과 스트레스 완화효과가 인체 산화손상 정도에 영향을 미칠 것으로 보인다. 이러한 효과를 확인하기 위한 방법으로 산화손상의 지표로 사용되는 과산화지질을 적용하였다.

본 연구의 목적은 산림환경이 인체 내 과산화지질 농도 변화에 영향을 주는지 확인하고, 산림치유 효과 측정을 위한 생리적 지표로써 과산화지질의 활용가능성을 검토하고자 한다.

재료 및 방법

1. 연구대상지 및 피험자 특성

20-50대의 남자 15명, 여자 14명을 대상으로 산림지역인 제주 서귀포시에 위치한 삼나무 숲길과 도시지역인 제주시청 앞 인도에서 걷기 전과 후에 심리적, 생리적 변화를 조사하였다. 피험자의 평균 연령은 27세였으며, 제주도 거주민을 대상으로 하였다. 피험자의 세부 정보는 Table 1과 같다. 기존 연구사례에서 피험자 수 19명(Lee and Kang, 2007), 12명(Choi et al., 2008)으로 진행한 사례가 있어 본 연구의 피험자 수는 측정의 오차를 감안한 적정한 표본수라고 생각된다.

산림지역에서는 2012년 10월 13일에 조사를 진행하였고, 도시지역에서는 14일에 조사가 진행되었다(Figure 1).

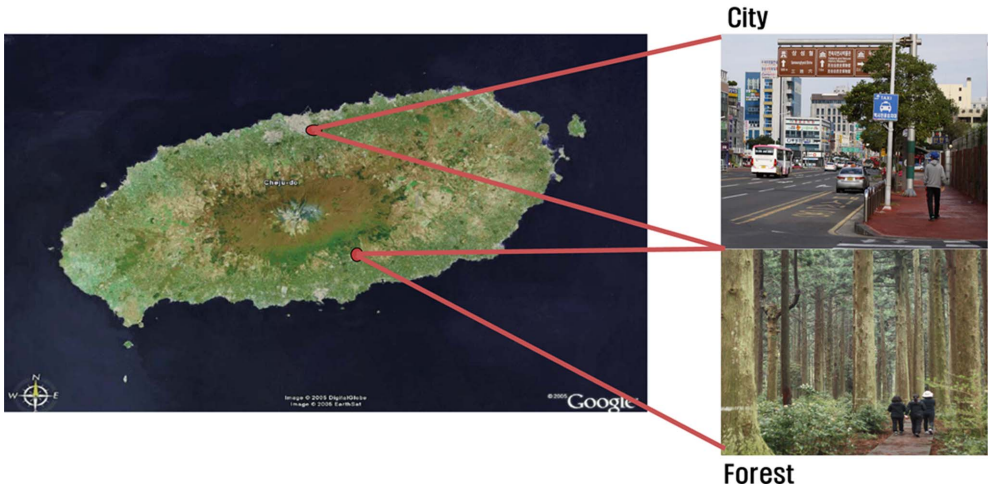

Figure 1. Location of research area.

Table 1. Demographic characteristics of subjects.

No.	Age	Gender (M:Man, W:Woman)	No.	Age	Gender (M:Man, W:Woman)
1	24	M	16	48	W
2	24	M	17	23	W
3	22	W	18	21	W
4	24	M	19	20	M
5	48	W	20	42	M
6	20	W	21	20	M
7	37	W	22	22	M
8	20	M	23	20	M
9	29	W	24	23	M
10	24	M	25	25	M
11	29	M	26	20	W
12	51	W	27	24	W
13	48	W	28	35	M
14	48	W	29	22	M
15	20	W			

산림지역에서는 제주도 서귀포시 한남시험림 내 삼나무 숲길을 대상으로 하였다. 한남시험림은 한라산 남동사면 해발 300-750 m에 위치하며, 연강수량은 3,000 mm정도이다. 주요 임상은 붉가시나무(*Quercus acuta* Thunb.), 구실잣밤나무(*Castanopsis sieboldii* (Makino) Hatus.) 등 상록활엽수와 서어나무(*Carpinus laxiflora* (Siebold & Zucc.) Blume), 졸참나무(*Quercus serrata* Thunb.) 등 낙엽활엽수가 혼효되어 있다. 도시지역은 제주시청 앞 인도에서 진행되었다. 환경부 대기오염 실시간 자료에서 본 연구 수행 날짜의 자료가 제시되지 않아 2013년 자료를 인용한다. 제주 도시지역과 산림지역의 2013년 9월 14일부터 10월 13일까지의 대기질 특성은 산림지역에서 대기오염물질(O_3, CO, PM-10, NO_2, SO_2)농도가 도시가 위치한 제주시에 비하여 모두 낮게 나타났다. CO는 0.007 ppm(제주시), 0.005 ppm(서귀포시)로 나타났고, SO_2의 농도는 0.003 ppm(제주시)와 0.002 ppm(서귀포시)였다. 미세먼지 농도는 38 μg/m^3(제주시)와 33 μg/m^3(서귀포시)였으며, O_3농도는 0.034 ppm(제주시)와 0.032 ppm(서귀포시)였다. CO는 0.25 ppm(제주시), 0.228 ppm(서귀포시)로 나타났다(환경부, 2013). 또한 산림지역의 삼나무 숲길은 순환형 숲길로서 걸어서 15-20분 정도 소요되는 3 km의 거리였고, 제주시청 앞 인도는 제주시청에서 출발하여 2 km지점에서 돌아오는 순환형 구조로 진행하였다.

2. 산림치유 효과 측정도구

1) 심리적 상태 측정도구

각 지역에서 걷기 전과 후에 각각의 심리적 상태를 조사하여 비교분석하였다. 심리적 상태 변화는 기분상태척도 검사지를 이용하여 측정하였다(Table 2). 한국판 기분상태척도(K-Profile of mood state, K-POMS)는 일시적이고 변하기 쉬운 정동 상태를 빠르고 간편하게 규명하고자 개발된 것이다. 총 65문항으로 구성되어 있으며 감정 상태에 따라 '0(전혀 아니다)'에서 '4(매우 그렇다)'까지 총 5단계로 나누어져 있다. 본 척도는 6개의 하위척도인 긴장-불안(Tension-Anxiety: T), 우울-낙담(Depression-Dejection: D), 분노-적개심(Anger-Hostility: A), 활기-활동(Vigor-Activity: V), 피곤-무력(Fatigue-Inertia: F), 혼란-당황(Confusion-Bewilderment: C)으로 구성되어 있다.

2) 생리적 상태 측정도구

과산화지질(Malondialdehyde, MDA)은 대기오염 및 스트레스에 의해 인체 내 생성된 활성산소에 의한 산화스트레스를 확인할 수 있는 지표이다. 이 물질은 세포 괴사와 단백질 구조 및 효소 활성 저해를 가져올 수 있는 체내 유해물질이다. 과산화지질의 농도가 높을수록 암과 심혈관계 질병 유병률이 높아진다.

과산화지질은 소변과 혈액의 인체 시료를 통해서 2가지 방법으로 측정할 수 있다. 정밀 농도 측정방법으로는 ELISA Kit를 이용해 추출한 소변 내 물질에서 흡광도를 이용하여 과산화지질 농도를 분석하는 비색법이 있다. 간이측정 방법은 과산화지질 생성을 유도하는 시약과 소변을 혼합하여 기준색과 비교하여 과산화지질 수준을 측정한다. 본 연구에서는 상대적인 색변화를 통하여 수준을 판단하는 간이측정방법을 이용하였다. 간이 측정 키트(Radical Balance, PHARMA JENISTEC, Korea; 특허 10-1312686호)를 이용하였고, 시약이 붉은색으로 변할수록 소변 중 과산화지질 농도가 높다고 판단하며 색변화에 의한 5단계 수준으로

Table 2. Factor of profile of mood state test.

Factor	Sub factor	Question	Number of questions
Mood state	Tension-anxiety	2/10/16/20/22/26/27/37/41	9
	Depression-dejection	5/9/14/18/21/23/32/35/36/44/45/48/58/61/62	15
	Anger-hostility	3/12/17/24/31/33/39/42/47/52/53/57	12
	Vigor-activity	7/15/19/38/51/56/60/63	8
	Fatigue-inertia	4/11/29/40/46/49/65	7
	Confusion-bewilderment	8/28/37/50/54/59/64	7

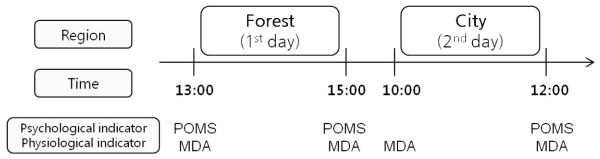

Figure 2. Flow chart of experiment.

평가한다. 본 측정방법에 대해서 기존의 과산화지질 측정방법과 비교분석한 실험에서 90%이상의 검정신뢰성을 보여주었다. 본 간이측정방법은 실외에서 소변시료를 이용해 5분간 반응시켜 과산화지질 농도 수준을 바로 판단할 수 있어, 간편하게 결과를 얻어낼 수 있는 지표이다. 본 연구의 시간에 따른 전체 실험순서는 Figure 2와 같다.

4. 통계분석

산림지역과 도시지역 간의 기분상태척도와 과산화지질 수준을 비교분석하였다. 동일한 피험자의 반복측정을 통한 변화분석방법인 paired t-test를 이용하였고, 정규분포를 이루지 않는 자료에서는 비모수 검정 방법인 Wilcoxon signed rank test를 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 기분상태척도 비교 결과

총기분장애점수(Total mood disturbance score, TMD)는 산림지역에서 유의하게 낮아져 심리적 상태에 긍정적 영향을 주는 것을 알 수 있었다. 또한, 세부항목에서도 산림지역에서는 부정적 감정 완화가 확연히 드러났으나 도시지역에서는 분노, 피로 항목에서 부정적 감정이 유의한 차이를 보이지 않았다(Figure 3, 4). 다른 연구사례에서도 도시지역에 비하여 산림지역에서 불안, 분노, 피로, 혼란 우울감이 완화되었다(Kim et al., 2012; Yang et al., 2011; Ji et al., 2012).

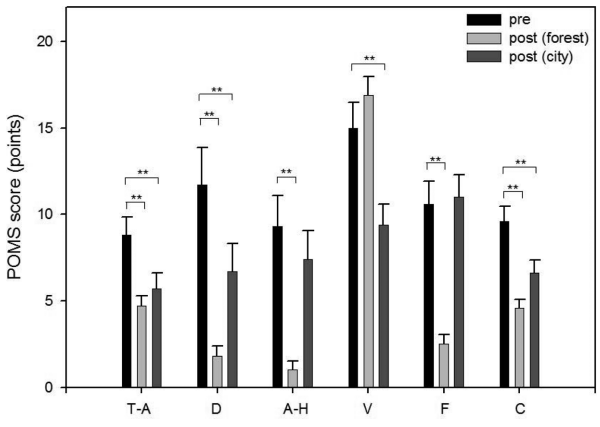

Figure 3. Results of POMS score between forest and city area (T-A, Tension-Anxiety; D, Depression; A-H, Anger-Hostility; V, Vigor; F, Fatigue; C, Confuse).

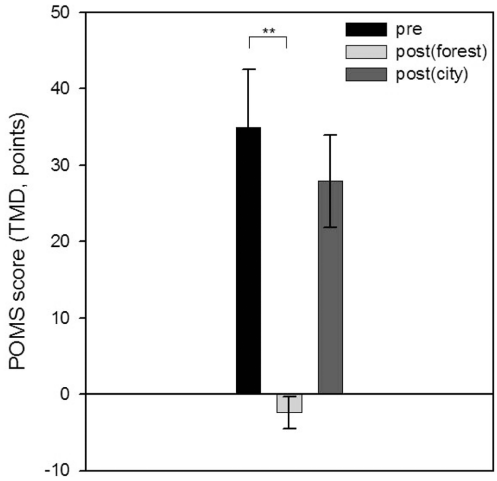

Figure 4. POMS score (Total mood disturbance score, TMD) between forest and city area.

그 외 연구에서도 다양한 심리척도를 이용하여 산림 활동에 의한 심리적 안정 효과에 대해 연구하였다. 미혼모를 대상으로 한 산림치유 프로그램에서 우울감과 자존감이 회복되는 결과를 보였으며(Song et al., 2009), 우울증 회복기에서 더 이상 증상 호전이 보이지 않는 환자들을 대상으로 한 연구에서 평소의 우울감이 감소되고 삶의 질이 향상되는 결과를 보였다(Kim et al., 2009). 이외에 회사원을 대상으로 생산성 향상을 위하여 도시경관대신 자연경관을 보여주었을 때, 스트레스가 해소 되는 경향을 보였다(Yi and Yi, 2006). 또한 학생을 대상으로 한 산림치유 프로그램을 실시한 결과, 학생들의 적대감과 대인예민성이 회복되는 경향을 보였다(Shin et al., 2000). 마찬가지로 소아를 대상으로 한 환경성질환 치유캠프에서는 심리적으로 불안정한 상태가 완화되었다(Yoo et al., 2011). 종합적으로 보았을 때, 기분상태척도 외에 다른 심리척도를 이용한 연구에서도 산림에서 심리적 안정효과를 보였다. 특히 우울증환자와 부적응 학생 및 소아를 대상으로 한 연구에서도 심리적 안정효과가 나타나므로, 사회적 약자를 대상으로 한 심화연구가 필요할 것으로 보인다.

2. 과산화지질 수준 비교 결과

첫째날에 실시한 산림지역 실험에서 과산화지질 수준이 2.4 수준에서 1.9 수준으로 낮아지는 경향을 보였으나 통계적으로 유의한 수준을 보이지는 않았다. 이튿날에 실시한 도시지역 실험에서는 과산화지질 수준이 2.9에서 3.5 수준으로 유의하게 증가하였다(Table 3). 2시간 동안의 단기간 체류로도 각 지역의 특성에 따라 과산화지질 수준의 경향이 변화하는 것을 볼 수 있다. 이를 통해 과산화지질은 환경 변화에 민감한 지표이며, 단기간의 환경노출이 인체에 미치는 영향을 파악하는 데에 적합한 지표라는 것을

Table 3. Change of malonaldehyde(MDA) level during 2days.

Region	pre	post	Mean Rank (Sum of ranks)	Na	Mean Rank (Sum of ranks)	Nb	Nc	Z	p-value
	Mean±SD								
Forest	2.4±0.30	1.9±0.25	7.32(80.50)	11	8.17(24.50)	3	15	-1.775	0.076
City	2.9±0.17	3.5±0.22	15.00(60.00)	4	11.37(216.00)	19	6	-2.446*	0.014

a: post<pre, b: post>pre, c: post=pre, *p<0.05

Table 4. Change of malondialdehyde(MDA) level by gender.

Region	Gender	Pre	Post	Mean Rank (Sum of ranks)	Na	Mean Rank (Sum of ranks)	Nb	Nc	Z
		Mean±SD							
Forest	Man	2.7±1.62	2.2±1.56	5.17(31.00)	6	4.67(14.00)	3	6	-1.018
	Woman	2.1±1.61	1.6±1.08	3.00(15.00)	5	0.00(0.00)	0	9	-2.070*
City	Man	2.9±0.79	3.7±1.22	8.50(17.00)	2	6.73(74.00)	11	2	-2.040*
	Woman	2.7±1.05	3.2±1.12	7.00(14.00)	2	5.13(41.00)	8	4	-1.430

a: post<pre, b: post>pre, c: post=pre, *p<0.05

알 수 있다. 이와 같은 과산화지질의 특성이 실험기간이 짧기 때문에 생길 수 있는 오차를 최대한 줄일 수 있을 것으로 보인다. 각 지역에서 진행한 실험은 특정 하루에 나타나는 개인의 컨디션 변화와 같은 변수가 있을 수 있으나, 단기간의 환경노출에 의한 반응을 측정하는 지표인 과산화지질로 동일하게 실험에 적용하여 오차를 최소화하였다. 한편, 산림에서 과산화지질 수준이 감소하는 경향은 대기 중 오염물질 농도가 적고 스트레스 완화효과에 의한 것으로 추측된다. 이와 마찬가지로 단기간의 도시 환경노출에 의해서 과산화지질 수준이 증가하는 것은 대기환경과 스트레스에 의한 것이라 할 수 있다. 기존 연구에 따르면, 대기 중의 미세입자에 의해 과산화지질 수준이 높아졌다는 연구(Kim et al., 2005)가 있었고, 대기오염에 노출된 피험자의 과산화지질 수준이 높아졌다(Leem et al., 2005)는 결과와 본 연구결과의 도시지역에서 과산화지질 수준이 높아진 것과 유사하다고 할 수 있다. 단, 실험 진행 시 대기질 측정은 함께 진행하지 않아 환경부에서 제공하는 대기 오염도 실시간 제공 시스템 자료를 인용하였다. 해당 날짜의 대기질 자료는 제공되지 않아 2013년의 실험과 동일한 날짜의 대기질 수준을 조사하였다. 이에 따라 제주 도시지역과 산림지역의 2013년 9월 14일부터 10월 13일까지의 대기질 특성은 산림지역의 대기오염물질(O_3, CO, PM-10, NO_2, SO_2)농도가 도시에 위치한 제주시에 비하여 모두 낮게 나타났다. 특히, 미세먼지 농도가 제주시에서 38 μg/m^{3}으로 나타나 서귀포시 33 μg/m^{3}에 비해 낮았으며, 이를 통해 미세먼지 농도와 같은 대기질이 과산화지질 수준 변화에 영향을 준 것으로 보인다.

또한 성별에 따른 과산화지질 수준 결과(Table 4)에서는 산림지역에서 여성의 과산화지질수준이 2.1에서 1.6 수준으로 낮아졌다. 반면, 남성 피험자는 도시지역에서 과산화지질이 2.9에서 3.7 수준으로 높아졌다. 선행연구에 따르면, 인체 대상 실험에서는 흡연, 음주, 운동, 개인 질병력 등이 활성산소에 영향을 미치는 인자였다(Yoon, 1997; Kim et al., 2005; Lee and Kang, 2007; Choi et al., 2008). 이에 따라 본 연구에서 남성과 여성의 과산화지질 수준 차이는 흡연여부와 질병력 차이로 인한 결과로 보인다. 도시지역에서 남성 피험자의 과산화지질 수준이 높아진 것은 흡연여부와 관련이 있으며, 여성 피험자의 경우는 상대적으로 흡연률이 낮아 산림지역에서 과산화지질 수준이 낮아진 것으로 보인다. 또한 본 연구에서 최종 피험자 연령별 분포는 피험자 29명 중 21명이 20대로 편중되어 나타났다. 이에 따라 본 연구결과를 활용해 연령에 따른 과산화지질 수준 변화에 대해 파악하기에는 어려움이 있다. 하지만 선행 연구결과에 따르면 개인의 흡연, 음주 등의 생활습관과 과산화지질 수준이 관련이 있기 때문에, 생활습관과 질병력 설문조사를 추가로 진행하는 것이 환경노출에 의한 과산화지질 변화를 파악하는 데에 더욱 유용할 것이다. 단, 본 연구에서는 피험자를 대상으로 질병력 설문조사를 시행하지 않아 추가분석이 어려우므로, 향후 연구에서는 생활습관과 질병력에 대한 설문조사를 시행하여 그 변화를 살펴보는 연구를 수행해야 한다.

또한, 단기적 환경노출뿐만 아니라 장기간 치유캠프에서 과산화지질 지표의 활용성을 검토하는 것이 필요하다. 이와 더불어 걷기라는 일반적 활동 외에도 등산 강도에 따른 산화스트레스 회복 정도를 알아보는 것이 필요하다. 기존 연구에 따르면, 수영을 지속적으로 실시한 쥐에서 항산화 효소의 활성이 높았다. 훈련 초기에는 활성산소 농도가 높게 나타나지만, 항산화 효소 활성이 활발히 일어나 훈련 종료 후에는 건강증진 효과를 보였다(Kwak et al., 2003). 또한 지속적인 유산소운동을 수행하였을 때, 항산화 효소 활성이 높았다는 연구결과(Kim, 2000)도 같은 맥락이라고 할 수 있다. 이와는 달리 단기간 높은 강도의 운

동을 하는 것은 오히려 과산화지질 농도가 높아져 산화스트레스가 일어났다(Alessio et al., 1988). 이에 따라 지속적인 운동이 산화스트레스 예방과 건강증진에 효과적이라고 할 수 있다. 한편, 일반운동보다 산림운동에서 혈압이 낮아지며 항산화 효소 수준에서 유리하다는 연구결과(Choi et al., 2008)를 통하여 산림운동이 건강증진에 효과가 있는 것으로 나타났다. 이에 따라 추가로 수행할 연구에서는 산림운동의 효과를 운동 강도와 시간별(장기간, 단기간)로 비교하여야 할 것이다.

결 론

본 연구는 산림활동에 의한 치유효과 측정을 위한 생리적 지표로써, 과산화지질의 활용가능성을 검토하고자 진행하였다. 기분상태척도 결과에서는 도시보다 산림에서 부정적 감정이 완화되어 심리적으로 안정되는 경향을 보였다. 또한 과산화지질 수준이 도시지역에서 2.9에서 3.5 수준으로 유의하게 높아졌고, 산림지역에서는 2.4에서 1.9 수준으로 낮아지는 경향을 보였다. 산림에서의 심리적인 변화와 마찬가지로, 생리적으로도 도시보다 산림에서 산화스트레스가 완화되는 경향을 보였다. 과산화지질은 산림 및 도시 환경 조건의 단기간 노출만으로도 감소 또는 증가하는 경향을 나타내었다. 산화스트레스는 환경조건 및 스트레스와 관련이 있기 때문에, 본 연구에서는 도시보다 산림의 환경조건이 스트레스 완화와 활성산소에 의한 인체 내 산화스트레스 완화에 긍정적 영향을 줄 수 있다는 가능성을 확인할 수 있었다. 이에 따라 단기간 환경노출에 의한 인체에 미치는 영향 파악을 위한 생리적 지표 중의 하나로써, 과산화지질의 활용가능성이 높다고 할 수 있다.

향후 산림치유 효과측정을 위한 연구에서는 장기간 산림에서 체류 또는 활동할 경우에 인체에 미치는 영향에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다. 또한 산림에서의 운동 및 활동 강도가 인체에 미치는 영향도 조사분석할 필요가 있다. 이와 더불어 산림환경이 인체에 미치는 다양한 영향을 파악하기 위해서는 새로운 심리 및 생리적 지표의 지속적인 발굴이 필요할 것이다.

감사의 글

본 연구는 2012년도 국립산림과학원 리서치 펠로우십의 지원에 의해 이루어진 것입니다.

인용문헌

Alessio, H.M. and Goldfard, A.H. 1988. Lipid peroxidation and scavenger enzymes during exercise: adaptative response to training. Journal of Applied Physiology 64(4): 1333-1336.

Alessio, H.M., Goldfarb, A.H., and Cutter, R.G. 1988. MDA content increses in fast- and slow-twitch skeletal muscle with intensity of exercise in a rat. American Journal of Physiology 255(6 pt 1):C874-877.

Choi, J.H., Shin, W.S., Seo, K.W., Cha, W.S. Yeon, P.S., and Yoo, R.H. 2008. The influence of exercise in a forest environment on blood pressure, heart rate, MDA and SOD. Journal of Korean Forestry Society 97(4): 417-422.

Halliwell, B. 1994. Free radicals, antioxidants and human disease : curiosity, cause, or consequence? Lancet 344(8924): 721-724.

Ji, G.B., Kim, K.N., and Han, G.S. 2012. Physiological and psychological effects of viewing and walking in forest and urban area. Journal of Environmental Science International 21(5): 605-611.

Kasetani, T., Okumura, K., Yoshida, S., Takayama, N., and Kagawa, T. 2007. Differences in the physiological and psychological effects of walking in various satoyama (countryside forests) landscapes. Journal of the Japanese Institute of Landscape Architecture 70(5): 569-574.

Kim, D.S., Yu, S.D., Ahn, S.C., Kang, T.S., Hong, Y.C., and Lee, K.H. 2005. A study on effect of fine particle and genetic polymorphisms on pediatry pulmonary function and oxidative damage biomarkers. Korean Journal of EHS Assessment 3(3): 13-21.

Kim, H.G. 2000. The effect of melatonin supplement and aerobic exercise on activities in the GPX (glutathione peroxidase) of sprague dawley rats. Korean Journal of Physical Education 39(4): 467-479.

Kim, K.M., Lim, H.J., Kim, S.H., Choi, Y.H., Shin, W.S., and Park, B.J. 2012. The difference of psychological relaxation effects between natural recreation forest and urban forest. Journal of Korean Forest Recreation 16(1): 53-58.

Kim, S.K., Shin, W.S., Kim, M.K., Yeoun, P.S., Park, J.H., and Yoo, R.H. 2008. The effects of negative ions on stress responses and cognitive functions. Journal of Korean Forestry Society 97(4): 423-430.

Kim, W., Woo, J.M., Lim, S.K., Chung, E.J., and Yoo, R.H. 2009. The effect of psychotherapy using forest environment on depressive symptoms in patients with major depressive disorder: a preliminary study. Journal of Korean Forestry Society 98(1): 26-32.

Kim, Y.K. and Chyun, J.H. 2005. Effect of smoking and carotenoid-rich food consumption on lipid peroxidation and antioxidant status. The Korean Journal Nutrition 38(10): 836-846.

Kwak, Y.S., Yoo, B.I., Park, C.H., and Hwang H.J. 2003. The effect of swimming training on MDA, HR and anti-oxidant enzymes in the Sprague-Dawley Rats. Korean Journal of Sport Science 14(4): 21-27.

Lee, J., Park, B.J., Tsunetsugu, Y., Ohira, T., Kagawa, T., and

Miyazaki, Y. 2011. Effect of forest bathing on physiological and psychological responses in young Japanese male subjects. Public Health 125(2): 93-100.

Lee, J.H., Shin, W.S., Yeoun, P.S., and Yoo, R.H. 2009. The influence of forest scenes on psychophysiological responses. Journal of Korean Forestry Society 98(1): 88-93.

Lee, S.H. and Kang, H.S. 2007. Effect of walking exercise intensity on leucocyte DNA telomere length in middle-aged women. Korean Journal of Sport Science 18(4): 34-43.

Leem, J.H., Kim, J.H., Lee, K.H., Hong, Y.C., Lee, K.H., Kang, D., and Kwon, H.J. 2005. Asthma attack associated with oxidative stress by exposure to ETS and PAH. Journal of Asthma 42(6): 463-467.

Ministry of Environment. 2013. Real time air quality data. http://www.airkorea.or.kr (2013. 10. 13)

Park, B.J., Tsunetsugu, Y., Kasetani, T., Hirano, H., Kagawa, T., Sato, M., and Miyazaki, Y. 2007. Physiological effects of Shinrin-yoku (Taking in the atmosphere of the forest): Using salivary cortisol and cerebral activity as indicators. Journal of Physiological Anthropology 26(2): 123-128.

Shin, W.S., Kim, S.K., Yeon, P.S., and Lee, J.H. 2010. Effects of phytoncides on psychophysical responses. Journal of Korean Forest Recreation 14(2): 85-91.

Shin, W.S., Lee, S.I., Ryu, J.H., and Lee, E.W. 2000. The influence of forest experience on the mental health. Journal of Korean Forest Recreation 4(1-2): 25-32.

Shin, W.S., Yeon, P.S., and Lee, J.H. 2007. The impact that a forest experience influences on a Human Mental state stability. Journal of Korean Forest Recreation 11(3): 37-43.

Song, J.H., Shi, W.S., Yeoun, P.S., and Choi, M.D. 2009. The influence of forest therapeutic program on unmarried mothers' depression and self-esteem. Journal of Korean Forestry Society 98(1): 82-87.

Yang, E.S., Seo, S.H., Jeong, K.S., Yoon, H.R., Lee, D.H., and Hwang, B.G. 2011. The effects of short-term meditation and walking exercise in a forest on blood pressure, heart rate, NK-cell and POMS. Kinesiology 13(3): 31-40.

Yi, Y.K. and Yi, P.I. 2006. The impact of landscape type on urban office workers' stress and cognitive performance-comparison between natural and urban landscape-Journal of Korean Institute of Landscape Architecture 33(6): 1-11.

Yoo, Y., Lee, S.M., Seo, S.C., Choung, J.T., Lee, S.J., Park, S.J., and Park, C.W. 2011. The clinical and immunological effects of forest camp on childhood environmental diseases. Journal of Korean Forest Recreation 15(2): 85-93.

Yoon, G.A. 1997. Changes of vitamin C level, lipid peroxidation and lipid concentration in plasma of smokers and non-smokers. Korea Journal of Nutrition 30(10): 1180-1187.

(2013년 7월 2일 접수; 2013년 11월 7일 채택)