

꽃자왈휴양림 삼림욕 후 자율신경 활성의 변화

신방식^{1,2} · 이근광^{2,3*}

¹제주도YMCA, ²동방문화대학원대학교 자연치유학과, ³고구려대학교 피부미용과

Changes of Autonomous Nerves Activities after the Gyorae Gotjawal Forest Bathing

Bangsik Sin^{1,2} · Keun Kwang Lee^{2,3*}

¹Jejudo YMCA

²Dept of Naturopathy, Dongbang Culture Graduate Univ., Seoul, 02838 Korea

³Dept of Skin and Beauty Arts, Goguryeo College, Naju, Jonnam, 58280, Korea

(Received August 12, 2018 / Accepted August 28, 2018)

Abstract Purpose: The purpose of this study was to evaluate the effect of the subjects after visiting the Gyorae forest on the activity of the autonomic nervous system. **Methods:** Before and after the forest bath, it was measured using a ubiquitous machine. **Results:** After the bath there was no significant difference in the sympathetic nerve activity (LF) of the control group, but the difference was significant in the experimental group by increasing ($p < .038$), and in the variance analysis, there was a significant difference between the groups ($p < .014$), between pre-and post-bath ($p < .026$), and also between the groups and pre-and post-bath ($p < .018$). The changes in parasympathetic activity (HF) were not significant in both the control and experimental. In the LF/HF ratio, the experimental group was significantly increased, and in the analysis of variance, there was also significant difference between group and before and after bath ($p < .04$). Mean pulse rate in the experimental group was a significant increase after bath ($p < .026$). In the change of pulse standard deviation, the value of the control and the experimental groups by variance analysis was a significant difference between the groups ($p < .014$). There was no difference between the mean values of the control and the experimental groups in the change of mean heart rate deviation. **Conclusions:** The autonomic nervous systems were activated after Gyorae forest bathing, where may be useful place for healing.

Key words: Gotjawal, Forest bathing, Sympathetic nerve, Parasympathetic nerve, Pulse

초록 목적: 교래자연휴양림을 탐방한 대상자들이 삼림욕을 한 후에 자율신경의 활성도에 미치는 영향을 평가하는 것이 목적이었다. **방법:** 삼림욕 전후에 유비맥파기를 이용하여 맥파를 측정하였다. **결과:** 삼림욕 후에 교감신경 활성(LF)의 변화에서는 대조군의 사전과 사후의 평균치 차이는 유의성이 없었으나, 실험군에서는 사전보다 사후에는 증가하여 유의성이 있었으며($p < .038$), 분산분석에서는 그룹간($p < .014$), 전후 차($p < .026$) 및 그룹과 전후 차에서도 유의하였다($p < .018$). 부교감신경 활성도(HF)의 변화에서는 대조군과 실험군 간에 모두 유의성이 없었다. LF/HF 비율에서는 실험군에서는 사전보다 사후에 증가하여 유의성이 있었고($p < .019$), 그리고 분산분석에서는 그룹간, 사전 및 사후 차간에서도 유의성이 있었다($p < .04$). 평균맥박의 변화에서는 대조군은 사전보다 사후에 유의성이 없이 감소하였으나, 실험군에서는 사전보다 사후에 증가하여 유의성이 있었다($p < .026$). 맥박표준편차(SDNN)의 변화에서는 대조군 및 실험군의 사전보다 사후의 평균치는 감소하였으나 유의성이 없었으나, 분산분석에서는 그룹간에서는 유의성이 있었다($p < .014$). 심박변이평균편차(RMSSD)의 변화에서는 대조군 및 실험군의 사전과 사후의 평균치 차이는 유의성이 없었다. **결론:** 교래꽃자왈 숲 삼림욕 후에는 자율신경의 활성이 변화되고 평균맥박도 높아져서 자연치유의 장소로 유용하다고 판단한다.

주제어: 꽃자왈, 삼림욕, 교감신경, 부교감신경, 맥박

*Corresponding author. Bangsik Sin (Doctoral students); Keun Kwang Lee (Professor)
E-mail: kklee@kgrc.ac.kr

서 론

제주도 내의 꽃자왈의 분포는 224.58 km²로 한라산을 중심으로 동부지역에 38.1%, 서부지역에 32.8%, 남부지역에 18.4%, 북부지역에 10.7%로 분포하고 있어 특히 동부지역과 서부지역의 면적이 넓었다. 그리고 표고에 따른 분포면적을 살펴보면 해발 200 m 이하 지역은 49.6%, 해발 200~400 m 지역은 30.7%, 그리고 해발 400~600 m 사이의 지역은 19.7%를 점유하는 것으로 보고되었다(Song, 1996). 꽃자왈은 일반적으로 한라산의 중간 산간지역에 분포하는 것으로 알려져 있지만 실제로는 해발 100 m 이하의 해안지역에도 상당히 넓은 면적을 차지하는 것으로 보고되었다. 단지 해발 600 m 이상의 산간지역에서는 분포범위가 적게 나타나고 있는 것만큼은 확실하다(Song, 2016). 제주도 내에 분포하는 꽃자왈을 지역적으로 보면 크게 구좌·성산 꽃자왈, 조천·함덕꽃자왈, 애월 꽃자왈, 한경·안덕꽃자왈의 4개 지역으로 나눌 수 있다(Song, 2000; Song, 2016).

제주도와 꽃자왈에는 숲이 우거져서 다양한 식물 상을 보여주고 있다(Song, 2016). 꽃자왈 지역의 대기질에는 많은 양의 피톤치드(phytoncide)와 음이온(anion)이 함유되어 있다(Kim *et al.*, 2013a, 2013b; Sin *et al.*, 2018a, 2018b). 피톤치드는 식물이 대기 중에 방출하는 방어용 화학물질이며, 향균, 탈취 등 다양한 기능을 가진 휘발성 물질이다(Muller-Dietz, 1956). 피톤치드는 산림에서 분비되는 휘발성인 테르펜류, 알칼로이드, 플라보노이드, 페놀성 물질 등을 총체적으로 '피톤치드'라 한다(Kang, 2003).

제주의 절물휴양림의 피톤치드의 일일 평균 생산량은 1,011~1,087 pptv이었다. 여름철에는 일일 최대 1,500 pptv가 분포되었으며, 계절별 분포는 여름>가을>봄>겨울 순으로 나타났다. 일과 중에는 오전 12~14시에 높게 나타났다. 대기 중의 분포된 피톤치드의 성분은 음이온성인 sabinene, d-limonene, α -pinene 등의 성분이 주를 이루고 있다(Kim *et al.*, 2013a). 제주도의 남쪽인 서귀포휴양림의 편백나무 숲에서는 983 pptv, 활엽수 지역에서는 304~324 pptv이 측정되었다. 여름철에는 편백나무 숲에서는 1,441 pptv, 가을철에는 1,073 pptv, 봄에는 897 pptv, 겨울엔 520 pptv가 측정되었다. 편백나무 숲은 음이온인 sabinene(25%), d-limonene(20%) 등이 분포되었다(Kim *et al.*, 2013b).

제주도는 대기질 또 대기화학의 연구에 매우 적합한 섬이다. 지리적으로 육지에서 떨어져있고, 화산으로 생긴 섬이며, 공업지역이 아니기 때문에 적합성이 높게 평가되는 지역이다. 제주도의 대기질에는 음이온과 양이온 등이 혼재하는 것으로 보고되었다. Carmichael *et al.*(1996)은 1992~1993년도 제주도에서 채취한 대기질의 연간 평균 음양이온의 측정치는 SO₄²⁻는 7.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NO₃⁻는 1.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NH₄⁺은 1.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Na⁺은 1.66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, K⁺는 0.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Ca²⁺는 0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Mg²⁺는 0.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Cl⁻는 1.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 등의 음이온과 양이온이 검출하였다. 계절별로 함량이 다양하게 변이성이 높았다고 판단하

였다. Carmichael *et al.*(1997)은 제주도에서 1992~1995년도 까지 3년간의 측정에서는 이온의 종류와 양은 SO₄²⁻는 7.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NO₃⁻는 1.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NH₄⁺는 1.27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Na⁺은 1.66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, K⁺는 0.39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Ca²⁺는 0.47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Mg²⁺는 0.26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Cl⁻는 1.88 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 등으로 음이온과 양이온이 검출하였다. 대기질의 농도는 표집시간과 장소에 따라서 변이성이 높았고, 계절적으로도 변이성이 높게 나타났다 하였고. Chen *et al.*(1997)은 1992-1995년 사이 3년간을 매일 측정한 제주 지역 대기질에는 위의 검출내용과 유사하였다. 성분은 계절적으로 순환하는 듯 했으며, 봄철에 높게 측정되는 종류는 sulfate, nitrate, ammonium, potassium, calcium 등이었다. 대기질이 높게 측정된 물질들은 일부 중국 중부에서 유래된 것으로 추정하였다. Lim *et al.*(2012)은 제주 고산지역에서 미세먼지 함유량을 2007~2008년에 걸쳐서 조사한 결과 일일 평균 PM_{1.0}은 13.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, PM_{2.5}는 17.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, PM₁₀은 28.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 측정되었다. 미세먼지에는 다량의 유기탄소 성분과 음이온과 양이온 물질이 검출되었다. Sin *et al.*(2018b, 2018c)은 제주도의 교래꽃자왈 숲을 중심으로 대기질의 음이온(anion)의 수를 조사하였다. 제주도의 자연휴양림 지역을 중심으로 16개 지점 일간 별에 따른 대기질 중의 음이온과 양이온 수를 측정에서 측정된 평균수의 범위는 제일 낮은 제주시 449.35 ions/cm³, 제일 높은 천지연은 3471.25 ions/cm³의 범주로 나타났다. 순서로 보면, 제일 낮은 제주시 <함덕<한라산 1100 m<농장<교래 A<사려니 길<절물<교래 B<거문오름<제주시<한라 숲길<한라산 수목원<성판악<동백산<정방<원양<천지연 순이었다. 음이온이 지형적으로 낮은 지대와 높은 지역은 함량이 낮게 측정되었다. 이와 같이 제주도의 삼림 및 꽃자왈 숲에는 음이온이 혼재하여 존재하는 것을 알 수가 있다. 제주도에는 삼면이 바다이고 육지에는 산과 숲이 우거져 있어서 대기질에는 피톤치드와 음이온을 다량 함유되어 있다.

숲속의 나무들이 생산하는 피톤치드는 항균작용 및 교감신경계의 흥분을 감소하여 부교감신경계에는 정신적인 안정감을 주어 뇌의 전두엽에서 쾌적성을 일으키고 간세포 내 효소 활성을 높여 생리기능 활성화에 기여한다고 하였다(Tanida, 2008). 피톤치드는 크게 향균, 탈취 등의 효과가 있고, 그 향기를 흡입하므로 심신이 쾌적해지고, 쾌적하고 진정적인 효과가 있으며 생리적으로 이완이 된다고 하였다(Hiromura, 2002). 삼나무에서 추출한 정유 성분인 세드롤을 흡입하면 부교감신경 활동의 항진과 교감신경 활동이 억제된다고 하였다(Dayawansa *et al.*, 2003). Sin *et al.*(2017)은 삼림욕 후에는 스트레스 호르몬인 타액 코티졸 분비량이 감소하는 것을 보고하였다. 자연스러운 영상인 푸른 하늘, 잔잔한 호수, 계곡 그리고 아름다운 숲의 동영상 등은 뇌파의 알파파(α)를 증가시키며 심리적인 진정효과가 있다고 보고하였다(Yutaka *et al.*, 2001). 이상의 결과를 볼 때에 제주도에서 삼림욕을 하였을 때에는 특히 자율신경 활성화에 어떠한 영향을 미치는지 탐구하고자 본 연구를 하게 되었다.

재료 및 방법

연구대상자 선별, 연구기간 및 장소

숲 체험 참가자로 제주도건강협회 모임의 회원으로써 20대부터 60대의 남녀를 대상으로 선별하였다. 연구대상자에게 본 연구의 목적 및 내용을 설명하여 알려주고 참여를 동의하는 자원자를 선별하였다. 숲 체험에 대한 설명과 동의서를 받은 다음에 실시하였다. 스트레스측정을 위한 유비맥파검사는 제주도 교래곶자왓 자연휴양림(제주시 조천읍 남조로 2013)에서 실시하였다.

유비맥파 검사 대상자

임상대상자의 일반적 사항을 살펴보면, 연구대상은 총 69명이었다. 이중에 대조군은 18명으로 시작하였으나 4명이 임상과정에서 검사에 일부 빠져서 제외하고 총 14명의 대상자가 끝까지 입사에 완주하였고, 여성이 3명, 남성이 11명이었다. 임상집단은 총 51명이었고, 여성이 23명으로 시작하였으나 중도 탈락자가 2명이어서 최종까지 입사에 참여한 여성은 21명이었고, 남성은 28명이 끝까지 완주하여, 총 임상집단은 49명이었다(Table 1). 연령의 분포는 대조군은 24~70세의 분포를 보였다. 임상집단은 24~69세의 분포를 보였다.

맥파 검사기간

맥파검사 장소는 제주도 교래곶자왓 자연휴양림에서 실시하였다. 입상기간은 2017년 6월 28일부터 7월 28일 사이에 유비맥파기를 이용하여 자율신경 활성의 변화를 조사하였다.

uBioMacpa기의 사용방법

삼림욕 전후에 대상자들의 손가락의 말초혈관의 맥파 검사를 Sin *et al.*(2018) 및 uBioMacpa(2017)의 방법을 이용하여 수행하였다.

교래자연휴양림 체험 장소와 프로그램 진행

대상자들의 측정은 1일내에 실시하였다. 오전 10시에 교래자연휴양림에 도착하여 오리엔테이션을 하였고, 11시부터 사전 검사를 실시하였다. 유비맥파 검사를 교래 숲을 방문하기 전과 후에 실시하였다. 즉, 12시부터는 점심식사 및 휴식을 취하였다. 13시부터는 교래곶자왓 숲 산책로를 따라서 산책을 2시간동안 하도록 하였으며, 15시경에 곶자왓 산책로를 따라서 숲에서 내려와서 사후검사를 하였다.

통계적 분석방법

uBioMacpa기로 측정된 자료는 각각 부호화 작업을 거쳐

SPSS program을 이용해 전산처리 하였다. 대상자 변인별 각 집단의 집중경향과 변산을 알아보기 위하여 평균치, 표준편차 그리고 표준오차를 산출하였다. 각 변인별 집단의 반응간의 차이를 검정하기 위하여 *t*-검정과 분산분석을 하였다.

결과 및 고찰

제주도 교래자연휴양림을 탐방한 대상자들이 삼림욕 전후에 자율신경 활성의 변화를 조사하였다.

임상대상자들의 특성

임상대상자의 일반적 사항을 살펴보면, 총 대상자는 총 63명이었다. 대조군은 총 14명이었고, 여성이 3명, 남성이 11명이었다. 실험군은 총 51명이었으며 여성은 21명이었고, 남성은 28명으로 총 임상집단은 49명이었다(Table 1). 연령의 분포는 대조군은 24~70세의 분포를 보였다. 실험군은 24~69세의 분포를 보였다.

교감신경 활성(LF)의 변화

교감신경의 활성은 긴장, 흥분상태에서 높게 나타나게 된다. 대상자 대조군 14명과 실험군 49명이 삼림욕 전후의 교감신경활성(LF: low frequency)의 변화를 유비맥파기로 측정된 결과는 Table 2, Fig. 1에 제시되었다. 대조군의 사전(6.52 Ln)과 사후(6.31 Ln)의 평균치 차이는 0.21로 유의성이 없게 감소로 나타났다($p < .666$). 실험군에서는 사전(5.93 Ln)과 사후(6.24 Hz)의 측정치 평균의 차이는 0.31 Ln가 유의성이 있게 증가되어 나타났다($p < .038$). 이러한 결과는 삼림욕 후에 교감신경 활성에는 영향이 있다고 판단할 수 있다.

교감신경활성도를 대조군과 실험군의 사전 및 사후의 측정된 수치의 분산분석에서는 그룹간에서는 $F=2.16, p < .014$ 로 유의한 차이가 있었고, 전후 차에서도 $F=3.048, p < .026$ 로 유의한 차이가 있었고, 그룹과 사전 사후 차에서도 유의한 차이가 있었다($p < .018$)(Table 3). 즉, 삼림욕 후의 사후의 경우에 대조군보다 실험군이 상대적으로 교감신경활성도는 차이는 있어서 통계적으로는 유의성이 높아서 삼림욕의 효과가 크다고 본다. You & Lee(2016)는 아리랑노래를 불으면서 교감활성의 정도를 측정된 결과에서 아리랑노래가 교감활성을 증진시키는 효과가 있다고 보고를 하였다. 본 연구에서도 삼림욕을 통해서 자연치의 피톤치드의 자극으로 높아진 결과와 유사한 결과라고 판단한다.

부교감신경 활성도(HF: high frequency)변화

부교감신경 활성도는 충분한 휴식이나 이완 상태에서 높게

Table 1. Subjects for researches

Tools	Control group (persons)			Test group (persons)			Total
	Male	Female	Sum	Male	Female	Sum	
uBioMacpa	11	3	14	28	21	49	63

Table 2. Significance of mean LF values of each groups after forest bathing

Group	Time	Mean (Ln)	SD	t	p*
Control	Bef	6.52	1.392	.437	.666
	Aft	6.31	1.214		
	Total	6.42	1.291		
Exp	Bef	5.93	1.134	2.495	.038
	Aft	6.24	.885		
	Total	6.09	1.023		

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

Ln = autonomous nerve balance unit (IEMBIO, 2001).

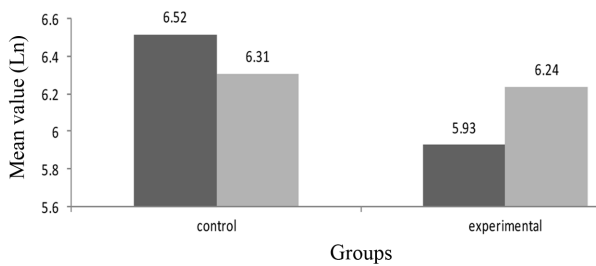


Fig. 1. Histogram of examined mean LF values before and after forest bathing.

Table 3. Variance of mean LF values of each groups after forest bathing

Source	SS	df	MS	F	p*
Corrected Model	5.267	3	1.756	1.476	.224
Intercept	3695.788	1	3695.788	3107.726	.000
Group	2.576	1	2.576	2.166	.014
Time	.057	1	.057	3.048	.026
Group & Time	1.534	1	1.534	4.290	.018
Error	151.032	127	1.189		
Total	5135.060	131			
Corrected Total	156.298	130			

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

나타나지만 분노, 근심, 공포 상태에서는 저하되게 된다. 삼림욕 전후의 부교감신경활성의 변화를 유비맥파기로 측정하였다(Table 4, Fig. 2). 대조군의 사전(5.67 Ln)보다 사후(5.83 Ln)에는 증가하여 평균치의 차이는 유의성이 없게 나타났다($p < .712$). 실험군 대상자들의 사전(5.64 Ln)보다 사후(5.55 Ln)에는 평균치가 감소하였으나 평균의 차이도 유의성이 없게 나타났다($p < .604$). 이러한 결과는 삼림욕 후에 부교감신경활성에 큰 영향이 없었다고 판단할 수 있다.

삼림욕 후에 부교감신경활성도의 변화를 분산분석으로 분석하였으나 그룹간에서는 $F = 5.85$, $p < .446$ 로 유의한 차이가 없었고($p < .446$), 전후 간에서도 $F = .033$, $p < .856$ 으로 유의성이 없었고, 그룹과 사전 사후 간에서도 유의한 차이는 없었

Table 4. Significance of mean HF values of each groups after forest bathing

Group	Time	Mean (Ln)	SD	t	p*
Control	Bef	5.67	1.101	-.372	.712
	Aft	5.83	1.355		
	Total	5.75	1.212		
Exp	Bef	5.64	.893	.521	.604
	Aft	5.55	.873		
	Total	5.60	.880		

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

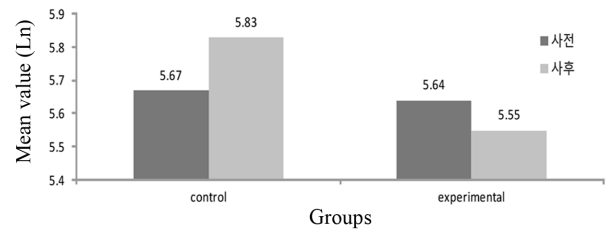


Fig. 2. Histogram of examined mean HF values before and after forest bathing.

Table 5. Variance of mean HF values of each groups after forest bathing

Source	SS	df	MS	F	p*
Corrected Model	.957	3	.319	.337	.799
Intercept	3045.535	1	3045.535	3215.268	.000
Group	.554	1	.554	.585	.446
Time	.031	1	.031	.033	.856
Group & Time	.389	1	.389	.411	.523
Error	120.296	127	.947		
Total	4278.840	131			
Corrected Total	121.252	130			

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

다($p < .523$)(Table 5). 즉, 사후의 경우에 대조군보다 실험군이 상대적으로 부교감신경 활성도는 차이는 있었지만 통계적으로는 유의성이 없어서 산림욕의 효과가 크지는 안했다고 본다. You & Lee(2016)는 아리랑노래를 부르면서 측정한 부교감신경의 활성도의 변화가 높다고 하였으나, 본 연구에서는 삼림욕이 부교감신경의 활성에는 저조하였다고 판단한다.

LF/HF 비율

교감활성/부 교감활성의 비율정도를 보는 것으로 면역력의 지표가 된다. 삼림욕 후의 LF/HF(교감신경/부교감신경 활성도의 균형비율) 균형도 비율의 변화를 유비맥파기로 측정한 결과를 Table 6, Fig. 3에 제시하였다. 대조군의 사전(1.14 Ln)과 사후(1.09 Ln)로 감소한 평균치 차이는 0.05로 유의성이 없게 나타났다($p < .23$). 실험군의 사전(1.06 Ln)과 사후(1.13

Table 6. Significance of mean LF/HF ratio values of each groups after forest bathing

Group	Time	Mean (Ln)	SD	<i>t</i>	<i>p</i> *
Control	Bef	1.14	.109	1.212	.235
	Aft	1.09	.122		
	Total	1.12	.117		
Exp	Bef	1.06	.168	-2.387	.019*
	Aft	1.13	.132		
	Total	1.10	.154		

p*<.05, *p*<.01, ****p*<.001.

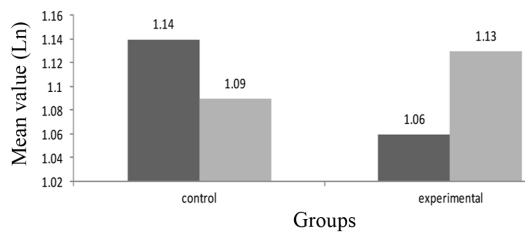


Fig. 3. Histogram of examined mean LF/HF ratio values before and after forest bathing.

Table 7. Variance of mean LH/HF values of each groups after forest bathing

Source	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i> *
Corrected Model	.162	3	.054	2.623	.053
Intercept	115.961	1	115.96	5626.37	.000
Group	.012	1	.012	4.383	.044*
Time	.003	1	.003	.134	.715
Group & Time	.089	1	.089	4.298	.040*
Error	2.618	127	.021		
Total	161.730	131			
Corrected Total	2.780	130			

p*<.05, *p*<.01, ****p*<.001.

Ln)로 증가한 차이는 유의성이 있게 나타났다(*p*<.019). 이러한 결과는 산림욕 후에 교감신경/부교감신경 활성도의 균형 비율에 영향이 있다고 판단할 수 있다.

대조군과 실험군의 사전 및 사후의 측정된 교감신경/부교감신경활성의 균형도 수치의 분산분석에서는 그룹간에서는 *F*=4.383, *p*<.044로 유의한 차이가 있었고, 사전 그룹과 사전 및 사후 차간에서는 *F*=4.298, *p*<.04로 유의한 차이는 있었다 (Table 7). 즉, 사후의 경우에 대조군보다 실험군이 상대적으로 교감신경과 부교감신경 활성도는 차이는 유의성이 있어서 산림욕의 효과가 크다고 본다.

평균맥박의 변화

대상자 대조군 14명과 실험군 49명이 산림욕 전후의 평균 맥박(BPM: mean beat per minute)의 변화를 유비맥파기로

Table 8. Significance of mean BPM values of each groups after forest bathing

Group	Time	Mean (p/m)	SD	<i>t</i>	<i>p</i> *
Control	Bef	74.55	11.389	.182	.857
	Aft	73.77	12.333		
	Total	74.17	11.661		
Exp	Bef	72.28	11.109	-2.260	.026
	Aft	78.00	14.059		
	Total	75.14	12.930		

p*<.05, *p*<.01, ****p*<.001. p/m = pulse/minute.

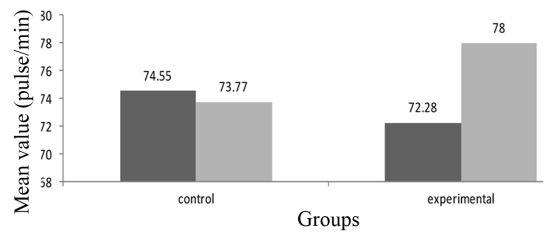


Fig. 4. Histogram of examined mean BPM values before and after forest bathing.

Table 9. Variance of mean BPM values of each groups after forest bathing

Source	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i> *
Corrected Model	846.375	3	282.125	1.809	.149
Intercept	527070.48	1	527070.48	3379.41	.000
Group	22.586	1	22.586	.145	.704
Time	144.803	1	144.803	.928	.337
Group & Time	249.959	1	249.959	1.603	.208
Error	19807.550	127	155.965		
Total	755774.97	131			
Corrected Total	20653.925	130			

p*<.05, *p*<.01, ****p*<.001.

측정한 결과를 나타낸 것이다(Table 8, Fig. 4). 대조군의 사전(74.55 박/분)과 사후(73.77 박/분)의 평균치 차이는 유의성이 없게 나타났다(*p*<.857). 실험군의 사전(72.28 박/분)과 사후(78 박/분)의 측정치 평균의 차이도 유의성이 있게 나타났다(*p*<.026). 이러한 결과는 산림욕 후에 혈관의 평균맥박의 변화에 영향이 있었다고 판단할 수 있다

대조군과 실험군의 사전 및 사후의 측정된 평균맥박 변화 수치의 분산분석에서는 그룹간에서는 *F*=.145, *p*<.704로 유의한 차이가 없었고, 사전 및 사후 간에서도 유의성이 없었고(*p*<.337), 그룹간과 사전 및 사후 간에서도 *F*=1.603, *p*<.208로 유의한 차이는 없었다(Table 9). 즉, 사후의 경우에 대조군보다 실험군이 상대적으로 평균맥박 수치의 차이는 유의성이 없어서 산림욕의 효과가 크지 않다고 본다. You & Lee(2016)는 아리랑노래를 부르면서 측정된 평균맥박의 변화는 서울아

Table 10. Significance of mean SDNN values of each groups after forest bathing

Group	Time	Mean (p/m)	SD	t	p*
Control	Bef	43.24	27.132		
	Aft	39.85	22.002	.381	.706
	Total	41.60	24.433		
Exp	Bef	33.57	14.053		
	Aft	31.41	15.906	.721	.473
	Total	32.49	14.972		

*p<.05, **p<.01, ***p<.001. p/m = pulse/minute.

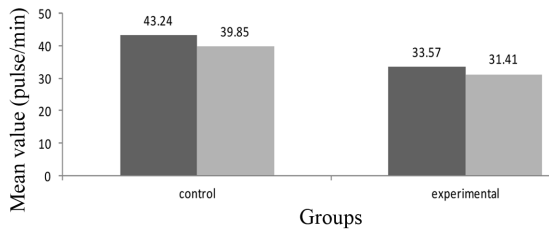


Fig. 5. Histogram of examined mean SDNN values before and after forest bathing.

Table 11. Variance of mean SDNN values of each groups after forest bathing

Source	SS	df	MS	F	p*
Corrected Model	2171.213	3	723.738	2.304	.080
Intercept	129598.012	1	129598.012	412.567	.000
Group	1939.697	1	1939.697	6.175	.014*
Time	182.812	1	182.812	.582	.447
Group & Time	8.988	1	8.988	.029	.866
Error	39894.030	127	314.126		
Total	199294.820	131			
Corrected Total	42065.243	130			

*p<.05, **p<.01, ***p<.001.

리랑을 부를 때에 맥박이 제일 높게 나타났다고 보고하였다. 본 연구에서는 삼림욕 후에 평균맥박의 변화는 실험군의 사전사후 비교에서 유의성은 있게 높게 나타났다.

맥박표준편차(SDNN)의 변화

외부환경에 대한 신체의 적응력을 나타내는 맥박표준편차(SDNN: standard deviation of N-N interval)의 변화를 유비 맥파기로 측정된 결과를 Table 10, Fig. 5에 제시하였다. SDNN은 대조군에서는 사전(43.24 박/분)보다 사후(39.85 박/분)의 평균치는 감소하였으나 유의성이 없게 나타났다(p<.706). 실험군에서는 사전(33.57 박/분)보다 사후(31.41 박/분)감소하였으나 차이는 유의성이 없게 나타났다(p<.473). 이러한 결과는 삼림욕 후에 혈관의 맥박표준편차의 변화에 영향이 없었다고 판단할 수 있다.

Table 12. Significance of mean RMSSD values of each groups after forest bathing

Group	Time	Mean	SD	t	p*
Control	Bef	32.92	27.563		
	Aft	33.60	19.315	-.079	.937
	Total	33.25	23.539		
Exp	Bef	32.59	16.031		
	Aft	28.12	16.803	1.360	.177
	Total	30.36	16.492		

*p<.05, **p<.01, ***p<.001.

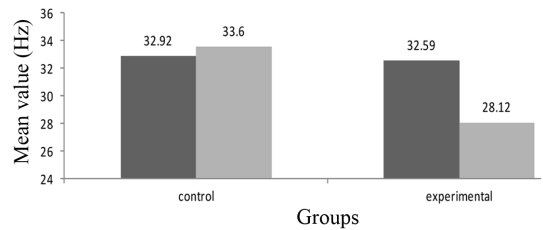


Fig. 6. Histogram of examined mean RMSSD values before and after forest bathing.

Table 13. Variance of mean RMSSD values of each groups after forest bathing

Source	SS	df	MS	F	p*
Corrected Model	700.057	3	233.352	.688	.561
Intercept	95693.632	1	95693.632	282.323	.000
Group	199.183	1	199.183	.588	.445
Time	84.676	1	84.676	.250	.618
Group & Time	156.616	1	156.616	.462	.498
Error	43046.821	127	338.951		
Total	169972.900	131			
Corrected Total	43746.877	130			

*p<.05, **p<.01, ***p<.001.

대조군과 실험군의 사후의 측정된 맥박표준편차 수치의 분산분석에서는 그룹간에서는 F=6.175, p<.014로 유의한 차이가 있었고, 전후차간에서는 F=0.029, p<.866으로 유의한 차이는 없었고, 그룹과 사전 사후 차간의 평균치차이도 유의성이 없었다(Table 11). 즉, 대조군과 실험군 간의 측정된 맥박표준편차의 차이는 유의성이 있었으나 삼림욕의 효과는 높았다고 본다. You & Lee(2016)는 아리랑노래를 부르면서 측정된 SDNN값은 긍정적으로 증가하였다고 하였다. 본 연구에서는 외부환경의 적응력을 나타내는 SDNN수치가 그룹간에서 유의하게 높게 나타났다.

심박변이평균편차(RMSSD)의 변화

대상자 대조군 14명과 실험군 49명이 삼림욕 전후의 심박변이평균편차(RMSSD: Root mean square of standard dev-

iation)의 변화를 유비맥파기로 측정된 결과를 Table 12, Fig. 6에 제시하였다. 대조군의 사전과 사후의 평균치 차이는 유의성이 없었고, 실험군의 사전과 사후의 측정치 평균의 차이도 유의성이 없게 나타났다($p < .177$). 이러한 결과는 삼림욕 후에 혈관의 심박변이평균편차의 변화에 영향이 없었다고 판단할 수 있다.

대조군과 실험군의 사전 및 사후의 측정된 심박변이 평균 표준편차 수치의 분산분석에서는 그룹간에서는 $F = .588$, $p < .445$ 로 유의한 차이가 없었으나, 그룹과 전후 간에서도 $F = .462$, $p < .498$ 로 유의한 차이는 없었다(Table 13). 즉, 사후의 경우에 대조군보다 실험군이 상대적으로 맥박표준편차의 차이는 유의성이 없어서 산림욕의 효과가 높지 않았다고 본다.

이상의 연구 결과는 교래자연휴양림에서 삼림욕을 한 후에 측정된 자율신경의 활성도는 일부는 유의성이 있게, 일부는 유의성이 없게 나타났다. 이런 결과는 교래꽃자왈 숲의 삼림욕이 자율신경의 활성화에 효과가 있어서 자연치유 장소로서 크게 도움이 되는 기초정보를 제공하고 있다.

결 론

제주도 교래자연휴양림을 탐방한 대상자들이 삼림욕을 한 후에 자율신경의 활성도에 미치는 영향을 유비맥파기를 이용하여 측정 평가하는 것이 목적이었다.

1. 삼림욕 후에 교감신경 활성(LF)의 변화에서는 대조군의 사전과 사후의 평균치 차이는 유의성이 없었고, 실험군에서는 사전(5.93 Ln)보다 사후(6.24 Ln)에는 증가하여 유의성이 있었다($p < .038$). 분산분석에서는 그룹간에는 유의성이 있었고($p < .014$), 전후 차에서도 유의성이 있었고($p < .026$), 그룹과 전후 차에서도 유의하였다($p < .018$).

2. 부교감신경 활성도(HF)의 변화에서는 대조군과 실험군 간에 모두 유의성이 없었다.

3. LF/HF 비율에서는 대조군은 사전(1.14 Ln)보다 사후(1.09 Ln)에 감소하였으나 유의성이 없었고, 실험군에서는 사전(1.06 Ln)보다 사후(1.13 Ln)에 증가하여 유의성이 있었다($p < .019$). 분산분석에서는 그룹간, 사전 및 사후 차간에서도 유의성이 있었다($p < .04$).

4. 평균맥박의 변화에서는 대조군의 사전(74.55 박/분)보다 사후(73.77 박/분)에 감소하였으나 유의성이 없었다. 실험군에서는 사전(72.28 박/분)보다 사후(78 박/분)에 증가하여 유의성이 있었다($p < .026$).

5. 맥박표준편차(SDNN)의 변화에서는 대조군 및 실험군의 사전보다 사후의 평균치는 감소하였으나 유의성이 없었다. 대조군과 실험군 간의 사전 및 사후의 측정된 맥박표준편차 수치의 분산분석에서는 그룹간에서는 유의성이 있었다($p < .014$).

6. 심박변이평균편차(RMSSD)의 변화에서는 대조군 및 실험군의 사전과 사후의 평균치 차이는 없었다. 분산분석에 의한 그룹간 차이도 유의성이 없었다.

결론적으로 꽃자왈 숲 삼림욕 후에는 교감신경의 활성도가

높게 나타났고, 부교감신경의 활성도는 낮아졌으며, 교감신경/부교감신경 활성의 비율도 높게 나타났고, 평균맥박도 높아져서 삼림욕이 자율신경에 미치는 영향이 높았다고 판단한다.

References

- Carmichael, G.R., Y. Zhang, L.L. Chen, M.S. Hong, and H. Ueda. 1996. Seasonal variation of aerosol composition at Cheju Island, Korea. *Atmos. Environ.* 30(13): 2407-2416.
- Carmichael, G.R., M.S. Hong, H. Ueda, L.L. Chen, K. Murano, J.K. Park, H. Lee, Y. Kim, C. Kang, and S. Shim. 1977. Aerosol Composition at Cheju Island, Korea. *J. Geophys. Res.* 102 (D5): 6047-6061.
- Chen, L.L., G.R. Carmichael, M.S. Hong, H. Ueda, S. Shim, C.H. Song, Y.P. Kim, R. Arimoto, J. Prospero, D. Savie, and K. Murano. 1977. Influence of continental flow events on the aerosol composition at Cheju Island, South Korea. *J. Geophys. Res.* 102(D23): 28551-28574.
- Dayawansa, S., K. Umeno, H. Takakura, E. Hori, E. Tabuchi, Y. Nagashima, H. Oosu, Y. Yada, T. Suzuki, and H. Nishijo. 2003. Autonomic responses during inhalation of natural fragrance of cedrol in humans. *Auton Neurosci.* 108(1-2): 79-86.
- Hiramura, S. 2002. Forestry and health. *J. Human Plant Relat.* 1 (2): 11-14.
- Kang, H.Y. 2003. *Secrets of phytoncides*. Historiesnet, Seoul, pp. 27-29.
- Kim, C.S., Y.J. Yang, M.O. Moon, G.P. Song, S.H. Jung, C.K. Oh and W.B. Kim. 2006. Lists of animal and plant in Mt. Halla. Jeju Institute of Ecology and Culture of Mt. Halla, Jeju, pp. 3-20.
- Kim, H.C., S.S. Oh, Y.C. Song, and Y.J. Kim. 2013a. Distribution characteristics of phytoncide in Jeolmul Natural Recreation Forest of Jeju. *J. Naturopathy* 2(2): 89-98.
- Kim, H.C., S.S. Oh, Y.C. Song, and Y.J. Kim. 2013b. Distribution characteristics of phytoncide in Seogwipo Natural Recreation Forest. *J. Naturopathy* 2(2): 99-107.
- Lee, B.K. and H.H. Lee. 2012. A study on the effects of human physiology after forest phytoncide therapy. *J. Naturopathy* 1(1): 14-20.
- Lim, S., M. Lee, G. Lee, S. Kim, S. Yoon, and K. Kang. 2012. Ionic and carbonaceous compositions of PM₁₀, PM_{2.5} and PM_{1.0} at Gosan ABC superstation and their ratios as source signature. *Atmos. Chem. Phys.* 12(4): 2007-2024.
- Muller-Dietz, H. 1956. Phytoncides and phytoncide therapy. *Deutsch. Med. Wochenschr.* 81(24): 983-984. (Article in German).
- Sin, B.S., D.H. Im, and K.K. Lee. 2017. Changes of stress hormone cortisol after visiting the Gotjawal Forest in Jeju. *J. Kor. Acad. Indust. Co. Soc.* 18(10): 471-479.
- Sin, B.S., D.H. Im, and K.K. Lee. 2018a. Variation and distribution of anions and cations in the aerosols of Gyorae forests in Jeju Island. *J. Kor. Acad. Indust. Co. Soc.* 19(7): 384-395.

- Sin, B.S., D.H. Im, and K.K. Lee. 2018b. Effects of heart rate variability after visiting the Gyorae forest in Jeju. *J. Naturopathy* 7(1): 1-9.
- Sin, B.S., D.H. Im, and K.K. Lee. 2018c. Daily variation and distribution of anions and cations in the aerosols of Jeju Island. *J. Naturopathy* 7(1): 10-19.
- Song, K.P. 2016. Halla mountain and plant of Gotjawal. In *Definitions of Gotjawal*, ed., by the Gotjawal Trust of Jeju, Jeju, pp. 27-33.
- Song, S.T. 1996. A study on the structure of governing body and the Gojawal zone affecting the growth and contamination of groundwater in Jeju Island (I). *Kor. Soc. Groundwat. Environ. Proc.* pp. 10-13.
- Tanida, M. (Hwang, B.H. translated). 2008. *Phytoncides? Phytoncides' mysterious efficacy*. Kangwon University Publication, Chuncheon, Korea. p.10.
- You, M.O. and H.H. Lee. 2016. Naturopathic effect of each Arirang singing on stress. *J. Naturopathy* 5(1&2): 1-8.
- Yutaka, M., H. Higashi, and K. Kagamine. 2001. The effects of warm conditions and natural environment colors on EEG and psychological indicators. *J. Jap. Physiol. Anthropol.* 6(special): 84-85.