

제주 꽃자왈숲 삼림욕 후에 심박동변이에 미친 영향

신방식¹ · 이형환³ · 이근광^{1,2*}

¹동방문화대학원대학교 자연치유학과, ²고구려대학 피부미용학과, ³건국대학교 생명과학과

Effects of Heart Rate Variability after Visiting the Gotjawal Forest in Jeju

Bangsik Sin¹ · Hyung H. Lee¹ · Keun Kwang Lee^{1,2*}

¹Dept. of Naturopathy, Dongbang Culture Graduate University, Seoul, Korea

²Dept. of Skin Care, Coguryeo College, Jeonnam, Korea

³Dept. of Biological Sciences, Konkuk University, Seoul 05029, Korea

(Received February 19, 2018 / Accepted March 7, 2018)

Abstract: The purpose of this study is to statistically investigate the changes in mean differences of the vascular age types and index, heart beating, vessel elasticity, diastolic reserves contents measured by the fingertip plethysmogram before and after the subjects (49 people) visit the Gotjawal forest for two hours. While there is no significant change in the mean differences of vascular age types and index, heart beating, diastolic reserves contents in the control group before and after the visit, the differences in the test groups gets higher than the control group and shows a significant difference. Moreover, the variance analyses of the mean values of the contents shows a significant change after the visit. There is no significant change in the values of vessel elasticity changes between the groups after the visit, but the change of values is significant in the within group, and it is not significant between group by variance analysis. The differences of the heart beating was insignificant in the within group, but significant between group after the visit. In conclusion this study proves the effects of forest bathing, because the HRV index significantly improved after the bathing. Therefore the b-c-d-e/a ratio may be useful for evaluation of HRV.

Key words: Forest bathing, Gotjawal, Jeju, Vascular index, Heart rate velocity, Plethysmogram

초록: 제주 꽃자왈 삼림욕 후 혈관연령타입, 혈관연령지수, 심박세기, 혈관탄성도, 심장의 잔혈량 및 평균맥박의 비율 변화를 조사하기 위하여 대조군은 14명과 실험군은 49명을 대상으로 손끝의 맥파 측정기로 측정하여 변화를 통계적으로 분석 연구하는 것이 목적이었다. 연구결과에서는 혈관연령타입, 혈관연령지수, 심박세기(b/a 비율), 심장의 잔혈량(d/a 비율), 평균맥박의 비율의 변화는 대조군은 사전·사후의 평균치 차이는 유의성이 없었으나, 실험군에서는 유의성이 있었으며($p<.011$), 사후의 분산분석에서는 그룹 내 및 간에서도 유의한 차이를 보였다($p<.011$). 혈관탄성도(c/a 비율)변화는 대조군과 실험군은 사전 사후의 평균치 차이는 유의성이 없었으며, 사후의 평균 측정치의 분산분석에서는 그룹 내에서는 유의한 차이가 있었으나, 그룹 간에서는 유의성이 없었다. 평균맥박의 변화는 그룹 내에서는 유의성이 없었으나, 그룹 간에는 유의성이 있었다. 결론적으로 제주 꽃자왈숲에서 2시간 이상의 삼림욕 후에는 심박동변이(HRV)가 유의성이 높게 나타나서 b/a, c/a, d/a, e/a 비율 변이가 HRV의 변화 측정에 유용한 도구라 생각하며, 삼림욕이 심혈관의 건강 유지에 우수한 자연요법이라 판단한다.

주제어: 삼림욕, 꽃자왈, 제주, 혈관연령지수, 심박동변이, 맥파

서 론

현재의 제주도에에는 꽃자왈(Gotjawal)이라는 천연의 허파작

용을 하는 산림지대가 많다. 1990년대 초부터 제주도에서는 “꽃자왈”이란 신조어 단어가 사용되어 왔으며, 꽃자왈에 대한 정의는 다양하나 제주어로서 수풀을 뜻하는 ‘꽃’과 용암류에

*Corresponding author
E-mail: kkleee@kgrc.ac.kr

2 제주 꽃자왈숲 삼림욕 후에 심박동변이에 미친 영향

서 유래한 돌과 자갈들이 모인 곳을 뜻하는 '자왈'의 합성어라고 다수가 정의를 하고 있으며, "꽃자왈은 가시덤불과 나무들이 혼재한 곳이라는 고지와 토양의 깊이가 얇은 황무지인 자왈이 결합된 의미"로 이해하고 있다(Song, 2000; Koh *et al.*, 2008; Park, 2010; Oh, 2016). Song(2000)은 제주도 내의 꽃자왈숲을 북서쪽에 애월꽃자왈 지대, 서남부에 한경-안덕꽃자왈 지대, 조천-함덕꽃자왈 지대, 동부지역의 구좌-성산꽃자왈 지대로 분포되어 있으며, 꽃자왈 지대에는 다양한 생태를 유지하고 있다. Kim *et al.*(2008)은 꽃자왈 지대의 관속식물상이 총 770종류가 있으며, 이는 제주도식물 1990종류의 약 38.6%에 해당한다. 제주도는 한라산을 중심으로 해발고도에 따른 식생대의 수직적 발달이 뚜렷하여 출현 식물종수가 1,990종에 이를 정도로 생물학적 또는 생태학적으로 중요한 지역이라고 하였다(Kim *et al.*, 2006).

숲은 산소의 방출과 탄산가스의 흡입으로 인간에게 주는 혜택이 크나 그 외에도 산림욕 효과에 필수적인 phytoncide(산림향)를 분출하고 있다. 피톤치드는 식물이 방어를 위해 스스로 생성하여 발산하는 화학물질이며, 향균, 방충, 소취, 탈취 등 다양한 기능을 가지고 있는 천연 물질이란 것이 보고되어있다(Muller-Dietz, 1956; Kang, 2003). 피톤치드는 산림에서 분비되는 휘발성 테르펜류는 물론이고 약용성분 알칼로이드, 과실냄새 에스테르, 당 성분, 사포닌, 노화억제 항산화 물질인 플라보노이드, 페놀성물질 등 비휘발성 성분을 총망라하여 '피톤치드'라 하였다(Shin *et al.*, 2009).

Kim *et al.*(2013a)은 제주의 절물휴양림의 삼나무와 구상나무 길에서는 피톤치드 생산량과 분포는 1,011~1,087 pptv 나 높게 측정되었고, 계절별로는 여름철에는 최대 1,500 pptv 가 생산되었고, 여름>가을>봄>겨울 순으로 나타났고, 하루 중에는 오전 6시와 정오 시간대인 12~14시에 가장 높게 분포되었다고 하였다. 피톤치드의 성분은 삼나무가 있는 지역은 sabinene, 구상나무가 있는 지역은 d-limonene, 활엽수가 있는 지역은 α -pinene 성분이 주로 분포되었다.

Kim *et al.*(2013b)은 제주 서귀포 휴양림에서는 활엽수 지역에서는 304~324 pptv, 편백나무 숲에서는 983 pptv가 분포되었다. 여름철 편백나무 숲에서는 1,441 pptv가 생산되어 높게 분포되었고, 가을은 1,073 pptv, 봄에는 897 pptv, 겨울엔 520 pptv가 분포되었다. 피톤치드 성분은 편백나무 숲은 sabinene(25%), d-limonene(20%) 등이 분포되었다.

Li *et al.*(2006)은 사람이 숲 속에서 삼림욕은 인간의 면역 기능을 높여주고 항암기능을 가지는 NK(natural killer) 세포가 활성화된다고 하였으며, Lee & Lee(2013)는 삼림욕을 한 후에 맥박이 저하되었고, 스트레스 호르몬인 코티졸의 함량이 1.7%가 저하되었고, 뇌파 중 α -파량은 6%가 증가하였고, β -파량은 감소하였고, 교감신경 활성도는 2.65%가 감소하였고, 부교감신경 활성은 2.8% 증가하였고, 심박변이도에도 영향을 주었다고 하였다. 또한 Lee & Lee(2013)는 삼림욕을 한 후에는 직무스트레스는 남자는 2.8% 감소, 사회적 스트레스는 남자는 8.4%, 여자는 11.3%가 감소하였다고 하였고, 혈압

과 맥박이 감소하는 결과를 보고하였다.

심박변동(heart rate variability: HRV)는 심장박동과 박동 사이의 간격의 변화, 즉 하나의 심장주기로부터 다음 심장박동 주기 사이의 변화를 의미하며, 몸이 안정상태일수록 더 크고 복잡한 형태로 나타나며, 스트레스나 운동할 때는 어느 정도 규칙성이 있게 일정한 형태로 나타난다. 심장박동 주기 사이의 변화를 측정하는 것이다(Lee *et al.*, 1997). Sayers(1973)는 평균 심박변이수는 일정하지는 않지만 박동 사이의 간격은 일정하게 유지되며, 주로 0.1 Hz로 미세하게 변한다고 하였다. Wolf *et al.*(1978)은 동성부정맥(sinus arrhythmia)을 가진 급성심근경색 환자의 사망률이 심박변이가 감소되어 사망률이 낮다고 하였다. Akselrod *et al.*(1981)은 HRV의 연구에 주파수 분석(power spectral analysis) 기법을 도입하여 다양한 발생 원인에 의해 생성된 생리적인 리듬을 분석하여 생체 조절기작을 역으로 유추하려는 시도를 하여 HRV 연구 영역이 자율신경계의 활동과 관련된 모든 질환으로 확산되어 연구하는 계기가 되었다.

Mukai & Hayano(1995)는 머리를 들어 올리는 동안 심장박동과 혈압의 변이에 대한 연구에서 HRV의 LF(power in low frequency range)인 low-level tilt(10-30)에선 교감신경의 활동을 반영하지만, high-level tilt(30-90)에서는 교감신경과 부교감신경을 반영한다고 하였다. Lee *et al.*(1997)은 HRV신호의 전력스펙트럼에서 일반적으로 혈압과 심박동에 대하여 아래와 같이 성분을 분류하였다. 즉, 호흡활동과 연관성이 있는 주파수 0.15~0.4 Hz사이에는 HF(power in high frequency range) 성분, 혈압조절 기능과 관련이 있는 'Mayer wave'라고 알려진 주파수 0.1 Hz를 중심으로 하는 LF 성분, 체온조절, 혈관운동, 다양한 심폐 기능, 혈관운동 및 체온조절과 연관성이 있는 주파수 0.04 Hz 이하의 VLF(power in very low frequency range)성분이라 하였다. Malliani *et al.*(1991, 1994)은 LF는 교감신경에 대한 지표로 사용하였고, HF성분은 부교감신경에 대한 지표로 사용하였으며, 자율신경의 균형을 나타내는 지표는 LF/HF비를 사용하였다. 유럽심장학회와 북미진기생리학회(1996)의 가이드라인에서는 측정방법, 시간영역과 주파수 영역을 제시하여 다양한 심혈관관계의 안정도와 자율신경계의 신체에 대한 제어능력에 관한 정보를 제공하는 지표를 활용할 수 있게 하였다. 국내에서 개발한 유비맥파기(2017)는 바로 이러한 학술적인 근거로 인체의 심혈관과 자율신경계의 조절과 변이를 측정할 수 있는 측정기를 개발하였다. 유비맥파기의 가속도 맥파는 헤모글로빈의 흡광량의 변화를 파형으로 표현한 것이다. 헤모글로빈의 흡광량의 변화는 혈관 내 헤모글로빈 수치의 변화, 즉 혈액량의 변동에 따라 변화하며, 변화하는 혈액의 양이 많을수록 맥파의 진폭도 같이 비례한다고 하였다.

전술한 여러 연구보고서는 삼림욕은 인간의 자연화를 이루는 적합한 방법으로 여겨지며, 특히 제주도가 갖고 있는 산림과 꽃자왈을 활용하여 인간의 최적의 자연치유 인식처로 만들기 위하여 꽃자왈 숲의 특성과 활용성에 대한 기초연구

가 미진하여 본 연구를 하게 된 동기이다.

제주 꽃자왈 삼림욕 후 혈관연령(건강)타입, 혈관연령(건강)지수, 심박세기, 혈관탄성도, 심장의 잔혈량 및 평균맥박의 변화를 임상 대상자들을 맥파기로 측정하여 변화를 연구하는 것이 목적이었다.

재료 및 방법

연구대상자

제주도에 거주하는 연구대상자의 일반적 사항을 살펴보면, 대조군은 14명이었으며, 남자 11명(78.5%), 여성이 3명(21.5%)로 나타났다. 실험군은 49명이었으며, 남자 28명(57.1%), 여성이 21명(42.9%)이었다. 대상자 선발은 연구 목적과 내용을 알리고 연구의 취지를 이해하고, 스스로 참여하고 서면 동의한 일반인을 무작위로 연구대상자로 선발하였다.

연구 장소 및 임상기간

제주도 교래꽃자왈 자연휴양림(제주시 조천읍 남조로 2013)에서 연구를 실시하였다. 임상기간은 2017년 5월 1일부터 6월 30일 4주간 사이의 심장박동변이의 변화를 조사하기 위하여 손가락의 말초혈관의 맥파 검사를 수행하였다.

연구 재료 및 도구

임상대상자가 꽃자왈 삼림욕 체험하기 전과 후에 심장박동의 변화를 uBioMacpa 측정기(Biosense Creative. Co., 서울 성북구 하월곡동39-1)를 사용하여 측정하였다. uBioMacpa 측정기의 성능은 심장 박동에 따른 흉벽 및 대혈관의 박동을 파형화한 맥파의 파형을 다시 두 번 미분한 파형, 혈관의 탄성도와 경화도 등 혈액 순환 상태 분석이 가능하며 동맥경화, 말초 순환 장애 등 각종 심혈관계 질환을 조기진단 할 수 있다. HRV(heart rate variability)는 번의 심장주기로부터 다음 번 주기 사이의 미세한 변화를 말하며, 연속적으로 기록하여 나타낸다. 심장 박동수는 동방결절, 전기 자극 형성부위의 고유 자발성에 교감신경과 부교감신경이 영향을 미쳐 결정되는데 이는 자율신경의 상호작용과 관련이 있다. 이런 상호작용은 체내의 외부환경변화에 따라 실시간 변하며 이로 인해 심장박동수의 변화가 생기게 된다. 건강한 사람의 경우에는 심박의 변화가 크고 복잡하게 나타나지만, 질병이나 스트레스가 상태에서는 복잡하고 현저히 감소하는 것을 볼 수 있다 (uBioMacpa, 2017).

측정기 사용법

측정기의 삽입구에 검지를 넣은(Fig. 1) 후에 손끝에서 LED 광을 통과할 때의 가속도맥파 그래프(accelerated plethysmogram: APG)를 이용하여 심장박동관련 데이터를 산출하였다(Fig. 1A, B). 측정기 말단에 둘째 손가락을 삽입하고 전원을 켜면 가속도 맥파는 말초혈관을 지나는 혈액의 헤모글로빈의 흡광량 변화를 파형으로 나타낸다. 흡광량의 변화는 혈

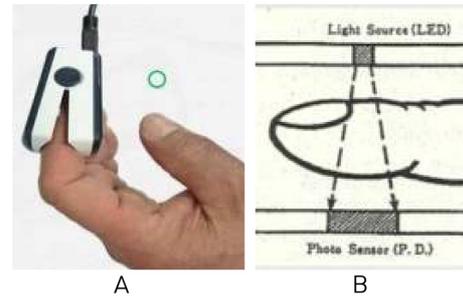


Fig. 1. Models of clip insertion of the second finger (A) and transmission of LED light into the finger (B).

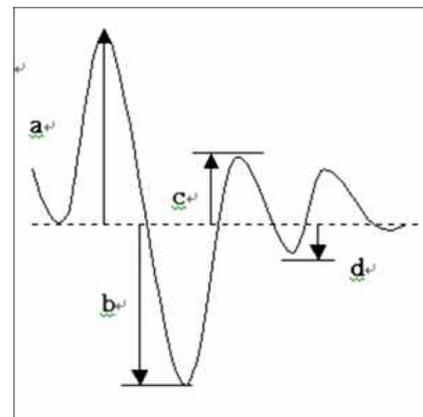


Fig. 2. Systolic waves of plethysmogram of heart rate variability. Waves a: initial positive wave (basic value); b: early negative wave; c: reincreasing wave, d: redecaying wave, e: diastolic wave. The ratios of the height of each wave were measured (b/a, c/a, d/a, and e/a)[23,24].

액양의 변동에 따라 변화하며, 변화하는 혈액의 양이 많을수록 맥파의 진폭도 같이 비례한다[23]. 혈관의 가속도맥파 그래프의 표본을 Fig. 2에 제시하였다.

측정요령

노트북 컴퓨터에 맥파 측정기용 프로그램을 설치한 후에 컴퓨터와 맥파기 본체를 USB케이블로 연결을 하였다. 프로그램에 대상자를 등록한 후에 측정프로그램을 작동시켰다. 측정방법은 책상 앞에 앉은 자세에서 맥파 센서의 수광부가 손가락 안쪽으로 오게 하고 발광부 쪽은 손톱 쪽에 오도록 하여 검지에 끼우고 손을 책상 위에 올려놓고 힘을 뺀 상태에서 손가락을 위로해서 심장 쪽으로 향하도록 했다(Fig. 1A). 컴퓨터 바탕화면의 작동아이콘을 실행하였다. 컴퓨터 화면 상의 사용자 등록에서 기존사용자를 선택하거나 사용자의 경우 사용자명, 출생년도, 성명을 입력하고 확인을 눌러 사용자를 선택하였다. 다음에는 혈관상태나 스트레스 아이콘을 눌러서 측정을 시작하였다. 매회 측정된 값은 컴퓨터 기기에 저장 기록되어있어 지난 검사 보기에서 볼 수 있다. 측정기에 내장된 프로그램 측정항목인 혈관연령(건강)도타입 지수, 심

4 제주 꽃자왈숲 삼림욕 후에 심박동변이에 미친 영향

장박출량의 변화, 혈관탄성도, 잔혈량의 변화, 평균맥박의 변화를 측정하였다. 각 항목별 특성과 판독법은 아래에 설명하였다.

심장박동변이 측정

심박세기 b/a비율의 측정

심장박출량 비율(b/a ratio)이며 심장의 박출량(b)을 기본수(a)로 나눈 수치이며, “심박세기(measurement of heart beating)”로 표시하며, 심박출의 세기과형이 아래로 많이 떨어질수록 좋다(Fig. 2).

심장의 혈관탄성도의 c/a비율 측정

심장의 혈관탄성도(vessel elasticity level)의 비율(c/a ratio)은 혈관탄성도(c)를 기본수(a)로 나눈 수치이며, 탄성도로 표시한 것이며, 기준선 위로 많이 올라올수록 좋은 상태를 나타낸다(Fig. 2).

심장혈관 내의 잔혈량 d/a비율 측정

심장의 혈관 내의 잔혈량(diastolic reserve) 비율(d/a ratio)은 잔혈량(c)을 기본수(a)로 나눈 수치이며, 잔혈량으로 표시한 것이고, 아래로 떨어지는 값이 작을수록 좋은 상태를 나타낸다. 잔혈량은 “확장기보유량”이다(Fig. 2)[23].

혈관연령(건강)타입의 분류

혈관연령타입(vascular age types)은 유비맥파기의 가속도 맥파는 헤모글로빈의 흡광량의 변화를 과형으로 표현한 것이며, Takazawa *et al.*(1998)의 논문을 근거로 개발되었다. 헤모글로빈의 흡광량의 변화는 혈관 내 헤모글로빈 수치의 변화, 즉 혈액량의 변동에 따라 변화하며, 변화하는 혈액의 양이 많을수록 맥파의 진폭도 같이 비례한다(uBioMacpa, 2017). LED 광원과 감지기를 이용하여 말초 모세혈관에 빛을 쏘아 흡수 반사되는 양을 신호 변화하여 분석한다. 빛의 흡수율은 심장박동 수축기 혈압의 최대치, 이완기 혈압의 최소치를 나타낸다. 혈관연령(건강도) 타입의 분류는 아래와 같이 7단계(Fig. 3)로 분류하고 있다. 타입 A는 20대의 “건강(health state)”한 혈관 모식도이다. 타입 B는 보통(normal state)인 형태(연령 30~50대 혈관), 타입 C는 혈관 상태(혈관의 노화가 진행되는 50 이상의 혈관 상태) “주의”(caution state) 단계, 타입 D는 “요주의(caution alert)” 단계, 타입 E는 “진단요망(diagnostic state)” 상태, 타입 F는 “진단필수(diagnosis necessary)” 단계, 타입 G는 나쁨(very bad state)(혈관에 침착과 노화가 심한 상태)을 표시한다(Fig. 3).

자료 분석

본 연구에 사용된 구체적인 실증분석방법은 다음과 같다. 첫째, 조사대상자의 일반적인 특성을 알아보기 위하여 빈도 분석을 실시하였다. 둘째, 성별, 연령별, 그룹별 평균의 차이를 살펴보기 위하여 평균차이 검증인 이원변량분석법(Two

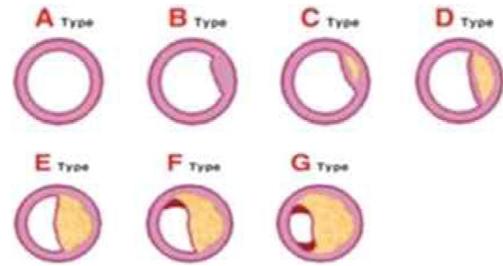


Fig. 3. Illustration of vascular age types. Types A (health state) is for age 10~20, B (normal state) for ages 30~50 in health. C (caution state), D (caution with alert), E (diagnostic state), F (diagnostic necessary) to G (very bad state) types for over ages 50.

Table 1. Basic data of the objects for heart rate variability investigation

Items		Control	Test	Total
		N (%)	N (%)	N (%)
Sex	M	11 (78.6)	28 (57.1)	39 (61.9)
	F	3 (21.8)	21 (42.9)	24 (38.1)
Age	20-40	5 (35.7)	6 (12.5)	11 (17.5)
	50-60	9 (64.3)	43 (87.5)	52 (82.5)
	Total	14 (100)	49 (100)	63 (100)

way Anova)을 실시하였다. 셋째, 범주형자료에서 비모수 기법인 경우 교차분석(Chisquare test) $\chi^2(p)$ 를 실시하여 집단 간의 차이를 살펴보았다. 본 연구의 실증분석은 모두 유의수준 $p < .05$ 에서 검증하였으며, 통계처리는 SPSSWIN 22.0 프로그램을 사용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

연구대상자의 분석

제주도에 거주하는 조사대상자의 일반적 사항을 살펴보면, 대조군은 14명이었으며, 남자 11명(78.5%), 여성이 3명(21.5%)으로 나타났다. 실험군은 49명이었으며, 남자 28명(57.1%), 여성이 21명(42.9%)로 나타났다. 연령의 분포는 대조군은 20~40대가 5명(24세 4명, 37세 1명), 50~60대가 9명(54세 2명, 55세 1명, 57세 6명)이었다. 실험군은 20~40대가 6명(20대 2명, 30대 2명, 40대 2명), 50~60대가 43명[50대 25명(51%), 60대 13명(26.5%)] 분포를 보였다(Table 1). 집단은 다양성이 있었다.

삼림욕 후의 혈관연령(건강)타입의 변화

삼림욕하기 사전과 사후에 대조군 14명과 실험군 49명으로 유비맥파로 측정된 혈관연령(건강)도 타입(vascular age types)의 변화 비율을 Table 2, Fig. 4에 제시하였다. 대조군의 혈관건강도 타입은 사전에는 A타입이 2명(14%), B와 C타입은 각 6명(43%)이었으나, 삼림욕 없이 삼실에서 2시간이

Table 2. Ratios of change of vascular age types after forest bathing

Group	Time	No.(%) of vascular age types							No	χ^2
		A	B	C	D	E	F	G		
Control	Bef	2	6	6					14	5.928 $p < .250$
	Aft	4	6	3	1				14	
Exp.	Bef	1	12	21	10	2	1	2	49	14.832 $p < .025$
	Aft	2	22	23	1		1		49	

* $p < .05$. Bef: before forest bathing, Aft: after forest bathing, Exp: experimental group.

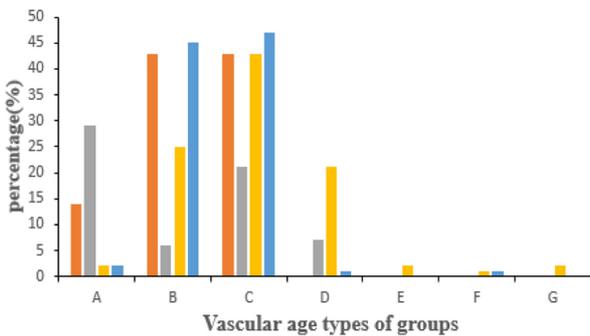


Fig. 4. Changes of vascular vessel age types of each groups before and after forest bathing. Symbols: control-Bef: red & Aft: gray; experiment-before: yellow & Aft: blue.

지난 후에는 B타입은 변함이 없었으나 A타입이 4명으로 2명이 증가하였으며, 이들은 C타입이 2명(14%)은 A타입으로 1명(7%)은 D타입으로 변화하였다. 그러나 대조군은 통계적으로 유의성이 없었다.

실험군은 삼림욕 전에는 A타입 1명(2%)이었으나 2명으로 1명이 증가하였다. B타입은 사전에 12명(25%)이었으나 사후에는 22명(45%)으로 10명(21%)이 증가하였는데, 이 중에는 G타입에서 1명, C타입의 경우에는 사전에 21명(43%)이었으나 사후에는 23명(47%)으로 증가하였다. D타입은 사전에 10명(21%)이었으나 사후에는 1명(2%)으로 나타났다. E타입은 사전에는 2명(4%)이었으나 사후에는 0명으로 모두 D타입으로 변화하였다. F타입은 사전 및 사후 1명으로 변화가 없었다. G타입은 사전에는 2명(4%)이었으나 사후엔 변화하여 1명은 C타입으로 유지하였으나, 1명은 보통의 B타입으로 변화였다 실험군의 나쁜 단계에서 좋은 단계로의 변화는 통계적으로 유의성이 있었다($p < .05$). 이상의 결과는 삼림욕이 혈관연령(건강) 타입은 나쁜 타입에서 좋은 타입으로 변하는데 높은 영향을 주었다고 판단된다. Takazawa *et al.*[24]은 맥파 파형의 연구로 건강평가센터에서 600명 실험 대상으로 측정하였다. 유도파형의 연구에서 혈관의 맥파형 노화 지수(y)는 노화(x)에 따라 증가하였고($r = 0.80, p < 0.001, y = 0.02B3x - 1.515$), 노화 지수는 당뇨병, 고혈압, 고혈병성 백혈병, 허혈성 심장질환 등의 이력이 있는 126명의 대상자(-0.06)는 그러한 질

Table 3. Difference of vascular age index before and after forest bathing

Group	Time	Mean	SD	t	p*
Control	Bef	-7.67	10.857		
	Aft	-1.72	14.656	-1.383	.176
	Total	-4.69	13.064		
Exp	Bef	7.08	18.451		
	Aft	-2.00	17.120	2.576	.011
	Total	2.54	18.287		

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$. Abbreviations: Bef: before treatment, Aft: after treatment, and Exp: experimental group. The abbreviations are the same in the following tables.

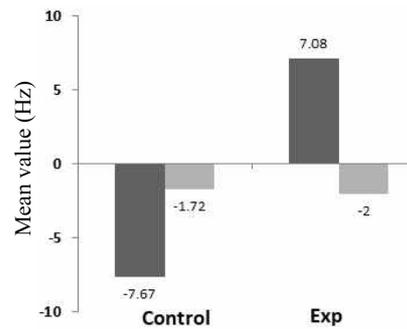


Fig. 5. Vascular age types of control and experimental groups before and after forest bathing. Symbols: (■): before bathing, (■): after bathing, This symbols are the same in the following figures.

병이 없는 대상자(0.22)보다 높았다고 보고하였다($p < .01$).

혈관에 좋은 삼림환경은 결국에는 혈관의 질적 개선에 효과가 있다고 볼 수 있었다. 좋은 생활습관이 혈관 나이를 젊게 만든다고 판단한다.

삼림욕 후의 혈관연령(건강)지수의 변화

삼림욕 전후의 측정대상자는 대조군 14명과 실험군 49명으로 맥파기로 측정된 혈관의 혈관연령(건강)지수를 조사한 결과를 다음에 제시하였다(Table 3, Fig. 5). 대조군의 사전 사후의 평균치 차이는 유의성이 없었으나, 실험군의 사전과 사후의 측정치 평균의 차이는 유의성이 있게 나타나($p < .011$), 삼림욕 후에 혈관연령(건강)지수가 건강해지는 방향으로 변화하였다. 대조군과 실험군의 사후의 혈관연령(건강)지수 평균 측정치의 분산분석에서는 그룹 내 및 간에서도 유의한 차이를 보였다(Table 4). 즉, 사후의 경우에 대조군보다 실험군이 상대적으로 혈관연령(건강)도가 높아졌다고 판단되었다.

결론적으로 사후 분석에서는 실험군이 대조군에 비해서 삼림욕 후에 혈관 건강도 수준이 높게 나타나서 유의성이 있었고 산림욕의 효과가 높았다고 본다.

혈관연령(건강)지수는 측정된 혈관나이에서 측정자의 나이를 뺀 값이다. 양수 값이 클수록 커질수록 혈관나이가 늙었다는 의미이며, 또한 생활 습관이 좋지 않다는 의미이기도 하

Table 4. Variance analysis of vascular age index between group and time

Source	SS	df	MS	F	p*
Corrected Model	3812.007	3	1270.669	4.561	.004
Intercept	123.598	1	123.598	.444	.507
group	1392.322	1	1392.322	4.998	.027*
time	65.337	1	65.337	.235	.629
group * time	1501.308	1	1501.308	5.389	.022*
Error	37331.297	134	278.592		
Total	41202.000	138			
Corrected Total	41143.304	137			

*p<.05, **p<.0, ***p<.001.

Table 5. Significance of mean b/a values of each groups after forest bathing

Group	Time	Mean	SD	t	p*
Control	Bef	-.8411	.15154	-1.249	.220
	Aft	-.7689	.19284		
	Total	-.8050	.17481		
Exp	Bef	-.6549	.20225	2.613	.010
	Aft	-.7518	.17081		
	Total	-.7033	.19252		

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

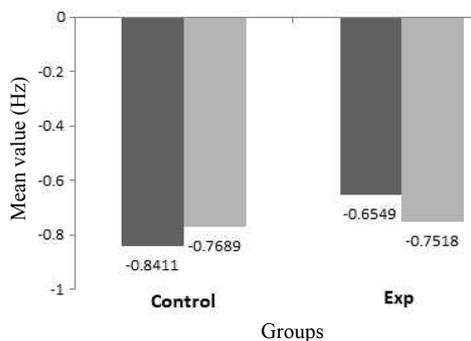


Fig. 6. Mean values of b/a ratio of control and experimental groups before and after forest bathing. Symbols: (■): before forest bathing, (▒): after bathing.

다. 본 연구에서는 혈관연령(건강)지수 평균치의 분석에서 실험군에서는 삼림욕으로 평균 측정치의 차이가 유의성이 있게 나와서 삼림욕의 효과가 높았다.

삼박세기 b/a비율 변화

삼림욕 전후의 측정대상자는 대조군 14명과 실험군 49명으로 유비맥파기로 측정한 b/a 비율의 상태를 조사한 박출량 비율 변화의 결과를 나타낸 것이다(Table 5, Fig. 6). 대조군의 사전 사후의 평균치 차이는 유의성이 없는 것으로 나타났다. 실험군의 사전과 사후의 측정치 평균의 차이는 유의성이 있게 증가하였다(p<.01). 이러한 결과는 삼림욕 후에 혈관의

Table 6. Variance analysis of b/a values between & within groups after forest bathing

Source	SS	df	MS	F	p*
Corrected Model	.561	3	.187	5.538	.001
Intercept	60.537	1	60.537	1792.065	.000
group	.275	1	.275	8.142	.005*
time	.004	1	.004	.120	.730
group * time	.190	1	.190	5.630	.019*
Error	4.527	134	.034		
Total	78.599	138			
Corrected Total	5.088	137			

*p<.05, **p<.0, ***p<.001.

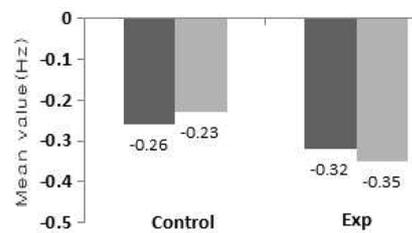


Fig. 7. Histogram of examined mean c/a ratio values of control and test groups before and after forest bathing.

b/a 비율상태가 건강해지는 방향으로 변화하였음을 의미한다. You[25]는 아리랑을 부르는 중에도 맥박이 증가하여 스트레스 지수가 감소는 경향을 나타내서 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다.

대조군과 실험군의 사후의 평균 측정치의 분산분석에서는 그룹 내에서는 p<.005로 유의한 차이를 보였고, 그룹 간에서도 p<.019로 유의한 차이를 보였다(Table 6). 즉, 사후의 경우에 대조군보다 실험군이 상대적으로 b/a 비율강도가 높아졌다고 판단되었다. 결론적으로 사후 분석에서는 실험군이 대조군에 비해서 삼림욕 후에 b/a 비율도 수준이 높게 나타나서 유의성이 있었고 삼림욕의 효과가 높았다고 본다.

Takazawa et al.(1998)은 맥파 파형의 연구를 건강센터에서 600명 실험 대상으로 측정한 결과 b/a비율은 나이에 따라서 증가했다고 하였다. 나이와 삼림욕의 변수에 대하여 맥파형의 변화는 건강에 미치는 효과가 높다고 판단된다.

삼림욕 후의 혈관탄성도 c/a비율변화

대조군 14명과 실험군 49명이 삼림욕하기 전후의 c/a를 변화를 유비맥파기로 측정한 혈관탄성도의 변화의 결과를 나타낸 것이다(Fig. 7). 대조군의 사전 사후의 평균치 차이는 3정도 증가하였으나 유의성이 없는 것으로 나타났고, 실험군의 사전과 사후의 측정치 평균의 차이는 3정도 감소하였으나 유의성이 없게 나타났다. 이러한 결과는 삼림욕 후에 혈관의 b/c상태에는 큰 영향이 없다고 판단할 수 있다.

대조군과 실험군의 사후의 평균 측정치의 분산분석에서는

Table 7. Significance of mean d/a ratio values of each groups after forest bathi

Group	Time	Mean	SD	t	p*
Control	Bef	-.22	.126	.734	.468
	Aft	-.26	.162		
	Total	-.24	.144		
Exp	Bef	-.40	.156	-2.706	.008
	Aft	-.32	.164		
	Total	-.36	.165		

*p<.05, **p<.0, ***p<.001.

그룹내에서는 p<.006으로 유의한 차이를 보였으나, 그룹간에서는 p<.363로 유의하지 아니했다. 결론적으로 사후분석에서는 실험군 내에서는 삼림욕 후에 c/a 수준이 높게 나타났으나, 그룹 간에는 유의성이 없었다. 이상의 결과를 볼 때에 삼림욕이 혈관의 탄성도에 미치는 영향은 미진한 것으로 판단된다.

삼림욕 후의 잔혈량 d/a비율변화

대상자 대조군 14명과 실험군 49명이 삼림욕 전후의 심장내의 맥파의 d/a 비율의 상태를 유비맥파기로 측정한 잔혈량의 결과를 나타낸 것이다(Table 7). 대조군의 사전 사후의 평균치 차이는 유의성이 없는 것으로 나타났다. 실험군의 사전과 사후의 측정치 평균의 차이도 유의성이 있게 나타났다(p<.008). 이러한 결과는 삼림욕 후에 혈관 잔혈량의 비율 변화(d/a ratio)상태에 큰 영향이 주었다고 판단할 수 있다.

대조군과 실험군의 사후의 잔혈량 비율(d/a ratio) 변화의 평균 측정치의 분산분석에서는 그룹내에서는 p<.000으로 유의한 차이를 보였고, 그룹간에서도 p<.048로 유의한 차이를 보였다. 즉, 사후의 경우에 대조군보다 실험군이 상대적으로 d/a 비율의 강도가 높아졌다고 판단되었다. 결론적으로 사후 분석에서는 실험군이 대조군에 비해서 삼림욕 후에 d/a수준이 높게 나타나서 유의성이 있었고 삼림욕의 효과가 높았다고 본다.

유사한 방법으로 측정을 Takazawa et al.(1998)은 손가락 끝 맥파 파형법으로 생기는 부수적 유도되는 파형에 대한 임상 적용을 평가하기 위해서 39명의 대상자들에게 angiotensin 약물 투여하고 상행대동맥 압력을 손가락끝 맥파법으로 측정된 d/a 비율 높이에 대한 비율은 angiotensin 처리 후에는 -0.4에서 -0.62로 유의성 있게 감소하였고(p<.001), nitroglycerine 처리 후에는 -0.25로 증가하였다(p<.001). 이와 같이 혈관에 자극에 박동의 비율이 혈관나이의 측정에 유용하다는 것을 확인을 하였다.

삼림욕 후의 혈관확장성 e/a비율 변화

대상자 대조군 14명과 실험군 49명이 삼림욕 전후의 심장내의 e/a 비율변화 상태를 유비맥파기로 측정한 결과를 나타낸 것이다(Table 8). 대조군의 사전 사후의 평균치 차이는 유

Table 8. Significance of mean e/a ratio values of each groups after forest bathing

Group	Time	Mean	SD	t	p*
Control	Bef	.18	.075	.577	.568
	Aft	.16	.069		
	Total	.17	.071		
Exp	Bef	.14	.081	-2.234	.028*
	Aft	.18	.087		
	Total	.16	.085		

*p<.05, **p<.0, ***p<.001.

Table 9. Significance of mean pulse values of each groups after forest bathing

Group	Time	Mean	SD	t	p*
Control	Bef	74.72	13.019	.671	.506
	Aft	71.89	12.290		
	Total	73.31	12.560		
Exp	Bef	71.27	10.463	-2.650	.009
	Aft	78.04	14.929		
	Total	74.66	13.270		

*p<.05, **p<.0, ***p<.001.

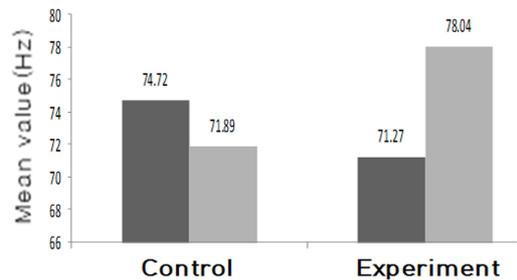


Fig. 8. Histogram of mean pulse values of control and experimental groups before and after forest bathing.

의성이 없는 것으로 나타났다. 실험군의 사전과 사후의 측정치 평균의 차이는 유의성이 있게 나타났다(p<.028). 이러한 결과는 삼림욕 후에 혈관의 맥파의 확장성에는 높은 영향을 주었다고 판단할 수 있다.

대조군과 실험군의 사후의 평균 측정치의 분산분석에서는 그룹 내 및 간에서도 유의한 차이가 없었다. 즉, 사후의 경우에 대조군보다 실험군이 상대적으로 e/a 비율강도가 높아지지 않았다고 판단되었다. 결론적으로 사후 분석에서는 실험군이 대조군에 비해서 삼림욕 후에 효과가 없었다고 판단한다.

삼림욕 후의 평균맥박의 변화

대상자 대조군 14명과 실험군 49명이 삼림욕 전후의 평균 맥박을 유비맥파기로 측정한 결과를 나타낸 것이다(Table 9, Fig. 8). 대조군의 사전 사후의 평균맥박의 차이는 유의성이 없었다. 실험군은 사전과 사후의 측정치 평균의 차이는 유의성

이 있게 증가하는 것으로 나타났다($p < .009$). 이러한 결과는 삼림욕 후에 혈관의 평균맥박에 큰 영향이 있다고 판단할 수 있다. 평균맥박은 심장질환을 의심하는 지표이다(북미심장학회, 1996). 평균맥박은 분당 평균 심박 수를 나타내며, 1분당 보통 60~90박/분이다. 서맥은 천천히 맥이 뛰는 것이고, 빈맥은 빨리 뛰는 것을 의미한다. 대조군은 평균맥박이 감소하였는데 실험군은 증가가 유의성이 있게 삼림욕의 효과를 나타내었다. You & Lee(2016)는 아리랑을 부른 후에는 평균맥박이 16%의 개선 효과를 나타내었다($p < .05$). 산림 치유에서도 효과가 있었는데, 아리랑 노래를 부른 후에도 치유에서 유사하게 효과가 나타났다[25].

대조군과 실험군의 사전 및 사후의 측정된 평균맥박 수치의 분산분석에서는 그룹내에서는 유의한 차이가 없었으나 그룹간에는 $p < .05$ 로 유의한 차이가 있었다. 즉, 사후의 경우에 대조군보다 실험군이 상대적으로 평균맥박이 높았다고 판단되었다. 결론적으로 사후 분석에서는 실험군이 대조군에 비해서 삼림욕 후에 평균맥박 수준이 높게 나타나서 유의성이 있었고 삼림욕의 효과가 높았다고 본다. You & Lee(2016)는 아리랑 노래 부르고 33명이 선무를 한 후에 측정된 맥파연구에서 17명은 0.8~24.1박/분 감소하였고, 16명은 0.2~25.6박/분이 증가하였다. 수련전의 평균 맥박은 72.59박/분이었고, 수련 후에는 평균 73.1박/분으로 1.7박/분의 차이를 보이며 통계적으로는 유의성은 없었으나 변화하는 것을 감지할 수 있었다. 삼림욕 치유가 더 효율적인 것으로 판단된다. Lee & Lee(2012, 2013)는 삼림욕 체험 후에 남아 평균 맥박이 사전에는 65.1박/분에서 63.6박/분으로 감소하였으며($p < .002$), 효과는 여성이 남성보다 약간 높은 효과를 나타냈다고 하였다. 삼림욕의 효과를 모두 나타내고 있으며, 본 연구의 측정치가 높은 것으로 판단한다.

이상의 결과는 HRV의 파형분석으로 b-c-d e/a 비율의 조사는 혈관노화를 평가하고 동맥의 질환을 검색하는데 유용한 방법이며, 삼림욕이 HRV의 파형비율이 건강한 쪽으로 높게 증진시키는 효과가 높다고 판단한다.

결 론

제주 꽃자왈 삼림욕 후 혈관연령(건강)타입, 혈관연령(건강)지수, 심박세기, 혈관탄성도, 심장의 잔혈량 및 평균맥박의 비율변화를 대조군은 14명과 실험군은 49명을 대상으로 유비맥 파기로 측정하여 변화를 연구하는 것이 목적이었다.

1) 혈관연령(건강)타입 및 혈관연령(건강)지수의 변화비율은 대조군은 유의성이 없었으나 실험군에서는 유의성이 있었고($p < .05$), 지수는 사후의 분산분석에서도 그룹내 및 간에서도 유의한 차이를 보였다.

2) 심박세기(b/a비율) 및 심장의 잔혈량(d/a 비율)의 변화는 대조군의 전후의 평균치 차이는 유의성이 없었고, 실험군에서는 유의성이 높게 있었다($p < .01$). 사후의 평균 측정치의 분산분석에서는 그룹내 및 간에서도 유의한 차이를 보였다.

3) 혈관탄성도(c/a비율)변화는 대조군과 실험군은 사전·사후의 평균치 차이는 유의성이 없었으나 변화는 향상되는 방향이었다. 사후의 평균 측정치의 분산분석에서는 그룹내에서는 유의한 차이를 보였으나, 그룹간에는 유의성이 없었다.

4) 평균맥박의 변화는 대조군의 사전·사후의 평균맥박의 차이는 유의성이 없었으나, 실험군에서는 유의성이 있게 나타났다($p < .009$). 분산분석에서는 그룹내에서는 유의성이 없었으나, 그룹간에서는 유의한 차이가 있었다. 사후 분석에서는 실험군이 대조군에 비해서 삼림욕 후에 평균맥박 수준이 높게 나타나서 유의성이 있었고 삼림욕의 효과가 높았다고 본다.

결론적으로 제주 꽃자왈숲에서 삼림욕 후에는 혈관변이도(HRV)가 유의성이 높게 나타나서 혈관건강에 높은 영향을 주었다고 판단된다. HRV의 파형분석으로 b-c-d-e/a 비율의 조사는 혈관노화를 평가하고 동맥의 질환을 검색하는데 유용한 방법이며, 삼림욕이 HRV의 파형비율이 건강한 쪽으로 높게 증진시키는 효과가 높다고 판단한다.

References

- Akselrod, S., D. Gordon, F.A. Ubel, D.C. Shanan, A.C. Bargar, and R.J. Cohen. 1981. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: A quantitative probe of eat to beat. *Cardiovas. Control Sci.* 213(4504): 220-222.
- 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. Jeju Institute of Ecology and Culture of Mt. Halla, pp. 3-20.
- Kim, D.S., B.C. Kim, and S.T. Song. 2008. Flora of the Gotjawal Terrain in Jeju Island. *Kor. J. Nature Reserv.* 2(2): 91-103.
- 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.
- Koh, G.W., J.B. Park, and Y.S. Yoon. 2008. The study on geology and volcanism in Jeju Island. (I): Petrochemistry and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ absolute ages of the subsurface volcanic rock cores from boreholes in the eastern lowland of Jeju Island. *Geosci. J.* 41(1): 93-113.
- 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.
- Lee, B.K. and H.H. Lee. 2013. Effects of occupational and stresses after forest therapy. *J. Naturopathy* 2(2): 108-114.
- Lee, M.H. G.S. Jung, S.J. Choi, and J.H. Lee. 1997. The design of autonomic function analysis system by using heart rate variability signal. *Proceeding of 12th Korea Auto Control Congress*

- of the Institute of Control, Robotics and Systems. 2(10): 1639-1642.
- Li, Q., A. Nakadai, H. Matsushima, Y. Miyazaki, A.M. Krensky, T. Kawada, and K. Morimoto. 2006. Phytoncides(wood essential oils) induce human natural killer cell activity. *Immunopharm. Immunotox.* 28(2): 319-333.
- Malliani, A., F. Lombardi, and M. Pagani. 1994. Power spectrum analysis of heart rate variability: A tool to explore neural regulatory mechanisms. *Brit. Heart J.* 71(1): 1-2. <http://dx.doi.org/10.1136/hrt.71.1.1>
- Malliani, A., M. Pagani, F. Lombardi, and S. Cerutli. 1991. Cardiovascular neural regulation explored in frequency domain. *Circulation* 84(2): 482-492.
- Mukai, S. and J. Hayano. 1995. Heart rate and blood pressure variabilities during graded head-up tilt. *J. Appl. Physiol.* 78(1): 212-216. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.93.5.1043>
- Muller-Dietz, H. 1956. Phytoncides and phytoncide therapy. *Deut. Med. Wochenschrift* 81(24): 983-984.
- Oh, C.M. 2016. Origin and meaning of 'Got · Gotjawal of Jeju', Symposium Proceedings for establishment of definition of Gotjawal. The Gotjawal Trust of Jeju, Jeju, Korea, pp. 3-24.
- Park, J.B. 2010. Characteristics of petrology and petrologic chemistry of volcanic rocks distributed in the Hamdeok Gotjawal area, In volcanic rocks survey II of geological and animal-plant phases of the Hamdeok Gotjawal, Environmental Resources Institute of the Jeju Special Self-governing Province, Jeju, pp. 8-30.
- Sayers, B.M. 1973. Analysis of heart rate variability. *Ergonomics* 16(1): 17-32.
- Shin, W.S., J.H. Lee, P.S. Yeon, and R.H. Yoo. 2009. Influence of forest scenes on psychophysiological responses. *J. Kor. Forest Soc.* 98(1): 88-93.
- Song, S.T. 2000. Distribution of lithology of a rubble flows in Jeju Island Korea, Busan University Doctoral Dissertation, Busan. pp. 5-6.
- Takazawa, K., N. Tanaka, M. Fujita, O. Matsuoka, T. Saiki, M. Aikawa, S. Tamura, and C. Ibukiyama. 1998. Assessment of vasoactive agents and vascular aging by the second derivative of photoplethysmogram waveform. *Hypertension* 32(8): 365-370. <https://doi.org/10.1161/01.HYP.32.2.365>
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. 1996. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation* 93(5): 1043-1065.
- Wolf, M.M., G.A. Varigos, D. Hunt, and J.G. Sloman. 1978. Sinus arrhythmia in acute myocardial infarction. *Med. J. Australia* 2(2): 252-253.
- You, M.O. and H.H. Lee. 2016. Naturopathic effects of each ari-rang singing on stress. *J. Naturopathy* 5(1): 1-8.
- www.uBioMacpa.com. 2017. uBioMacpa informations. uBioMacpa, Seoul.