

산림 건강 물질이 스트레스 반응과 인지기능에 미치는 영향: 음이온을 중심으로

김시경¹ · 신원섭^{2*} · 김미경³ · 연평식² · 박종훈⁴ · 유리화⁵

¹충북대학교 의과대학 신경정신과학 교실, 의학연구소,
²충북대학교 농업생명환경대학 산림학과, ³충북대학교 의과대학 내과,
⁴(주)맑은공기 기술연구소장, ⁵국립산림과학원 산림경영과

The Effects of Negative Ions on Stress Responses and Cognitive Functions

Si Kyeong Kim¹, Won Sop Shin^{2*}, Mi Kyeong Kim³, Pong Sik Yeoun²,
Jong Hoon Park⁴ and Ri Wha Yoo⁵

¹Department of Neuropsychiatry, Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Korea

²Department of Forest Sciences, Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Korea

³Department of Internal Medicine, Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Korea

⁴Technical Research Institute, Pure Air, Ltd., 587 Sujin-dong, Seongnam-si, Gyeonggi-do, Korea

⁵Division of Forest Management, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

요 약: 산림의 건강 기능은 여러 인자에 의하여 수행된다. 본 연구는 산림의 건강물질 중의 하나라고 알려진 음이온의 건강 효과를 알아보기 위하여 수행되었다. 본 연구는 12명의 대학생집단을 피험자로 하여 실험군과 비교군으로 무작위 할당 후 실험을 진행하였다. 실험군에 속한 피험자들에게는 음이온 (2,001,000 ion/cc)에 노출시키고 인지능력 테스트와 생리적인 변화의 측정을 위하여 채혈을 실시하였다. 자료의 분석결과 음이온에 노출된 실험군에서는 비교군에 비하여 긍정적인 생리적 변화가 발견되었다.

Abstract: Negative ion is considered as one of the forest health attributes. The overall purpose of this study was to investigate the influence of air negative ions on physiological effects. Data were collected from 12 volunteers (university students) who were randomly assigned into treatment and control groups. Subjects in treatment group were exposed to air with negative (2,001,000 ion/cc). Using pretest-posttest control group design, blood cortisol, norepinephrine, epinephrine, and cognitive function were measured. Data analysis indicated that negative ions influenced on positive effects of stress responses.

Key words : negative air ion, norepinephrine, epinephrine, cortisol, cognitive function

서 론

산림의 건강 증진 효과에 대한 기전으로 다양한 방향물질과 함께 공기 중 음이온 (negative air ion, NAI)의 효과가 제시되었다. 음이온은 산림이나 폭포 주변과 같은 쾌적한 자연 환경에 다량 존재하는데 최소한 부분적으로라도 인간의 건강에 긍정적인 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Nakane *et al.*, 2002). 음이온이 건강에 미치는 효과는 비교적 일찍부터 제시되었지만 초기 연구들은 정량적

인 음이온의 발생이나 객관적인 생리적인 효과 판정과 같은 방법상의 문제들로 인해 명확한 결론을 내리지 못하였으며(Yates, *et al.*, 1986), 1990년대 이후 전기 장치를 이용한 음이온 발생 장치와 스트레스의 생리적 효과를 측정할 수 있는 방법들이 고안되면서 이러한 문제들이 일부 극복되었다.

정신 건강과 관련한 연구들도 다수 시행되었는데, 특히 겨울 우울증에 대한 치료 효과가 명백하였다(Terman and Terman, 1995; Terman *et al.*, 1998; Terman and Terman, 2006; Westrin and Lam, 2007). 최근 개발된 장치인 고풍력의 음이온 발생기를 이용한 겨울 우울증의 치료는 효과

*Corresponding author
E-mail: shinwon@cbnu.ac.kr

적인 것으로 알려져 있는 다른 생물학적 치료 방법인 광선 치료와 달리 환자와 수면 동반자의 수면을 방해하지 않으며 각성 시에도 적용 가능하다는 장점이 있다(Terman and Terman, 2006). 따라서 음이온이 계절성 정동 장애를 포함한 다른 정신 장애의 대체 치료(complementary treatment)의 도구가 될 수 있을지 연구가 필요하다. 그러나 계절성 정동 장애 이외의 다른 정신 장애에 대한 효과를 확인한 조정된 연구는 상대적으로 부족하다. 다만 적은 수의 표본을 대상으로 만성 우울증에 대한 효과를 확인한 연구(Goel *et al.*, 2005)와 학생 집단에서 음이온이 일시적으로 급속한 기분 호전을 일으킨다는 연구(Goel N *et al.*, 2006)가 있어 음이온 효과에 대한 가능성이 제시되었다.

공기중의 음이온은 세로토닌을 증가시킴으로써 세로토닌 감소에 의한 우울증 치료에 효과를 보인다고 하는데(Anthony *et al.*, 2002), 그 외 다른 기전을 파악하기 위한 생리적, 인지적 기능에 대한 연구들이 시도되었다. 음이온은 고온 환경에서 운동하는 동안 심박동과 체온을 유의하게 줄여주었으며(Inbar *et al.*, 1982), 운동 후 체온 조절에 도움이 되었고(Reilly and Stevenson, 1993), 중간 수준의 운동 후 심혈관계의 회복에 영향을 미쳤을 뿐 아니라(Ryushi *et al.*, 1998) 사우나의 생리적 효과가 증강된다는 보고(Watanabe *et al.*, 1997)가 있어 신체 및 정신 스트레스에 대한 자율신경 기능의 회복에 도움을 주고 있는 것으로 보인다.

최근 연구에서 음이온은 컴퓨터 작업에 의한 스트레스를 경감시켜주었고(Nakane *et al.*, 2002) 야간 수면 동안 중심 체온이 감소하며 타액내 면역글로불린 A(immunoglobulin A, IgA)가 증가함으로써 수면의 질이 개선되는 등(Wakamura *et al.*, 2004), 인체의 신경학적, 내분비적, 면역학적 체계에 포괄적인 영향을 미치고 있다.

스트레스에 대한 인체의 반응은 대표적으로 시상하부-뇌하수체-부신 축(hypothalamic-pituitary-adrenal axis, HPA axis)와 교감신경계(sympathetic nervous system, SNS)에 의한 부신 수질 활성으로 나타나며 이 두 체계의 활성 상태는 생화학적으로 카테콜아민(catecholamine)과 코티졸을 통해 측정할 수 있다. 혈액 내의 에피네프린(epinephrine), 노르에피네프린(norepinephrine)과 같은 카테콜아민은 반감기가 1-3분으로 짧아 급성 스트레스 정도를 반영한다. 반면에 HPA axis는 교감신경계처럼 급성 반응을 일으키지 않으며 코티졸의 반감기는 70분 정도로 상대적으로 장기간의 스트레스를 반영할 수 있을 것이다(Baum and Grunberg, 1995).

이러한 생리적 효과와 함께 음이온의 노출이 정신 지체 아동이나 학습 장애 아동의 기억력과 주의집중력을 개선시켰는데(Morton and Kershner, 1984; Morton and Kershner,

1987; Morton and Kershner, 1990) 음이온이 인지 기능에 미치는 긍정적인 효과에 대한 확인이 필요하다.

본 연구는 고출력의 음이온 발생 장치를 이용하여 음이온이 인체의 생리적 변화와 인지적 변화에 영향을 미치는지를 확인함으로써 음이온이 개인의 정신 건강 증진에 효과가 있는지를 밝히고자 하였다. 이를 통하여 우울 장애를 포함한 다양한 정신 장애에 대한 치료적 가능성을 확인하려는 향후 연구의 기초 자료를 제공하고자 한다.

연구방법

1. 피험자

본 실험에 참여할 피험자는 충북 청주에 위치한 C대학교 재학생들 중 자발적 지원자를 대상으로 하였다. 사전에 연구 내용에 대하여 설명하고 동의를 획득하였으며 병력 조사를 통해 만성 질환이나 정신 질환의 가족력이나 기왕력이 있는 경우는 제외하였다. 대상군은 전체 12명으로 남녀 각각 6명씩이었고 평균 연령은 22.29세였다. 대상군의 나이와 성별, 지능을 짝지워 실험군과 대조군으로 무작위 할당하였다. 연구대상의 인구통계 자료는 표 1과 같다.

2. 자료 수집 방법

실험은 6명 2개조로 나누어 충북대학교 병원 정신과 외래에서 진행되었다. 1조는 오전 8시 20분에 모여 9시 20분까지 정맥 도관 설치를 완료하였으며 9시 20분에 첫 번째 실험 대상자에 대한 실험을 시작하였다. 실험은 1) 사전 활력 증상 측정 등 생리 평가와 삽입된 정맥 도관으로부터 채혈 (10분), 2) 할당된 군에 따라 맹검 상태의 음이온 적용 혹은 걸보기 시술 (sham procedure) (30분), 3) 사후 생리 평가와 채혈 (10분), 4) 인지기능 평가 (40분) 순으로 구성되었다. 인지기능 평가 시에도 음이온 혹은 걸보기 시술을 그대로 적용하였다. 2조는 오후 12시 20분에 모여 1시 20분까지 정맥 도관 설치를 완료하고 같은 순서대로 1시 20분부터 실험을 시행하였다.

3. 음이온 적용

본 연구에서 사용한 음이온 발생기(EOS 204, PureAir, Inc.)는 50 mm 거리에서 2,001,000 ion/cc의 음이온이 발생한다(한국원적외선응용평가연구원, 2006). 음이온 노출 및 인지기능 평가 시 30 cm 거리를 두고 음이온이 포함되어 있거나 음이온이 없는 기류를 발생하여 피험자에게 노출되었다. 피험자는 자신이 음이온 대상인지 걸보기 시술 대상인지 알 수 없었다.

4. 신경인지기능 검사

신경인지기능 검사는 전산화 신경인지기능 검사인 Vienna

Test System을 사용하였다. 이것은 오스트리아의 Dr. Schuhfried사에서 개발한 것으로 정신의학 영역에서 가장 폭넓게 사용되고 있는 전산화 신경인지기능 검사이다. 본 연구에서는 소검사 영역 중 standard progressive matrices (SPM), work performance series(WPS), cognitrone(COG), corsi block tapping test(CORSI)를 실시하였다. 검사는 1주 간격으로 2차례에 걸쳐 시행되었으며 사전 검사는 실험 1주 전에 SPM, WPS, COG, CORSI를 모두 시행하였고 실험 당일에는 음이온 혹은 걸보기 시술 적용 후 WPS, COG, CORSI를 시행하여 비교하였다. SPM은 대상군의 지능을 평가하기 위한 것으로 실험군과 대조군 할당에 사용하였다. 실험 대상 각 개인은 사전 평가와 실험 당일 인지기능 검사는 동일 시간대에 시행하였다.

1) SPM

표준도형지능검사는 기본적으로 즉각적으로 파악되지 않는 상황에서 복잡한 문제를 용이하게 처리할 수 있는 구성 개념을 찾아내는 추론 능력(educative ability)과 재현 능력(reproductive ability)을 평가한다. 비언어적 지능에 해당한다고 볼 수 있다. 교육, 문화, 언어, 사회경제적 배경과 무관하게 지적 능력을 평가할 수 있다. 검사가 시작되면 화면 상단에 직사각형의 상자 안에 그림이 나타난다. 그림은 3행 2열 혹은 3행 3열로 배열되어 6개 혹은 9개의 부분으로 나뉘어 보여진다. 그 중 맨 우측 하단에 해당하는 화면의 부분은 비워져 있는데 상자 밑의 화면 하단에는 6개 내지 8개의 보기가 있어 그 중에서 빈자리에 들어갈 가장 알맞은 것을 선택하게 한다. 문항 수는 152개이며 소요 시간은 무제한으로 옳은 반응의 수를 측정하여 피검자의 지능을 평가한다.

2) WPS

두 개의 한 단위 숫자를 제시하고 더하거나 빼도록 하여 20분 내에 얼마나 많은 계산을 정확하게 하는지 평가하여 단순작업 능력과 집중력, 피로도를 검사할 수 있다. 결과는 계산한 총 숫자(elaborated, ELA)와 오답 비율(percentage of error, ERR%)로 제시된다.

3) COG

시지각 분석, 주의력, 인지적 유연성, 단기 기억력 및 스트레스 인내력을 측정하는 검사이다. 모니터 상단에 있는 4개의 표시 화면에 서로 다른 그림이 각각 1개씩 제시되고, 그 밑에 다른 하나의 작업 화면에 또 하나의 그림이 환자에게 제시된다. 이 작업 화면에 있는 그림과 동일한 그림이 4개의 표시 화면 중에 있으면 녹색 단추를, 없으면 적색 단추를 눌러 반응하게 한다. 화면은 문항 당 1.8초로 제한하여 시간이 지나면 자동으로 다음 문항으로 넘어가

게 되며, 문항 수는 총 200문항이고 약 7분 정도의 검사 시간이 소요된다. 옳은 반응의 수로 환자의 지속적 주의 집중력을 평가한다. 결과는 옳게 반응한 개수(number of correct response, CRN), 같은 것이 있다고 옳게 반응한 개수(number of correct Yes-response, CYRN), 같은 것이 없다고 옳게 반응한 개수(number of correct No-response, CNRN), 옳게 한 반응의 평균 시간(mean time of correct response, CRT), 같은 것이 있다고 옳게 반응했을 때 걸린 평균 시간(mean time of correct Yes-response, CYRT), 같은 것이 없다고 옳게 반응했을 때 걸린 평균 시간(mean time of correct No-response, CYNT), 검사에 걸린 총 시간(time taken, TIME) 형태로 제시된다.

4) CORSI

시각적인 즉각 기억을 측정한다. 시각적인 집중도, 작업 기억을 반영하기도 한다. 화면에 나타난 9개의 사각형이 불규칙하게 나열되어 깜박이고 이후 라이트 펜으로 깜박인 순서대로 사각형을 누르게 된다. 깜박이는 사각형의 수가 3개에서 8개까지 증가하며 연속적으로 3회 이상 틀리면 중단된다. 결과는 맞힌 최대값이 memory span(MS)로 제시된다.

5. 검체의 채취

코티졸, 에피네프린, 노르에피네프린 혈중 농도를 측정하기 위하여 대상자의 정맥혈을 채취하였다. 시험 시작 전에 대상자의 전주정맥에 정맥 도관을 설치하였으며 초기 상태의 혈액 6ml 이 채취되었다. 실험 기간 동안 유지된 정맥 도관에는 생리식염수 잠금 장치(saline lock)를 설치하여 필요 시 별도의 정맥 천자 없이 혈액을 채취할 수 있도록 하였다. 초기 혈액 채취 이후 최소 1시간 이상 앉은 자세에서 안정을 유지한 후 실험을 실시하였고, 실험 전후로 생리식염수 잠금 장치를 통해 동일 용량의 혈액을 채취하여 실험 전후 혈중 농도를 비교하도록 하였다.

6. 통계분석

실험 전후 인지기능 점수와 코티졸, 에피네프린, 노르에피네프린 농도의 집단 간의 비교는 맨-휘트니 U 검정(Mann-Whitney U test)을 이용하였다. 집단 내에서 인지기능 점수와 호르몬 농도가 실험 전후에 차이가 있는지는 윌콕슨 부호화 순위 검정(Wilcoxon signed rank test)를 이용하였으며 임상 항목의 변화 차이가 실험 혹은 집단의 효과에 의한 것인지를 검증하기 위해 반복측정 분산분석(repeated measure ANOVA)을 시행하였다. 통계 분석은 SPSS 12.0 K for Windows를 사용하였으며 유의수준은 0.05 이하로 하였다.

결 과

1. 실험군과 비교군간 기초 자료

실험군과 대조군의 성별, 연령, SPM으로 측정 한 지능 사이에 유의한 차이는 없었다. 또한 다른 실험 순서, 실험을 시행하는 시간대와 같은 다른 실험 조건도 동일하게 조정하였다. 실험군의 평균 나이는 22.15 ± 1.59 , 대조군은 22.43 ± 2.10 세였고, SPM으로 측정 한 지능은 실험군 107.83 ± 6.34 , 대조군은 114.50 ± 15.64 였다. 연구 대상의 각각의 기초 자료는 표 1에 제시하였다.

2. 집단 간 인지 기능 검사 점수 차이

사전, 사후 평가된 각 소검사 항목의 점수 사이에 집단 간 차이가 없었다(표 2, 3).

3. 혈중 코티졸, 에피네프린, 노르에피네프린 농도

실험 후 에피네프린 농도는 집단 사이에 유의한 차이를

Table 1. Basic data of subjects.

Group	Sex	Age	IQ	Team	Order
Experiment	Male	22.25	102	1	1
	Female	20.33	104	1	2
	Male	24.00	115	1	3
	Female	20.50	102	1	4
	Female	21.92	108	2	3
	Male	23.92	116	2	4
Control	Female	20.83	112	2	5
	Male	25.92	145	2	6
	Female	21.17	110	1	5
	Female	20.50	102	1	6
	Male	23.83	104	2	1
	Male	22.33	114	2	2

보였으며 실험군에서 낮은 농도를 보였다. 기초 검사, 실험 전 후의 다른 혈액 검사 결과는 집단 사이의 유의한 차이는 보이지 않았다(표 4).

Table 2. Mean Differences of Cognitive Function Test Scores between Groups before experiment*

		Experiment	Control	Z score	p value
COG	CRN	188.67 ± 3.61	189.17 ± 4.45	-0.24	0.82
	CYRN	74.83 ± 1.72	74.33 ± 2.88	-0.08	0.94
	CNRN	113.83 ± 3.54	114.83 ± 2.04	-0.33	0.82
	CRT	1.93 ± 0.22	1.91 ± 0.40	-0.32	0.82
	CYRT	1.78 ± 0.16	1.79 ± 0.47	0.00	1.00
	CNRT	2.03 ± 0.27	1.98 ± 0.36	-0.40	0.70
	TIME	0.27 ± 0.03	0.26 ± 0.05	-0.32	0.82
CORSI	MS	5.83 ± 1.83	6.17 ± 1.17	-0.17	0.94
ALS	ELA	1032.00 ± 208.41	1101.67 ± 175.21	-0.48	0.70
	ERR%	2.34 ± 1.13	2.55 ± 1.56	-0.16	0.94

*by Mann-Whitney U test, COG : Cognitrone, CRN : number of correct response, CYRN : number of correct yes-response, CNRN : number of correct no-response, CRT : mean time of correct response, CYRT : mean time of correct yes-response, CNRT : mean time of correct no-response, TIME : time taken, MS : memory span, ELA : elaborated, ERR% : percentage of error

Table 3. Mean Differences of Cognitive Function Test Scores between Groups after experiment*

		experiment	control	Z score	p value
COG	CRN	188.17 ± 4.92	188.17 ± 6.21	-0.08	0.94
	CYRN	72.67 ± 3.44	73.83 ± 3.37	-0.57	0.59
	CNRN	115.50 ± 3.15	114.33 ± 3.39	-0.65	0.59
	CRT	1.61 ± 0.16	1.63 ± 0.29	-0.40	0.70
	CYRT	1.49 ± 0.16	1.56 ± 0.36	-0.16	0.94
	CNRT	1.68 ± 0.17	1.68 ± 0.26	-0.16	0.94
	TIME	0.22 ± 0.02	0.23 ± 0.04	-0.08	0.94
CORSI	MS	7.00 ± 0.63	7.00 ± 0.63	0.00	1.00
ALS	ELA	1159.00 ± 235.22	1238.50 ± 146.14	-0.48	0.70
	ERR%	2.38 ± 1.33	2.78 ± 1.98	-0.48	0.699

*by Mann-Whitney U test, COG : Cognitrone, CRN : number of correct response, CYRN : number of correct yes-response, CNRN : number of correct no-response, CRT : mean time of correct response, CYRT : mean time of correct yes-response, CNRT : mean time of correct no-response, TIME : time taken, MS : memory span, ELA : elaborated, ERR% : percentage of error

Table 4. Comparisons of Cortisol, Epinephrine and Norepinephrine Concentration in Baseline, Pretest and Posttest between Groups*

		Experiment	Control	Z score	p value
Baseline	CORT	14.37 ± 6.35	12.00 ± 2.84	-0.48	0.70
	EPI	23.98 ± 24.43	28.47 ± 3.78	-1.92	0.07
	NE	312.10 ± 107.52	222.35 ± 65.31	-1.44	0.18
Pretest	CORT	10.78 ± 3.80	8.54 ± 2.65	-1.10	0.33
	EPI	10.60 ± 6.49	8.32 ± 5.35	-0.55	0.66
	NE	283.45 ± 62.76	269.00 ± 82.39	-0.55	0.66
Posttest	CORT	9.30 ± 3.24	6.28 ± 1.96	-1.46	0.18
	EPI	5.93 ± 5.85	14.92 ± 6.76	-2.01	0.05
	NE	309.07 ± 80.35	319.52 ± 113.36	-0.18	0.93

*by Mann-Whitney U test, CORT : cortisol, EPI : epinephrine, NE : norepinephrine

Table 5. Comparisons of Cognitive Function Test Scores between Pre and Post Experiments by Groups*

		Experiment			Control		
		Pretest	Posttest	z score	Pretest	Posttest	Z score
COG	CRN	188.67	188.17	-0.14	189.17	188.17	-0.53
	CYRN	74.83	72.67	-1.16	74.33	73.83	-0.43
	CNRN	113.83	115.50	-0.81	114.83	114.33	-0.54
	CRT	1.93	1.61	-2.20*	1.91	1.63	-2.20*
	CYRT	1.78	1.49	-2.20*	1.79	1.56	-2.20*
	CNRT	2.03	1.68	-2.20*	1.98	1.68	-2.20*
	TIME	0.27	0.22	-2.20*	0.26	0.23	-2.20*
CORSI	MS	5.83	7.00	-1.63	6.17	7.00	-1.34
ALS	ELA	1032.00	1159.00	-2.20*	1101.67	1238.50	-2.20*
	ERR%	2.34	2.38	-0.31	0.44	0.22	-2.21*
Hormone	CORT	10.78	9.30	-1.36	8.54	6.28	-1.10
	EPI	10.60	5.93	-2.00*	8.32	14.92	-1.75
	NE	283.45	309.07	-0.94	269.00	319.52	-2.02*

*p<0.05 by Wilcoxon signed rank test, COG : Cognitron, CRN : number of correct response, CYRN : number of correct yes-response, CNRN : number of correct no-response, CRT : mean time of correct response, CYRT : mean time of correct yes-response, CNRT : mean time of correct no-response, TIME : time taken, MS : memory span, ELA : elaborated, ERR% : percentage of error, CORT : cortisol, EPI : epinephrine, NE : norepinephrine

4. 실험 전후 차이에 대한 집단간 비교

COG의 CRT, CYRT, CNRT, TIME과 ALS의 ELA 점수는 실험군과 대조군 모두에서 실험 전후에 유의한 수행호전을 보였다. ALS의 ERR%는 오히려 대조군에서만 유의한 감소를 일으켰다. 혈중 에피네프린 농도는 실험군에서만 유의한 감소를 보였으며 혈중 노르에피네프린 농도는 대조군에서만 유의하게 증가하였다(표 5).

이를 실험의 효과와 실험 효과에 대한 집단의 차이를 비교하기 위해 반복측정 변량분석(repeated measure ANOVA)을 시행하였다. CRT, CYRT, CNRT, TIME, MS, ELA 점수의 변화에는 실험의 효과가 유의하게 나타났지만 그 유의성은 음이온 존재 여부에 따라 구분되지 않았다. 다만, 혈중 epinephrine 농도는 실험 전후의 효과가 나타나지 않았지만 실험 전후의 변화에 집단간의 차이가 있어 실제 음이온 실험군과 견보기 기술 군 사이의 유의한 차

이를 보였다(표 6).

고 찰

음이온이 정신 건강에 미치는 효과를 조사한 대부분의 연구에서 낮은 출력으로 발생한 음이온에 비해 고출력으로 발생한 음이온이 효과적임을 제시하면서 낮은 출력의 음이온은 고출력의 음이온이나 광선 치료의 효과를 검증하기 위한 견보기 기술로 사용하고 있다. Terman과 Terman(2006)은 고출력의 음이온과(4.5×10¹⁴ ion/second) 저출력 음이온 (1.7×10¹¹ ion/second) 수준과 비교하였다. 본 연구에서 이용한 음이온 발생 장치에서 위의 연구와 같이 초당 유량을 확인하지 못하였으며 다만 발생기에서 50 mm 떨어진 거리에서 2,001,000 ion/cc 정도의 음이온이 발생한다는 것만 확인하였다. Terman M 등(1998)도 같

Table 6. Effects of Experiment and Group Interaction on Changes of Cognitive Function Test Scores and Hormone Concentrations.

		Effect	
		Experiment	Experiment*group
COG	CRN	0.232	0.026
	CYRN	1.934	0.755
	CNRN	0.317	1.093
	CRT	38.237**	0.185
	CYRT	30.581**	0.583
	CNRT	32.888**	0.155
	TIME	36.481**	0.117
CORSI	MS	6.792*	0.189
ALS	ELA	64.891**	0.09
	ERR%	0.188	0.102
Hormone	CORT	4.326	0.186
	EPI	0.262	8.881*
	NE	4.099	0.439

*p<0.05, **p<0.01 by repeated measure ANOVA, *p<0.05 by Wilcoxon signed rank test, COG : Cognitron, CRN : number of correct response, CYRN : number of correct yes-response, CNRN : number of correct no-response, CRT : mean time of correct response, CYRT : mean time of correct yes-response, CNRT : mean time of correct no-response, TIME : time taken, MS : memory span, ELA : elaborated, ERR% : percentage of error, CORT : cortisol, EPI : epinephrine, NE : norepinephrine

은 정도의 음이온 발생 장치를 이용하였는데 고출력의 음이온 발생 장치의 경우 결과적으로 조사 대상은 2.7×10^6 ion/cc 정도의 음이온에 노출되었다고 하여 본 연구에서도 충분한 수준의 고출력의 음이온이 발생하였을 것으로 가정할 수 있다.

실험 진행에 있어 특별한 스트레스 유발 요인을 적용하지 않았으나 실험군과 달리 대조군에서 에피네프린의 농도가 증가하였다. 30분간 밀폐된 방에서 혼자 있으면서 실험이 진행되었는데 이러한 환경이 스트레스 유발 요인으로 작용하였을 가능성이 있으며 대조군과 달리 음이온에

노출된 경우 이러한 스트레스 반응의 회복이 일어났다고 할 수 있다.

기초 상태와 실험 전의 모든 호르몬 농도는 집단 간 차이가 나타나지 않았으나 실험 후의 에피네프린 농도에서 집단 간 차이가 관찰되었다. 또한 집단 별로 비교하였을 때 실험군은 에피네프린 농도가 유의하게 감소하였으며 대조군은 노르에피네프린 농도가 유의하게 증가하였다. 결과적으로 음이온이 카테콜아민의 증가를 차단하는 효과를 보였다고 할 수 있다. 카테콜아민은 스트레스 반응에 따른 교감신경계의 즉각적인 활성을 반영하지만 정맥혈에서 검체를 채취하는 경우 정맥 천자가 스트레스 요인으로 작용하여 결과에 영향을 미친다. 하지만 반감기가 1-3분으로 짧아 충분한 시간이 지나면 정맥 천자 효과를 제거할 수 있다. 본 연구에서 정맥 천자 후 도관을 삽관하고 생리식염수 잠금 장치를 설치함으로써 반복적인 천자에 의한 스트레스 효과를 최소화하였다. 정맥 천자 후 실험 전 검체 채취에는 최소 1시간 이상을 소요하였으므로 정맥 천자에 의한 효과는 완전히 배제 가능하였을 것이다. 상대적으로 일관되지 않은 노르에피네프린 농도에 비해 카테콜아민 대사의 최종 산물인 에피네프린은 두 집단 모두에서 정맥 천자 효과가 반영되는 기저 상태의 농도가 가장 높았다가 음이온에 노출되면서 감소하였지만 대조군에서는 증가하였다. 반면에 코티졸 농도에는 특별한 효과를 나타내지 못하였다. 스트레스에 의한 HPA axis의 변화는 교감신경계처럼 급속하지 않아 상대적으로 단기간에 음이온의 단일 노출에 대한 효과가 명백하지 않았을 것으로 보인다. 코티졸의 농도 차이를 확인하기 위해서는 충분한 시간 동안의 음이온 노출을 반복하면서 평가하는 것이 필요하다.

코티졸 농도 변화와 함께 인지 기능 측면에서 집단간의 뚜렷한 차이가 관찰되지 않았다. 검사 시점에 따라 호전을 보인 항목은 시지각 분석 능력, 주의집중력, 단기 기억력, 스트레스 내인력 등을 평가하는 항목으로 학습 효과

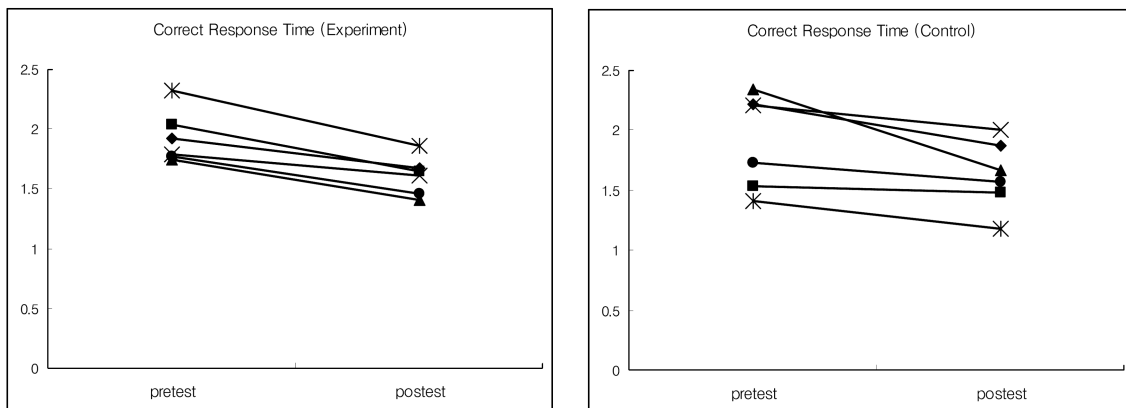


Figure 1. Comparisons of Correct Response Time (sec) in Cognitron between Pre and Post Tests by Groups.

에 의했을 가능성이 높다. 스트레스 반응의 감소가 인지 기능 손상의 차단과 같은 결과를 보이게 하기 위해서는 보다 반복적이고 장기적인 처치가 필요할 것이다. 다만, 기존의 연구에서 40분 내외의 단기간의 노출에서 컴퓨터 작업 수행의 일시적인 호전을 보였고(Nakane *et al.*, 2002), 30분 정도의 단기간의 음이온 노출을 3일간 연속적으로 시행한 경우 급속한 우울감의 호전이 보고되었기 때문에(Goel and Etwaroo, 2006) 단기간의 인지 기능 개선 효과를 확인하기 위한 조정된 연구가 필요하다. 본 연구에서 군간 표본이 6명으로 적었기 때문에 다른 요인의 효과를 최소화하지 못한 측면이 있다. 예를 들어 COG 검사의 반응 시간에 대한 결과를 보면(그림 1) 음이온에 노출된 실험군의 경우 모든 대상이 일정하게 소요 시간의 감소를 보이고 있다. 반면 대조군은 전체적으로 소요 시간의 감소가 그리 크지 않거나 오히려 증가하고 있음에도 불구하고 단지 한명만이 급격한 소요 시간 감소를 보임으로써 전체적으로 실험군과 유의한 감소 효과를 보였을 가능성이 있다. 아마도 기초 검사 시에 검사 지시에 대한 충분한 설명을 듣지 못함으로써 자신의 능력에 비해 필요 이상의 시간이 소요되었을 가능성이 있으며 두번째 검사에서는 학습 효과로 인한 점수의 감소가 가장 높았을 것으로 생각된다.

본 연구에 있어 대상의 표본수가 적었다는 것이 위와 같은 문제점을 극복하지 못하게 한 중요한 제한점으로 작용하였다. 그러나 고풍력의 음이온의 효과 확인을 시도한 연구로서 걸보기 시술과 같은 대조군을 사용한 무작위의 조정된 연구(randomized controlled study)로서 가치를 지닐 것이며 추후 전체 표본을 확장하여 생리학적, 인지적, 정신병리적 지표를 이용한 지속적인 연구가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 산림청 기획과제 “산림의 건강 증진 효과 조사” 연구 결과의 일부임.

인용문헌

1. Anthony, F.J., Helen, C., Kathleen, M.G. and Bryan, R. 2002. Effectiveness of complementary and self-help treatments. *The Medical Journal of Australia*. 176: 84-96.
2. Baum, A. and Grunberg, N. 1995. Measurement of stress hormones. In Cohen, S., Kessler, R.C. and Gordon, L.U. (eds.), *Measuring stress* (pp.175-192). New York: Oxford University Press.
3. Goel, N. and Etwaroo, G.R. 2006. Bright light, negative air ions and auditory stimuli produce rapid mood changes in a student population: a placebo-controlled study. *Psychological Medicine*. 36: 1253-1263.

4. Goel, N., Terman, M., Terman, J.S., Macchi, M.M. and Stewart, J.W. 2005. Controlled trial of bright light and negative air ions for chronic depression. *Psychological Medicine*. 35: 945-955.
5. Inbar, O., Rotstein, A., Dlin, R., Dotan, R. and Sulman, F.G. 1982. The effects of negative air ions on various physiological functions during work in hot environments. *International Journal of Biometeorology*. 6: 153-156.
6. Morton, L.L. and Kershner, J.R. 1984. Negative air ionization improves memory and attention in learning-disabled and mentally retarded children. *Journal of Abnormal Child Psychology*. 12: 353-365.
7. Morton, L.L. and Kershner, J.R. 1987. Negative ion effects on hemispheric processing and selective attention in the mentally retarded. *Journal of Mental Deficiency Research*. 31: 169-180.
8. Morton, L.L. and Kershner, J.R. 1990. Differential negative air ion effects on learning disabled and normal-achieving children. *International Journal of Biometeorology*. 34: 35-41.
9. Nakane, H., Asami, O., Yamada, Y., and Ohira, H. 2002. Effect of negative air ions on computer operation, anxiety and salivary chromogranin A-like immunoreactivity. *International Journal of Psychophysiology* 46: 85-89.
10. Reilly, T. and Stevenson, I.C. 1993. An investigation of the effects of negative air ions on responses to submaximal exercise at different time of day. *Journal of Human Ergology*. 22: 1-9.
11. Ryushi, T., Kita, I., Sakurai, T., Yasumatsu, M., Isokawa, M., Aihara, Y., and et al. 1998. The effect of exposure to negative air ions on the recovery of physiological responses after moderate endurance exercise. *International Journal of Biometeorology*. 41: 132-136.
12. Terman, M. and Terman, J.S. 1995. Treatment of seasonal affective disorder with a high-output negative ionizer. *Journal of Alternative and Complementary Medicine* 1: 87-92.
13. Terman, M. and Terman, J.S. 2006. Controlled trial of naturalistic dawn simulation and negative air ionization for seasonal affective disorder. *American Journal of Psychiatry* 163: 2126-2133.
14. Terman, M., Terman, J.S. and Ross, D.C. 1998. A controlled trial of timed bright light and negative air ionization for treatment of winter depression. *Archives of General Psychiatry* 55: 875-882.
15. Watanabe, I., Noro, H., Ohtsuka, Y., Mano, Y. and Agishi, Y. 1997. Physical effects of negative air ions in a wet sauna. *International Journal of Biometeorology*. 40: 107-112.
16. Wakamura, T., Sato, M., Sato, A., Dohi, T., Ozaki, K., Asou, N., and et al. 2004. A preliminary study on influence of negative air ions generated from pajamas on core body temperature and salivary IgA during night sleep. *International Journal of Occupational Medicine and Envi-*

- ronmental health. 17: 295-298.
17. Westrin, A. and Lam, R.W. 2007. Seasonal affective disorder: a clinical update. *Annals of Clinical Psychiatry*. 19: 239-246.
18. Yates, A., Gray, F.B., Misiaszek, J.I., and Wolman, W. 1986.

Air ions: past problems and future directions. *Environ. Int.* 12: 99-108.

(2008년 6월 27일 접수, 2008년 7월 17일 채택)