

## 크나이프 요법이 HRV에 미치는 효과: 산림 환경에서 적용한 최초의 예비적 검증

홍금나<sup>1</sup> · 신방식<sup>2</sup> · 송규진<sup>2</sup> · 손정희<sup>2</sup> · 김현석<sup>3</sup> · 최민주<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>제주대학교대학원, <sup>2</sup>(사)산림치유연구소, <sup>3</sup>(사)보건의료융합기술원, <sup>4</sup>제주대학교 의학전문대학원

## Effects of Kneipp therapy on HRV: the First Preliminary Validation in Forest Environment

Geum Na Hong<sup>1</sup> · Bang Sik Sin<sup>2</sup> · Kyu Jin Song<sup>2</sup> · Jeong Heui Son<sup>2</sup> · Hyun Suk Kim<sup>3</sup> · Min Joo Choi<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Grad. School of Jeju National Univ, Jeju 63243, South Korea

<sup>2</sup>Jeju Forest Therapy Center, Jeju 63345, South Korea

<sup>3</sup>Institute of Health and Medical Convergence, Jeju 63243, South Korea

<sup>4</sup>Department of Medicine, Jeju National Univ., Jeju 63243, South Korea

(Received February 22, 2022 / Revised March 6, 2022 / Accepted March 10, 2022)

**Abstract Background:** A validation study is needed to make domestic applications of German Kneipp therapy. Purpose: The study aims to test the effect of a Kneipp therapeutic program in a domestic forest environment on the autonomic nervous system. **Methods:** The program was made considering the 4 key elements ('exercise', 'regulative therapy', 'nutrition', and 'phytotherapy') of the Kneipp therapy. Total 3 sessions (once a week for 5 hours in each session) were performed to 40 domestic adults divided into four groups (10 in each group). HRV was measured on the subjects before and after the intervention, and its 6 characteristic parameters (TP, VLF, LF, HF, LF/HF, CSI: Cumulative Stress Index) were compared for statistical analysis. **Results:** For 33 subjects excluding 7 who were disturbed by interrupt factors during measurements, significant improvements after the intervention, were observed in TP(8.64%,  $p < .001$ ), VLF(6.96%,  $p < .05$ ), LF(15.86%,  $p < .001$ ), HF(8.46%,  $p < .01$ ), LF/HF(5.77%,  $p < .05$ ) and CSI(-16.06%,  $p < .001$ ). **Conclusions:** The Kneipp therapy performed in the forest environment was shown to activate the autonomic nervous system and in particular the sympathetic and parasympathetic nervous to promote heart activity, and was also shown to most significantly reduce cumulative stress. The present observations would be the first preliminary evidence that the Kneipp therapeutic intervention in a domestic forest environment results in positive responses of the autonomic nervous system including stress relief.

**Key words** Kneipp therapy, Forest environment, HRV, Autonomic Nerve, Cumulative stress

**초록 배경:** 독일 크나이프 요법을 국내에서 적용하기 위해 검증 연구가 필요하다. **목적:** 국내 산림 환경에서 적용한 크나이프 요법이 자율신경계에 미치는 영향을 규명하기 위함이다. **방법:** 크나이프 요법 중 4가지 요소('움직임', '삶의 질서', '음식 섭취', '치유 식물')를 고려한 중재 프로그램을 구성하여, 성인 40명을 10명씩 네 그룹으로 나눠 3회(주1회, 5시간씩) 적용했다. 중재 전과 후에 맥파측정기(uBioMacpa)를 이용하여 HRV(TP, VLF, LF, HF, LF/HF, CSI: Cumulative Stress Index)를 측정하고 비교 분석했다. **결과:** 잠파 혼입이 있는 7명의 데이터를 제외한 33명의 자료를 분석한 결과, 프로그램 중재 후 연구 대상자의 TP(8.64%,  $p < .001$ ), VLF(6.96%,  $p < .05$ ), LF(15.86%,  $p < .001$ ), HF(8.46%,  $p < .01$ ), LF/HF(5.77%,  $p < .05$ )는 유의하게 증가하였고, CSI는 유의하게 감소하였다(16.06%  $p < .001$ ). **결론:** 국내 산림 환경에서 적용한 크나이프 요법은 자율신경계를 전체적으로 활성화하고, 교감과 부교감신경의 활성도를 높여 심장 활동을 촉진시키며, 누적 스트레스를 감소시켜 주었다. 본 연구의 결과는 크나이프 요법이 국내 산림 환경에서 치유 프로그램으로 활용되어 스트레스 해소를 포함한 자율 신경계의 긍정적인 효과를 제시한 초기적인 최초의 증거라 할 수 있다.

**주제어** 크나이프 요법, 산림 환경, HRV, 자율신경, 누적 스트레스

### 서 론

크나이프 요법은 125년전 세바스찬 크나이프(F.S. Kneipp,

1821~1897) 신부에 의해 고안된 자연 치유 방법으로, 포괄적이고 전체론적 삶의 방식을 중요시한다. 이 전체론적 접근은 효과적인 면역 체계, 광범위한 신체 운동, 스트레스에

대한 저항이 자가 치유력을 향상시키고 회복탄력성을 강화하기 위함이다(Kneipp, 1886). 19세기 말에 그의 사상이 발표되면서 물 요법 뿐만 아니라 육체, 정신, 영혼의 조화를 목표로 하는 크나이프의 삶과 치유 철학이 세계적으로 인정받고 있다(Kneipp, 1886; Kneipp, 1889). 이는 세계보건기구가 정의한 건강 개념인 ‘단순히 질병이나 허약함이 없는 것이 아니라 신체적, 정신적, 사회적으로 완전히 안녕한 상태’에 대한 패러다임의 변화를 반영한다(Locher *et al.*, 2014; WHO, 1948). 크나이프 요법에는 물(Wasser, \*Hydrotherapy)을 중심으로 움직임(Bewegung, \*Exercise), 음식 섭취(Ernährung, \*Nutrition), 치유 식물(Heilpflanzen, \*Phytotherapy), 삶의 질서(Lebensordnung, \*Regulative therapy)의 다섯 가지 요소를 포함한다(\*Locher *et al.*, 2014). 이 다섯 가지는 일상 생활에서 없어서는 안 될 필수 조건들이므로 통합적으로 사용된다.

현재 독일에는 질병 예방 및 치료를 위한 국가 승인 크나이프 건강 리조트가 53개 이상이 있다(Kneipp verband, 2020). 크나이프 건강 리조트에서는 호흡기 만성질환, 대사장애, 신경 장애 및 질병, 심혈관 질환(예, 저혈압 또는 고혈압, 동맥 순환 장애), 류마티스 질환, 갱년기 증상, 전반적인 피로 및 면역 결핍 등에 대한 치유 프로그램이 운영되고 있다. (Sebastian Kneipp Institut, 2005). 크나이프 방식은 병원에서 암 환자들에게 통증 및 부작용을 줄이거나 합병증을 예방하는 통합 의학 방법으로 적용되고 있으며(Hack *et al.*, 2015), 노인 요양원에서 보완 대체 의학의 한 형태로 활용되고 있다(Ortiz *et al.*, 2014). 크나이프 요법은 건강과 웰빙에 대한 전체론적 접근법으로써 자연 예방 의학 및 대체 의학 영역으로 그 활용성이 확장되고 있다(Locher *et al.*, 2014; Stier-Jarmer *et al.*, 2021).

크나이프 요법은 자연과의 관계를 중요시하면서 신선한 공기가 있는 곳에서 호흡, 일광욕, 산책, 풍욕, 신체 온도 변화에 대한 조절 등 자연 환경들을 치유 자원으로 활용한다. 따라서 크나이프 접근 방식은 각 나라의 문화와 환경에 맞게 채택되어 사용된다(Kneipp, 2016). 국내에서는 산림치유, 해양치유 등이 자연 요법으로 보고되고 있으나, 크나이프 요법과 관련된 연구는 삶의 질서/심리요법에 대한 임상적 연구(Hong *et al.*, 2021) 외에는 거의 없는 실정이다.

인간은 자연 환경속에서 피로를 회복할 수 있다(Kaplan, 1995). 숲에 머물거나 산책을 하는 것만으로도 자율신경이 활성화 된다(Yamaguchi *et al.*, 2006; Lee *et al.*, 2012; Sin *et al.*, 2018; Sin *et al.*, 2021). 산림치유는 숲에 존재하는 다양한 환경 요소를 활용하여 인체의 면역력을 높이고 신체적·정신적 건강을 회복시키려는 요법이다(Korea Forest Welfare Institute, 2022). 산림치유로 전두엽피질이 활성화되고, 혈압과 혈중 코티졸 수치가 낮아지며, 신체 이완이 촉진되고, 면역력을 강화되며, 스트레스가 완화되는 효과가 보고되고 있다(Tsunetsugu, 2007; Mao *et al.*, 2012; Morita *et al.*, 2007; Park *et al.*, 2014).

크나이프 요법은 실내에서도 이루어지지만, 실외에서 자연 환경을 이용해서도 폭 넓게 적용할 수 있다. 특히 산림이 가지는 환경 요소(햇빛, 경관, 온도, 피톤치드, 소리, 습도, 음이온 등)는 크나이프 요법에서 활용하는 매우 유용한 치유 자원이다. 따라서 산림 환경에서 크나이프 치유 프로그램은 임상적으로 그 효과에 대한 기대감이 크다고 할 수 있다.

본 연구에서는 국내의 산림 환경하에서 크나이프 요법 중 움직임(Exercise), 삶의 질서(Regulative therapy), 음식 섭취(Nutrition), 치유 식물(Phytotherapy)에 대한 요소를 고려한 중재 프로그램을 구성하고 한국인의 자율 신경계에 미치는 영향에 대해 초기적인 검증을 수행하고자 한다. 본 실험에서는 성인 40명을 네 그룹으로 나눠 크나이프 치유 프로그램을 3회(주 1회, 5시간씩) 실행했고, 중재 전과 후에 자율 신경계의 변화에 민감하게 반응하는 HRV(TP, VLF, LF, HF, LF/HF, CSI: Cumulative Stress Index) 값의 변화를 비교 분석했다.

## 재료 및 방법

### 생명윤리위원회의 허가

본 연구의 대상자 모집 및 참여 동의, 연구 목적, 연구 절차, 참여 철회, 개인정보 보호에 대한 설명 등 모든 진행 과정은 J 대학교병원 생명윤리위원회의 승인을 받아 진행되었다(IRB 2020-10-016-001).

### 대상자

본 연구는 만 51세부터 70세까지 성인 남·여를 대상으로 산림치유 프로그램 참가 모집 공고를 내어 실시하였다. 프로그램에 참여 의사를 밝히고 본 연구에 동의를 한 성인 40명을 대상으로 했다. 크나이프 치유 프로그램 전후 40명이 HRV 검사를 했으나, 측정 중 측정자의 움직임 및 잡과 혼입으로 HRV 분석 오류가 발생된 7명을 제외하여, 최종 연구 대상자는 33명(남자 13명, 여자 20명, 평균 나이 61.9세)으로 집계되었다.

### 절차

모집된 연구 대상자 40명을 10명씩 네 그룹으로 배정하고, 각 그룹은 3회(주 1회, 5시간씩 크나이프 치유 프로그램을 진행했다. 프로그램 전 오전 10시경에 HRV 측정하고 프로그램 종료 후 오후 3시경에 HRV를 측정했다.

### Heart Rate Variability 측정

본 연구에서 고려된 Heart Rate Variability(HRV)는 맥파 측정기(uBioMacpa / uBioClip v70, Biosense Creative co., Ltd, Seoul, Korea)를 이용하여 측정했다(Fig. 1). 맥파측정기는 PPG(photoplethysmography) 신호 분석을 이용한 HRV 검사 시스템으로 2013년 식약처에서 의료기기로써 인증받았으며, 유럽 심장학회와 북미 심조율전기생리학회의 표준을



**Fig. 1.** uBioMacpa and uBioClip v70. (Biosense Creative Co., Ltd, Seoul, Korea)

따르고 있다(Biosense Creative Co., Ltd, Seoul, Korea).

맥파 측정기는 손 끝 모세혈관의 헤모글로빈의 빛 반사 변화를 통한 심박동으로부터 광전식 지침용적맥파 PPG (Photo Plethysmo Graph)를 감지하고 기록한다. 기록된 PPG 신호는 사람의 심박동에 따라 동맥에서 흐르는 혈액의 양의 변화를 시간 축에 신호로 표현한 것이다. 심박동을 통해서 만들어진 압력은 혈관의 혈액 흐름을 결정한다. 심박동으로 생성된 압력은 대동맥 부터 말초 모세혈관의 혈액량과 혈액 흐름에 영향을 미친다. 맥파의 크기는 말초 모세혈관의 적혈구 내 헤모글로빈의 흡광량에 관련되며, 따라서 맥파는 말초 모세혈관 내 헤모글로빈 양의 변화를 보여준다, 일반적으로 혈액양이 많을수록 맥파의 진폭이 커진다. 맥파 측정 방법은 5분간 안정을 취한 후 편안한 자세로 의자에 앉아 검지 손가락 끝에 센서를 끼워 비침습적으로 2분 30초간 측정했다.

본 연구에서는 대상자의 PPG 신호를 분석하여, 임상적으로 의미가 있는 HRV의 세부 특성 변수 (TP, VLF, LF, HF, LF/HF, CSI)를 수집했다. HRV 특성 변수에 대한 정의 및 임상적인 의미를 요약하면 아래와 같다.

· TP(Total Power, 전체 자율 신경 활성화도): 맥파 신호의 전체 파워(HF, LF, VLF 등의 합)의 크기를 자연로그(ln)로 변환한 값으로, 자율신경계의 전체적인 에너지를 반영하는 지표이다.

· VLF(Very Low Frequency, 호르몬 작용): 맥파 신호의 파워 스펙트럼에서 매우 낮은 주파수 대역(0.003~0.04 Hz)에서의 파워 값을 자연로그(ln)로 변환한 값으로, 체온조절, 혈관 운동, 심폐 메커니즘 등의 호르몬을 반영하는 지표이다. 교감신경계에 대한 추가적인 정보를 제공한다.

· LF(Low Frequency, 교감신경활성도): 맥파 신호의 파워 스펙트럼에서 낮은 주파수 대역(0.04~0.15 Hz)에서의 파워 값을 자연로그(ln)로 변환한 값으로, 교감 신경계의 활동을 반영하는 지표이다. 교감 신경이 활성화된 긴장이나 흥분 상

**Table 1.** Normal ranges for the PPG spectral power of each frequency band, and cumulative stress index.

Frequency band					CSI
TP	VLF	LF	HF	LF/HF	
6.96~8.87	6.43~8.37	5.77~7.83	3.45~6.68	0.84~2.64	30~45

\*For the age of 51~70. Data provided by Bio Sense Creative co., Ltd, Seoul, Rep. Korea

태에서 높게 나타난다. 표준 범위에서 낮을수록 건강한 상태를 의미한다.

· HF(High Frequency, 부교감 신경 활성화도): 맥파 신호의 파워 스펙트럼에서 높은 주파수 대역(0.15~0.4 Hz)에서의 파워 값을 자연로그(ln)로 변환한 값이다. 부교감 신경계의 활동을 반영하는 지표이다. 부교감 신경의 활성화는 충분한 휴식이나 이완 상태에서 높게 나타난다. 교감 신경계의 활성화도가 떨어진 상태로 오래 지속되면 그 영향으로 부교감 신경 활성화가 점차 떨어지게 되고, 누적 스트레스가 심하게 나타난다. 즉 만성 스트레스나 노화, 우울 상태에서 부교감 신경의 활성화도가 감소한 상태로 낮게 나타난다. 표준 범위에서 높을수록 건강한 상태를 의미한다.

· LF/HF(LF/HF ratio, 교감/부교감 신경 활성화도 비율: 자율 신경 활성화의 균형도): 교감 신경과 부교감 신경 활성화의 비율을 통해서 자율 신경계 활성화의 균형을 표현하는 지표이다. 값이 표준 범위보다 큰수록 불안, 공포, 긴장 등 각성 상태를 나타내며, 표준 범위보다 작을수록 무기력, 우울 상태를 나타낸다.

· CSI(Cumulative Stress Index, 누적 스트레스 지수): 누적 스트레스 지수는 맥박 다양성의 수치, 심박 분포, 자율 신경 균형도, HRV의 각 변인의 값을 종합하여 수치로 표현한 것이다. 25이하의 스트레스가 거의 없는 상태, 25~35는 일시적인 스트레스 상태, 35~45는 초기 스트레스 상태, 45~60은 일시적 스트레스가 누적되어 스트레스 내성이 약해지는 상태, 60 이상은 만성 스트레스 상태로 전문가와의 상담이 필요하다. 건강인의 누적 스트레스 지수는 30~45 정도로 나타난다. 스트레스 상황에 처했을 때 인체는 자율신경계가 동작하여 그 상황을 이겨내도록 한다. 하지만 장기적으로 스트레스에 노출되면 교감신경의 활성화가 떨어져 만성 스트레스가 된다.

상기 6가지 HRV 특성 변수의 표준 범위는 Table 1에 제시했다.

**크나이프 치유 프로그램**

본 연구에서 고려한 크나이프 치유 프로그램은 독일에서 시행되고 있는 크나이프 프로그램을 바탕으로 국내의 산림 환경에서 적용할 수 있도록 구성했다. 구성된 중재 프로그램은 크나이프 요법의 (1) 움직임, (2) 삶의 질서, (3) 음식 섭취, (4) 치유 식물의 네 가지 요소를 포함한다.

(1) 움직임(Exercise)은 체조, 걷기 등 편안한 운동과 적당

한 강도의 신체 활동을 병행한다(Kneipp-bund, 2022). 이러한 활동은 자신의 건강 상태, 연령, 성격, 업무량을 고려하여 강도와 속도를 조절한다.

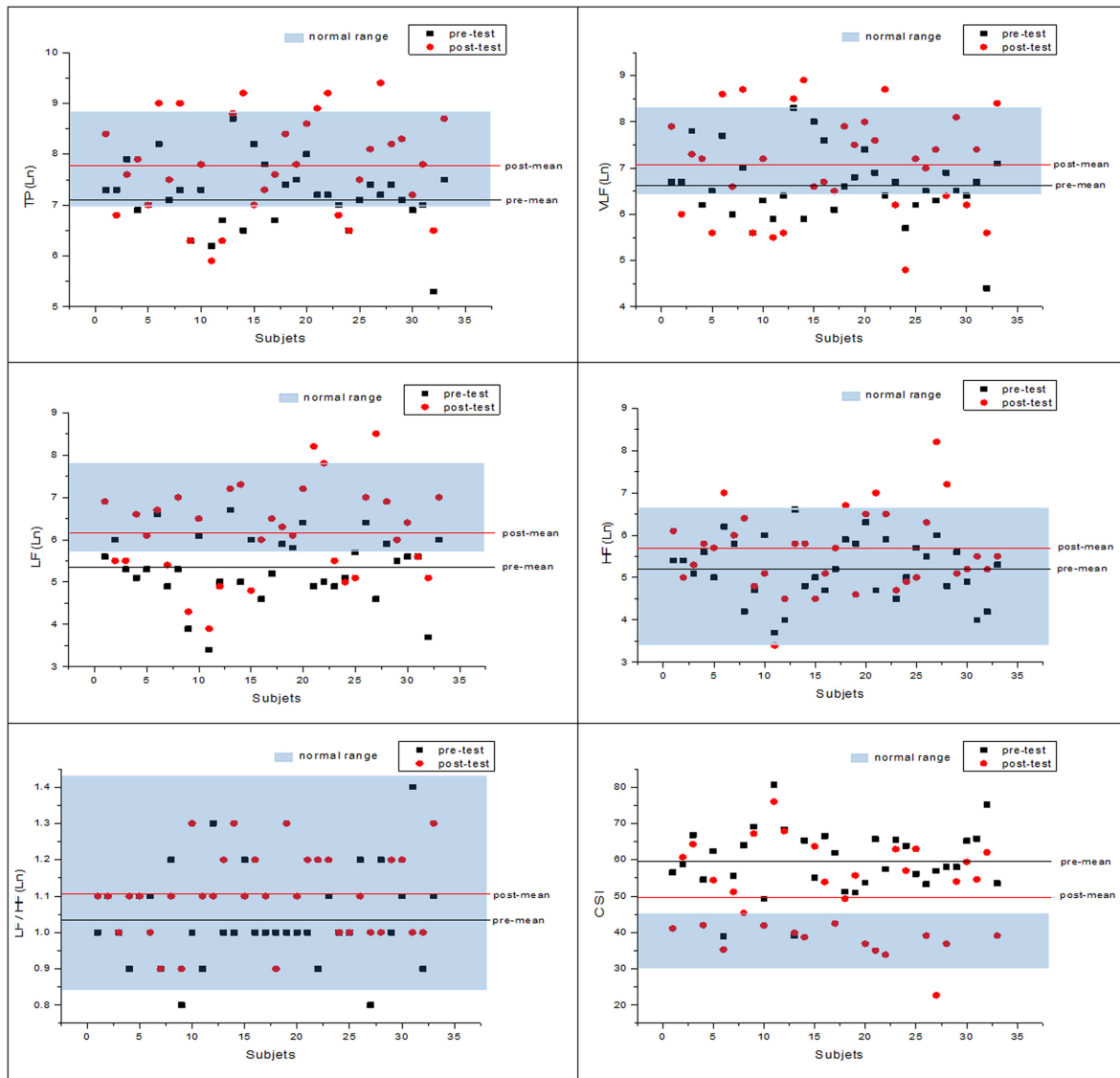
- (2) 삶의 질서(Regulative therapy)는 내적 균형(Inner Balance)을 이루게 하는 정신-심리요법이다. 내적 균형은 건강을 유지하거나 회복하는데 필요한 삶의 모든 영역에 기반을 두는 것으로 균형있는 생활방식(balanced lifestyle)을 의미한다. 이는 건강 교육과 자연 치유 방법의 필수 요소로서 크나이프 요법의 근간이다(kneipp, 2016). 삶의 질서 내용은 건강 생성, 의미치료, 명상, 회복력 훈련을 통합한다(Hong *et al.*, 2021).
- (3) 음식 섭취(Nutrition)는 균형 잡힌 영양으로 인체의 면역력을 증진하고 유지하도록 한다. 음식 및 재료에 대

한 오감(시각, 청각, 후각, 미각, 촉각) 훈련으로 음식에 대한 인식 개선의 기회를 제공한다. 식단 구성은 가능한 단순하고, 자연 환경에서 공급된 다양한 식 재료를 사용하여 영양 균형을 이루게 한다. 식사가 단순히 식욕을 충족하기 위한 본능적인 행위가 아닌, 함께 식사를 할 때 얻을 수 있는 정신적인 행복감을 누리는 식탁의 역할을 포함한다.

- (4) 치유 식물(Phytotherapy)은 질병을 예방하거나 치유하기 위해 약용 식물을 사용하며 (kneipp-bund, 2022), 허브 차를 이용하여 심신 안정을 제공한다.

**자료 분석**

수집된 연구 대상자의 HRV 측정 자료는 IBM SPSS



**Fig. 2.** The 6 HRV parameters of each subject(N = 33) before(black dot, mean: black line) and after the intervention(red dot, mean: red line). (a) total power; (b) very low frequency; (c) low frequency; (d) high frequency; (e) LF/HF ratio; (f) cumulative stress index. Note that the blue box is the normal range.

**Table 2.** The Kneipp therapy program designed in the present study for domestic adults

Time(minute)	Elements	Themes
60	Kneipp therapy	Kneipp health, Salutogenesis, balanced lifestyle
30	Exercise	Walking barefoot, foot massage
30	Regulative therapy	Meditation(breathing, relaxation), yoga
60	Nutrition	Feel the food with five senses, eating meditation
30	Regulative therapy	Finding innernal balance and meaning of life
60	Exercise	Intense physical activities,
30	Phytotherapy	Herbal tea(chamomile, lemongrass, ginger, yuja)

**Table 3.** The means(±standard deviations) together with statistical t-tests on the scores of the HRV parameters obtained from the subjects before and after the intervention.

Parameters	Kneipp Therapy Program (N=33)								
	Before		After		t	p*	Pre v Post		
	M	SD	M	SD			M	%	SE
TP	7.18	.64	7.80	.97	4.083	.000**	.62	8.64	.150
VLF	6.61	.76	7.07	1.11	2.608	.014*	.46	6.96	.177
LF	5.36	.78	6.21	1.08	4.526	.000**	.85	15.86	.186
HF	5.20	.72	5.64	.96	2.771	.009**	.44	8.46	.160
LF/HF	1.04	.13	1.10	.12	2.292	.029*	.06	5.77	.029
CSI	59.48	8.81	49.93	12.60	-5.240	.000**	-9.55	-16.06	1.822

\*\*\*p < .001, \*\*p < .01, \*p < .05, M: mean, SD: standard deviation, SE: standard error,

Statistics 22.0 통계 프로그램을 사용하여 분석했다. 크나이프 치유 프로그램 전과 후 t-검증을 통해 중재 효과를 검증했다.

## 결 과

### 중재 후 HRV의 변화

크나이프 치유 프로그램 전과 후 연구 대상자의 HRV 개인별 측정치는 Fig. 2에 제시했다. 중재 전 HRV 측정치는 검정색, 중재 후는 빨간색 점으로 나타났다. 연구 대상자의 사전 평균은 검정색 실선, 사후 평균값은 빨간색 실선으로 표시했다. 표준 범위는 파란색 영역으로 도시했다.

Fig. 2에서 보여주듯이 연구 대상자의 TP는 사전 사후 7명(21%)이 표준 범위(6.96~8.87)보다 낮았고, 26명(79%)이 표준 범위에 있었다. VLF는 사전 11명(34%)이 표준 범위(6.43~8.37)보다 낮았고, 12명(36%)이 표준 범위 내에 있었다. 사후는 9명(27%)이 표준 범위보다 낮았고, 6명(18%)은 높았으며, 18명(55%)이 표준 범위에 속했다. LF는 사전 21명(63%)이 표준 범위(5.77~7.83)보다 낮았고, 12명(37%)은 표준 범위에 있었다. 사후에는 12명(36%)이 표준 범위보다 낮았고, 2명(6%)은 높았으며 19명(58%)이 표준 범위에 포함됐다. HF는 사전 모두 표준 범위(3.45~6.68)에 있었다. 사후는 5명(15%)이 표준 범위 보다 높고, 28명(85%)은 표준 범위에 속했다. LF/HF는 사전 사후 모두 표준 범위(0.84~2.64)에 있었다.

CSI를 보면, 스트레스가 거의 없는 상태(25 이하) 범위에

는 사전 0명에서 사후 1명(3%)으로 증가했고, 일시적 스트레스(25~35)는 사전 0명에서 사후 2명(6%)으로 증가했다. 초기 스트레스(35~45) 범위에는 사전 2명(6%)에서 사후 11명(34%)으로 증가했으며, 일시적 스트레스가 누적되는 상태(45~60)에는 사전 16명(49%)에서 사후 10명(30%)으로 감소했다. 만성 스트레스(60 이상)에는 사전 15명(45%)에서 사후 9명(27%)으로 감소했다. 건강한 스트레스(30~45) 범위에는 사전 3명(9%)에서 사후 13명(39%)으로 증가하여 10명(30%)이 늘었다.

연구 대상자의 중재 전후 측정된 HRV에 대해 통계적 분석 및 검증을 수행한 결과는 Table 3에 제시했다. 연구 대상자의 TP 평균은 중재 전 7.18에서 7.8으로 8.64% 높아 중재 후 자율신경계 전체적인 활성화도가 향상된 것으로 분석되었다(p < .001). VLF 평균은 6.61에서 7.07으로 6.96% 상승했으며(p < .05), LF 평균은 중재 전 5.36에서 중재 후 6.21으로 15.86% 증가하고 있어 교감신경이 더 활성화 된 것으로 추정된다(p < .001). HF 평균은 5.20에서 5.64으로 8.46% 증가했으며(p < .01), LF/HF도 1.04에서 1.1으로 5.77% 상승했다 (p < .05). CSI 평균은 중재 전 59.48점에서 중재 후 49.93점으로 16.06%가 낮아져 누적 스트레스가 감소한 것으로 해석되고 있다(p < .001).

## 고 찰

본 연구는 독일의 크나이프 요법을 국내의 산림 환경에서 적용할 때 한국인의 자율 신경계에 미치는 효과를 파악하기

위해, 치유 프로그램에 참여한 성인 33명에 대한 중재 전후 HRV를 측정했다. 중재 프로그램은 3회(주 1회, 5시간씩) 네 그룹으로 나눠 진행했고, 중재 전후 측정된 PPG 신호의 파워 스펙트럼으로 부터 추출한 6가지 HRV 특성 변수 (TP, VLF, LF, HF, LF/HF, CSI)의 값을 비교 분석했다. 실험 결과 프로그램에 참여한 대상자들로 부터 측정된 모든 HRV 특성 변수의 값이, Table 3에서 제시하는 것처럼, 중재 후에 유의하게 개선된 것으로 나타났다. 이러한 결과는 국내의 산림 환경에서 적용한 독일의 크나이프 요법 중재 프로그램이 한국인의 자율신경계에 긍정적인 효과가 있다는 것을 의미한다.

HRV의 특성 변수별로 관찰된 중재 효과는, 예상할 수 있듯이, 기존의 선행 연구자들이 보고한 산림 치유를 통한 자율신경계에 미치는 효과와 매우 유사하다. 중재 효과로 인해 상승된 TP는 산림 치유가 자율신경계를 활성화하는 선행 연구의 결과(Kim *et al.* 2020)와 일치한다. 교감 신경의 활성도를 예상하는 LF는, 모든 주파수 대역의 특성 변수 중에서, 중재 후에 가장 크게 상승하고 있다. 이러한 결과는 교감 신경을 활성화 하는 삼림욕의 효과 (Sin *et al.* 2018)와 동일하다.

흥미있는 부분은, 중재 프로그램으로 교감 신경뿐만 아니라, 부교감 신경 또한 활성화되고 있다. 중재 후 부교감 신경의 활성도와 관련된 HF 상승 폭은 LF의 53%로 상대적으로 낮지만, 유의하게 증가하고 있다( $p < .01$ ). 이러한 결과는 피톤치드 산림 요법이 부교감 신경을 활성화 한다는 연구 결과(Lee *et al.*, 2012)와 일치한다. 일부 연구에서는 산림욕 후에 HF가 감소하는 결과 Sin *et al.*(2018), Sin *et al.*(2021)가 보고되고 있어, 추후 부교감 신경에 미치는 영향 대한 세밀한 연구가 요구된다.

모든 특성 변수 중에서, 가장 낮은 값으로 상승한 것으로 관찰된 LF/HF 값의 변화는 산림욕 후에 LF/HF가 증가하는 Sin *et al.*(2018)의 연구 결과와 유사하다. 그러나 일부 연구에서는 LF/HF가 감소하거나(Sin *et al.* 2021) 변화가 없는 결과(Kim, 2019; Sin *et al.* 2021)도 보고되고 있다. 이러한 상이한 결과는 LF/HF의 값이 의미하는 특성에 기인한다. 즉 LF/HF는 교감 신경과 부교감 신경의 활성도에 대한 균형을 표현하는 지표이며, 건강한 상태에서는 LF/HF의 값이 표준 범위 내에서 유지되어야 한다(Table 1). 자율신경계가 긍정적으로 반응하는 프로그램의 중재 효과는, 연구 대상자의 LF/HF의 값이 표준 범위의 값을 갖도록 한다. 중재 전, 연구 대상자의 LF/HF가 표준 범위를 벗어나 값이 클 경우(불안, 공포, 긴장 등 각성 상태), 중재 효과로 자율신경계가 긍정적으로 반응한다면, 중재 후에 LF/HF가 감소하게 된다. 반대로, 연구 대상자의 LF/HF가 표준 범위를 벗어나 값이 작을 경우(무기력, 우울 상태), 자율신경계가 긍정적으로 반응하는 중재 효과로 LF/HF가 증가한다(본 연구에서 관찰된 결과에 해당). Fig. 2에서 보여 주듯이, 2명의 중재전 일부 연구 대상자의 LF/HF가 표준 범위를 벗어나 낮은 값을 가

지고 있지만, 중재 후에는 모든 연구 대상자의 LF/HF가 표준 범위 내에 위치하고 있다.

누적 스트레스 지수는 고려된 모든 특성 변수 중에서 유일하게 감소하고 있으며, 중재 후 값의 변화 정도(즉 개선 효과)가 가장 크다. 즉 프로그램의 중재 효과는 누적된 스트레스 감소에 가장 크게 기여하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 산림 치유가 스트레스를 줄여주고 있다는 선행 연구 (Park *et al.*, 2014; Kim *et al.* 2020; Lee *et al.*, 2020; Sin *et al.*, 2021)들과 일치한다.

본 연구에서는 실험군을 대상으로 프로그램 중재 전과의 후의 HRV 특성을 변화를 통해 자율신경계의 반응을 비교 분석했다. 본 연구를 통해 국내의 산림 환경에서 크나이프 요법이 한국인의 자율신경계에 긍정적인 효과를 제공하는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 본 연구에서 사용된 중재 프로그램은 산림 환경에서 진행된 것으로, 크나이프 요법의 시너지 효과 또는 기여도를 추정하기 위해서는, 기존 산림 치유 프로그램만 참여하는 대조군과의 비교 분석이 필요하다. 본 연구는 국내에서 크나이프 요법을 적용하기 위한 사전 검증을 목적으로 중재 효과를 관찰하기 위한 초기적인 연구로 그 범위가 제한되어 있지만, 추후, 대조군 및 다수의 다양한 계층을 포함하는 참여자를 대상으로 의미있는 통계적인 분석을 통한 체계적이고 확장된 연구가 요구된다. 특히 본 연구에서는 산림 환경에서 중재 프로그램이 3회(주 1회, 5시간) 실시된 효과를 관찰하고 있으나, 추후 연구에서는 실내 및 실외 다양한 환경에서, 중재 프로그램 적용 시간 및 기간을 최적화하는 임상적으로 의미있는 연구가 제안된다.

크나이프 요법은 본 연구에서 고려한 산림(실외)에서뿐만 아니라 가정, 학교, 기관 등의 실내에서도 적용할 수 있다. 본 연구는 스트레스에 노출된 현대인들의 건강을 회복하고 유지할 수 있도록, 다양한 환경에서 크나이프 요법을 활용할 수 있도록 관련 연구 및 임상적인 시도를 촉진하는 계기가 될 것으로 기대된다.

## 결론

본 연구는 산림 환경에서 적용한 크나이프 요법이 자율신경계에 미치는 영향을 평가하기 위해 성인 33명을 대상으로 중재 전후 HRV의 변화를 평가했다. 실험 결과 프로그램 중재 후 HRV의 모든 특성 변수(TP, VLF, LF, HF, LF/HF, CSI)의 값이 통계적으로 유의하게 개선되었으며, CSI 개선 효과가 가장 큰 것으로 나타났다. 결론적으로, 산림 환경에서 적용한 크나이프 치유법은 자율신경계를 전체적으로 활성화시키고 (TP( $p = .000$ )), 교감 신경과 부교감 신경의 활성도를 높여 적당한 긴장과 이완으로 심장 활동을 촉진시키며 (LF( $p = .000$ ), HF( $p = .009$ ), VLF( $p = .014$ )), 누적 스트레스를 감소(CSI( $p = .000$ ))시키는 효과가 확인되었다. 본 연구의 결과는 독일의 크나이프 요법이 국내의 산림 환경에서 스트레스 감소 및 자율신경계에 긍정적인 반응을 유도하는 최

초의 실험적 증거로, 제시된 결과가 향후 다양한 환경에서 크나이프의 요법을 임상적으로 활용할 수 있도록 최적화 연구를 촉진하는 계기가 되기를 기대한다.

## Acknowledgment

이 논문은 2022학년도 제주대학교 교육·연구 및 학생지도비 지원에 의해서 연구되었음.

## References

- Ambrose-Oji, B. 2013. Mindfulness practice in woods and forests: an evidence review. Forest Research Report for the Mersey Forest. 1-36. <https://www.merseyforest.org.uk/>
- Europäisches Gesundheitszentrum für Naturheilverfahren. Naturheilverfahren-Sichere und wirksame Methoden der naturheilkundlichen Medizin Bad Wörishofen 2005. Sebastian Kneipp Institut GmbH. [https://www.kneippaerztebund.de/fileadmin/user\\_upload/pdf/broschuere\\_naturheilverfahren.pdf\(2020. 5. 28\)](https://www.kneippaerztebund.de/fileadmin/user_upload/pdf/broschuere_naturheilverfahren.pdf(2020. 5. 28))
- Hack C.C., N.B. Hutter, and P.A. Fasching. 2015. Development and validation of a standardized questionnaire and standardized diary for use in integrative medicine consultations in gynecologic oncology. *Geburtsh Frauenheik* 75: 377-383.
- Hong, G.N., B.S. Sin, K.J. Song, H.S. Kim, and M.J. Choi. 2021b. Effect of the kneipp lebensordnung psychotherapy on improving resilience: preliminary validation. *J. Naturopathy* 10(2): 77-85.
- Kaplan, S. 1995. The restorative effects of nature: toward an integrative framework. *J. Environ. Psychol.* 15(3): 169-182.
- Kim, D.H. 2019. Effect of aromatherapy on the autonomic nervous system. *J. Kor. Academia-Industrial.* 20(6): 261-271.
- Kim, J.S., M.J. Kim, J.S. Min, S.U. Hwang, J.H. Yu, and Y.S. Jeon. 2020. Effect of forest therapy program on stress and physical health promotion of forest fire victims. *J. Environ. Sci. Int.* 29(9): 915-924.
- Kim, W., S.K. Lim, E.J. Chung, and J.M. Woo. 2009. The effect of cognitive behavior therapy-based psychotherapy applied in a forest environment on physiological changes and remission of major depressive disorder. *Psychiatry Investig.* 6(4): 245-254.
- Kneipp-bund. 2022. <https://www.kneippakademie.de/kneipp-gesundheitsbildung>
- Kneipp verband. Deutschlands Heilbäder und Kurorte auf einer Karte. 2020. <https://www.kneippverband.de/heilbaeder-kurorte>
- Kneipp S. 1986. *Meine Wasserkur. Kempten, Kösel.*
- Kneipp S. 1987. *The Codicil to "My Will" for the Health and the Sick. Kempten, Koesel Publisher, Germany.*
- Kneipp S. 1889. *So sollt ihr leben. Kempten, Kösel.*
- Kneipp, S. 2009. *So sollt ihr leben. Bad Wörishofen, Kneipp-Verlag.*
- Kneipp, S. 2012. *Aus meinem leben. Bad Wörishofen, Krafthand Verlag.*
- Kneipp, S. 2016. *Die multiplikatoren-schulung zur umsetzung des Konzeptes Kneipp-Gesundheit für kinder in sudkorea. Sabastioan-Kneipp-Akademie für Gesundheitsbildung. Bad Wörishofen, Kneipp-Verlag.*
- Korea Forest Welfare Institute. 2022. Introduction to forest therapy. <https://www.fowi.or.kr/user/contents/contentsView.do?cntntsId=39>
- Lee, B., C.H. Park, and S.j. Park. 2020. Effect of long-term stay forest therapy program on user's positive and negative emotions and physical changes. *J. Kor. Soc. Forest Sci.* 109(4): 544-552.
- Lee, B.K., and K.H. Lee. 2012. A study on the effects of human physiology after forest phytoncide therapy. *J. Naturopathy* 1(1): 14-20.
- Locher, C., and C. Pforr. 2014. The Legacy of Sebastian Kneipp: Linking Wellness, Naturopathic, and Allopathic Medicine. *J. Alternat. Complem. Med.* 20(7): 521-526.
- Mao, G.Z, Y.B. Cao, X.G. Lan, Z.H. He, Z.M. Chen, Y.Z. Wang, X.L. Hu, Y.D. Lv, G.F. Wang, and J. Yan. 2012. Therapeutic effect of forest bathing on human hypertension in the elderly. *J. Cardiol.* 60(6): 495-502.
- Morita, E., S. Fukuda, J.Nagano, N. Hamajima, H. Yamamoto, Y.Iwai, T. Nakashima, H. Ohira, and T. Shirakawa. 2007. Psychological effects of forest environments on healthy adults: Shinrin-yoku (forest-air bathing, walking) as a possible method of stress reduction. *Public Health.* 121(1): 54-63.
- Ortiz, M., E.S. Ammann, C.S. Gross, K. Schnabel, T. Walbaum, S. Binting, H.F. Fischer, M. Teut, J. Kottner, R. Suhr, and B. Brinkhaus. 2014. Complementary medicine in nursing homes - results of a mixed methods pilot study. *BMC Complement Altern. Med.* 14(Nov.): 443-155.
- Park, H.S., C.S. Shin, P.S. Yeoun, and J.Y. Kim, 2014. A comparative study on the stress recovery effect of forest therapy. *J. Kor. Inst. For. Recr.* 18(1): 13-24.
- Pryor, A., C. Carpenter, and M. Townsend. 2005. Outdoor education and bush adventure therapy: a socio-ecological approach to health and wellbeing. *Aust. J. Outdoor Edu.* 9(1): 3-13.
- The German National Tourist Board. Bad Wörishofen: where Lneippen Was Invented. 2022. <https://www.germany.travel/en/experience-enjoy/bad-woerishofen-where-kneippen-was-invented>
- Tsunetsugu, Y., B.J. Park, H. Ishii, H. Hiran, T. Kagawa, and Y. Miyazaki. 2007. Physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the atmosphere of the forest) in an old-growth broadleaf forest in Yamagata Prefecture, Japan. *J. Physiol. Anthropol.* 26(2): 135-142.
- Sin, B.S., and K.K. Lee. 2018. Changes of autonomous nerves activities after the Gyorae Gotjawal forest bathing. *J. Naturopathy* 7(2): 39-46.

Sin, B.S., J.H. Lee, K.J. Song, A. Shin, and H.H. Lee. 2021. Effects of forest bathing at Samdasu forest in Jeju on pulse and stress. *J. Naturopathy* 10(1): 33-41.

Stier-Jarmer, M., V. Throner, M. Kirschneck, D. Frisch, and A. Schuh. 2021. Effekte der Kneipp-therapie: ein systematischer review der aktuellen wissenschaftlichen erkenntnisse (2000-2019). *Complement Med. Res.* 28(2): 146-159.

World Health Organization. Preamble to the Constitution of the World Health Organization as adopted by the International Health Conference. 1948 New York.

Yamaguchi, M., M. Deguchi, and Y. Miyazaki. 2006. The effects of exercise in forest and urban environments on sympathetic nervous activity of normal young adults. *J. Int. Med. Res.* 34(2): 152-159.