

심박변위도를 이용한 전동 안마기의 단기적 스트레스 완화 효과 평가

Evaluation of Immediate Effects of an Electrical Massager on Stress Relaxation Using the Heart Rate Variability(HRV)

김용대¹, 장윤승¹, 최동혁¹, 이현주², 태기식^{1,✉}
Yong-Dae Kim¹, Yun-Seung Chang¹, Dong-Hyuk Choi¹, Hyun-Ju Lee² and Ki-Sik Tae^{1,✉}

1 건양대학교 의공학과 (Department of Biomedical Engineering, Konyang University)

2 건양대학교 물리치료학과 (Department of Physical Therapy, Konyang University)

✉ Corresponding author: tae@konyang.ac.kr, Tel: 041-730-5657

Manuscript received: 2010.1.6 / Accepted: 2010.4.7

The purpose of this study was to investigate the short-term effects of electrical massager on stress-related parameters including heart rate variability (HRV), heart rate (HR) using the photoplethysmogram (PPG) signal with motion artifact correction. Twenty healthy subjects were randomly allocated to receive a 15-min section of three types ((1) resting mode (control group), (2) light massage mode, (3) strong massage mode). Results indicated that self-report, VAS (Visual Analog Scale) significantly decreased for two massage modes after massage except control group. In strong massage mode, it was associated with significant increases in HF, but significant decreases in LF and LH/HF ratio compared with the light massage mode. For all outcomes, similar changes were not observed in the control group. Also, the result founded that mean HR of all groups decrease. We conclude that electrical massager reduces perceived stress and improves adaptive autonomic response to stress in healthy adults.

Key Words: Electrical Massager (전동 안마기), Stress Relaxation (스트레스 완화), Phtoplethysmogram (PPG, 맥파), Heart Rate Variability (HRV, 심박변위도), Heart Rate (HR, 심박동수)

1. 서론

현대사회의 급속한 변화는 만성적인 스트레스 증가의 주요 원인이 되고 있고, 생활 속에서 겪는 다양한 스트레스를 효과적으로 대처 못할 경우 스트레스가 각종 질병을 일으키는 원인으로 작용하거나 일상생활 활동을 저해하는 요인이 된다는 사실이 의학적으로 밝혀지면서 스트레스 예방법이나 해소법에 관심이 높아지고 있다.¹

특히 고령화 사회와 더불어 스트레스의 효율적인 관리와 근골격계 통증 치료를 위한 방법의 한

가지가 마사지 치료이며 최근 이를 모사한 다양한 종류의 전동 안마기가 급증하고 있다. 이러한 마사지 치료가 스트레스에 미치는 효과에 대한 검증 을 위한 연구²는 그 중요성에 비하여 부족한 편이며 특히 전동 안마기의 스트레스 완화 효과에 대한 연구는 거의 전무한 상태에서 보급되어 사용 되고 있다.

스트레스 등 감성의 변화는 신경계 반응으로 나타나며 외부에 대한 인간의 중추신경계와 자율 신경계의 통합적인 조절에 의해 나타나는 것으로 이를 정량화하려는 많은 연구들이 진행되어 왔

다.^{3,4} 스트레스 완화 효과를 증명하기 위하여 뇌파(electroencephalogram: EEG)를 이용한 뇌 활성화 변화 관찰 등 다양한 방법이 진행되어 왔으며,^{5,7} 심전도(electrocardiogram: ECG)나 맥파(photoplethysmogram: PPG)를 통해 이를 평가하려는 시도가 있어왔다.^{8,9} ECG는 자율신경계를 통해 생리학적 반응을 측정하는 가장 일반적인 방법으로 많이 사용되어 왔으나 소형화와 간편화 측면에서 단점을 가지고 있다. 이에 비해 PPG는 심장의 수축과 이완과 동시에 발생하는 말초정동맥계의 박동현상을 기록한 것으로 신호의 측정이 용이하고 유비쿼터스 환경에 적합하고 간편한 특성을 가지고 있다.¹⁰

심박을 이용한 스트레스 평가의 방법 중 하나인 심박변위도(heart rate variability: HRV)는 자율신경계 기능을 측정할 수 있는 방법이며 측정된 ECG나 PPG에서 순간 심박수를 분리한 후 파워 스펙트럼 분석을 통해 스트레스 변화를 추정할 수 있다.¹⁰ 또한, HRV의 측정을 통해 심혈관계에 미치는 영향을 조사하기 위한 비침습적인 방법으로 고혈압 환자의 진단에 사용되어 지기도 한다.¹⁰

HRV는 자율신경계를 변화를 반영하며 일반적으로 교감신경활동은 심박동수를 증가시키고 부교감신경의 활동은 심박동수를 감소시킨다. 따라서 HRV는 주파수 분석을 통해 총 주파수(total frequency: TF), 고주파(high-frequency: HF), 저주파(low-frequency: LF) 파워(power)를 측정하고 이를 통해 교감신경과 부교감신경의 비율을 추정할 수 있다.¹⁰

일반적으로 미주신경에 의한 활동은 고주파를 증가시키고 이로 인해 고주파 파워의 증가를 통해 부교감신경의 활동을 반영한다. 반면 저주파 파워의 증가는 교감신경계 활동의 지표로 사용된다. 따라서 주파수 스펙트럼에 따른 LF/HF의 비율이 감성의 변화에 의해 나타나는 자율신경계의 활동과 밀접한 관계가 있다고 증명되었으며 이를 이용한 다양한 감성평가 연구에 활용되어 지고 있다.¹⁰

하지만 HRV는 개인차가 크고 피검자의 정신 상태나 환경에 따라 변화가 심하며 특히 운동이나 진동 등에 의해 발생하는 동잡음에 의해 HRV의 추출이 어려워 사용하는데 한계가 있어 이러한 동잡음을 제거하는 기법에 대한 연구가 진행되어 지고 있다.¹¹

최근 전문 마사지사에게 의한 마사지치료가 불안 감소,¹² 우울한 감정의 감소,⁶ 인지능력 검사를 통

해 인지적 반응의 향상,⁵ 생화학적 반응에서도 긍정적인 효과¹³를 가져온다는 다양한 연구가 진행되었다. 또한 최근 요가, 마사지, 약물 등이 치료의 효과를 검증하기 위해 HRV를 이용하여 스트레스 완화, 부교감신경 활동 감소 등의 신경생리학적 변화 효과에 대한 연구가 진행되었다.^{8,9}

특히 마사지 관련 연구에서 Butttagat 등⁸은 요통을 가진 36명의 환자를 대상으로 전통적인 Thai 마사지를 30분간 수행한 그룹과 침대에서 휴식을 취한 대조군과 비교한 실험에서 마사지 후 LF/HF ratio의 감소를 보였으며 HF, LF가 모두 증가하고 이를 통해 부교감신경 활동의 증가를 설명하였으며 근육긴장도 검사와 설문조사를 통해 스트레스의 완화 효과를 증명하였다.

또한 Delaney 등¹⁴의 실험에서도 LF가 910 ms²에서 1,390 ms²로 증가하여 유사한 결과를 얻었으나 유의한 증가를 보이지 않았다. 마사지 모드별로 실험한 연구에서 Diego 등¹⁵은 마사지치료사에 의해 등, 어깨, 손을 10분 동안 높은 압력으로 주무르는 고강도 마사지과 낮은 압력으로 누르는 저강도 마사지 그리고 40Hz로 고강도 진동을 발생하는 진동식 손 마사지기기의 세 가지 모드를 비교한 결과 고강도 마사지에서 가장 큰 심박동수가 감소함을 보였다. McKechnie 등¹⁶은 마사지 치료를 통한 실험에서 마사지 후 평균 심박수와 근전도(electromyogram: EMG) 활성도가 감소하고 피부 저항도가 증가하였다고 하였다.

본 연구에서는 안마전, 안마중, 안마후 세 구간에서 안마중 발생된 동잡음을 제거한 맥파신호를 이용하여 휴식모드인 대조군과 두 가지 진동 모드(안마모드 약, 안마모드 강)에 따른 HRV의 변화와 심박동수 변화를 관찰하고 이를 통해 안마기가 단기적 스트레스 완화에 미치는 효과를 분석하고자 하였다.

2. 방법

2.1 맥파 시스템

본 실험을 위해 맥파 시스템을 자체 제작하였으며 진동 안마기의 진동에 의한 동잡음을 제거하기 위해 PPG 신호의 피크가 심장 박동에 따른 주기성을 갖는다는 데에 착안하여 Fig. 1의 알고리즘에 의해서 내제된 주기성을 히스토그램에 의한 통계적 방법으로 찾은 다음, 이 주기성을 PPG 신호의 피크 위치 제약으로 사용하여 이 위치 제약을

만족하는 경우 피크로 검출하도록 Visual C++를 이용하여 프로그래밍하였다. 이 방식을 통해 획득된 기계적 진동에 의한 신호에서 98.9%의 높은 검출율로 신뢰성을 증명하였으며¹⁷ 이를 이용하여 본 실험에 적용하였다.

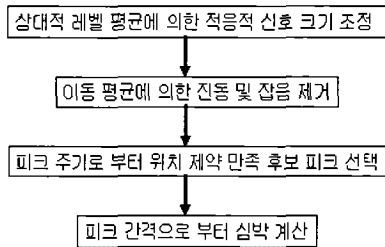


Fig. 1 The method of motion artifact rejection for the present study

Fig. 2 는 동잡음 제거 전후의 파형을 보여주고 있다.



Fig. 2 Artifact removed PPG signal by shift mean distance treatment ((a) PPG signal including artifact, (b) PPG signal removed artifact)

2.2 실험대상 및 실험설계

본 연구는 평소 스트레스를 많이 느끼는 남학생 10 명(23.46±2.45 세, 171.31±3.12 cm, 65.36±5.69 kg) 여학생 10 명(22.31±2.3 세, 162.37±3.1 cm, 57.24±4.67 kg), 총 20 명을 대상으로 실시하였다. 진동 안마기가 스트레스에 미치는 영향을 알아보기 위해 20 명을 대상으로 휴식상태와 안마전, 안마중, 안마후 세 구간에서의 PPG 를 측정하고 측정된 신호를 이용하여 HRV 와 심박동수를 분석하여 비교하였다.

실험군은 전동 안마기(MD-1000, D 사, 한국)를 이용해 안마모드 약, 강의 두 가지 모드에서 눈을 감고 어깨에서 등, 허리, 다리까지 주무름과 두드림을 반복하는 전신안마 모드를 시행하였다. 전신안마모드는 안마강도에 따라 안마모드 약, 안마모드 강으로 나누어져 있다. 상하 이동 속도는 50 초 1 회 왕복하고, 마사지 범위는 약 45cm 이며 하반

신 마사지는 에어압력(약, 강)으로 설정 가능하도록 되어있다. 안마모드 강의 주무름 속도는 48 회/분, 두드림 속도는 710 회/분으로 설정되어 있으며 안마모드 약은 주무름 속도는 30 회/분, 두드림 속도는 569 회/분으로 설정되어 있다. 대조군은 안마를 시행하지 않고 전동 안마기에 앉은 상태에서 눈을 감고 휴식을 취하게 하였다.

각 피검자는 3 일마다 한 가지 모드 씩 실험에 참가하도록 하고 안마 모드의 순서를 무작위로 시행하여 각 모드에 대한 영향력을 배제하였다. 측정은 안마 전 5 분, 안마 중 15 분, 안마 후 5 분 동안의 PPG 데이터를 획득하였다. 또한 간접적으로 심리적 측정도구로 적합하다고 판단된 스트레스 시각적 유사척도(VAS: Visual Analog Scale)를 이용해 안마 전후 설문조사를 실시하여 스트레스 정도를 평가하였다. Fig. 3 은 실험의 절차를 보여주고 있다.

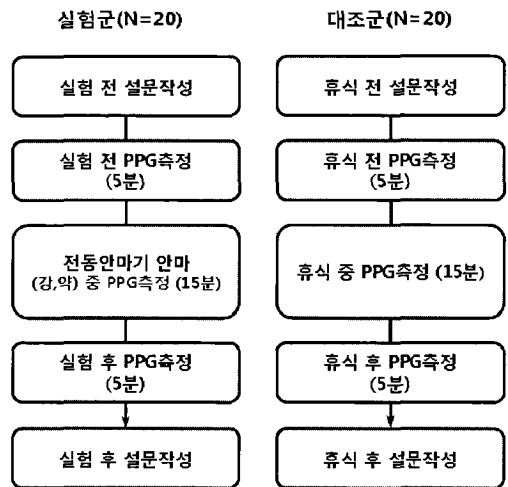


Fig. 3 Flow chart of the procedures

2.2.1 설문조사

실험자에게 실험 목적과 과정을 설명하고 동의를 얻은 후 평가를 시행 하였다. VAS 는 특정 질환이 없는 일반인을 대상으로 하는 심리적 측정도구로 적합하다고 알려져 왔으며¹⁸ 대상자의 주관적으로 느끼는 스트레스 정도를 측정하였다. 10cm 의 수평선위에 대상자가 스스로 자신이 갖고 있는 심리적 스트레스 정도를 적합한 위치(0: 스트레스 없음, 10: 아주 심한 스트레스)에 표시하도록 한 후 그 결과를 mm 단위자로 측정하여 평균을 내고 그룹별로 안마전·중·후 세 구간의 변화를 비교하였다.

2.2.2 심박변위도(HRV) 분석

심박변위도는 자율신경계 기능을 측정할 수 있는 방법으로 말초혈관의 압력과 구경의 변화로 전파되는 동맥계 파동을 손가락에 착용한 광센서로 측정한다. 측정된 PPG 에서 순간 심박수를 분리한 후 파워 스펙트럼(power spectrum) 분석을 통한 HRV 의 스트레스와의 연관성, 자율신경계 기능 평가를 위해 제작된 맥파계를 사용하였으며 동잡음 제거 알고리즘을 적용시켜 HRV 를 구하였다.

주파수 영역분석을 위해 총 주파수 영역은 0.00~0.40Hz 으로 설정하고 교감신경계의 활동과 혈압 조절 메커니즘과 관계 있는 압수용체 반사(baroreflex)를 나타내는 저주파 영역은 0.04~0.15Hz, 부교감신경계 특히 미주신경의 활동과 호흡활동의 정보를 가진 고주파 영역은 0.15~0.40Hz 로 분류하였다. 획득된 주파수를 이용하여 LF/HF 비를 이용해 신경계의 반응을 구하였다. LF/HF 의 값이 커지면 LF 의 값이 상대적으로 커졌음을 나타내고, 이것은 교감신경이 우세하게 작용되었다고 볼 수 있으며 이는 피검자의 상태가 불쾌하다고 말할 수 있으며 반대로 LF/HF 의 값이 작아지면 HF 의 값이 상대적으로 커졌음을 나타내고 부교감신경의 작용이 우세하게 작용하였다고 볼 수 있다. 이는 피검자의 상태가 쾌적하거나 스트레스 완화효과를 보인다고 할 수 있다.¹⁰ 본 연구에서는 개개인의 주파수의 편차가 큰 특성을 감안하여 HRV 의 각 주파수 값을 표준화(normalization)하여 나타내었다.¹⁰ 또한 시간영역 분석법을 이용하여 PPG 로부터 평균 심박동수(mean HR)의 변화를 관찰하였다.

Fig. 4 는 본 연구를 위한 실험 중 PPG 측정 모습을 보여주고 있다.



Fig. 4 System configuration for PPG measurement

2.3 자료분석

본 연구에서 얻어진 자료의 분석을 위해 통계 분석 프로그램 SPSS 15.0(SPSS, Chicago, USA)를 사

용하였으며, 모든 자료에 대해 평균과 표준편차를 산출하였다. 안마 전, 안마 중, 안마 후의 HRV 의 그룹별 종속변인의 차이를 검정하기 위하여 반복 측정 이표본 t 검정(repeated measure paired-samples t-test)을 사용하였으며 사후검정으로 Bonferoni 법을 실시하였고 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다. 또한 HRV 와 HR 의 상관관계를 알아보기 위하여 피어슨 상관계수(Pearson correlation coefficient)를 사용하였으며 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 그룹별 설문조사

Fig. 5 는 그룹(대조군과 안마모드 약, 안마모드 강)에 따른 전후 비교를 위한 VAS 의 결과를 보여 주고 있다. VAS 에서는 휴식모드, 안마모드 약 및 안마모드 강의 세 가지 모드에서 감소하였다. 하지만 휴식모드에서는 유의하지 않았으며 안마모드 약, 안마모드 강에서는 모두 유의한 차이를 보이며 감소하였다($p < 0.05$). 이는 치료사에 의한 마사지 실시 후 스트레스 완화 효과를 검정하기 실시한 설문 조사 결과 VAS 의 값이 감소한 여러 연구^{7,8,15} 와 동일한 결과를 보였다.

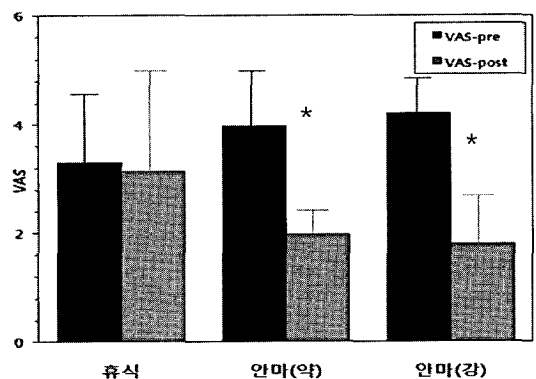


Fig. 5 The change of the self-reported questionnaire (*: $p < 0.05$)

3.2 그룹별 HRV 변화

Table 1 은 각 그룹에 따른 전, 중, 후 세 구간 의 심박변위도(HRV)를 보여주고 있다.

휴식을 취한 대조군의 경우 LF 가 안마 전, 중, 후로 갈수록 증가를 하였지만 유의하지 않았으며 HF 의 경우 안마전에 비해 안마중, 안마후에 감소 하였으나 유의하지 않았다. 또한 LF/HF 비는 안마

Table 1 The Changes of HRV during pre-during-post massage in 3 groups

Parameter (mean(SD))	Control group (n=20)			Massage group (n=20)					
	resting			massage(light)			massage(strong)		
	Pre	During	Post	Pre	During	Post	Pre	During	Post
Low frequency (LF)	45.26 (18.77)	47.26 (17.19)	50.09 (19.85)	43.07 (13.57)	52.80 (12.96)	43.54 (18.25)	54.54 (16.02)	60.08 (12.92)	43.83* (16.94)
High frequency (HF)	54.74 (18.77)	52.74 (17.19)	49.91 (19.85)	56.02 (18.72)	47.55 (16.94)	57.36 (18.51)	45.46 (16.02)	39.93 (12.92)	56.17* (16.94)
LF/HF ratio	0.93 (0.68)	1.06 (0.87)	1.06 (0.88)	0.71 (0.52)	0.94 (0.51)	0.61 (0.43)	1.49 (0.93)	1.79 (1.01)	0.98* (0.73)
Heart rate (mean HR)	78.65 (7.95)	74.47 (8.51)	73.40* (8.18)	74.15 (11.99)	70.64 (11.03)	68.08* (10.10)	76.23 (10.76)	71.76 (7.52)	69.42* (5.06)

*: p<0.05.

후 증가하는 추세를 보였으나 유의하지 않았다.

안마모드 약에서는 LF 의 경우 안마 중 증가하고 안마 후 다시 감소하였으며 HF 의 경우 안마 시 감소하다 안마 후 안마 전 보다 증가하였으나 유의한 차이를 보이지 않았다. LF/HF 비의 경우 안마 시 안마 전에 비해 유의하게 상승(p<0.039)하였다. 반면 안마 후에는 유의하게 감소(p<0.001)하였으며 안마 전에 비해 감소였지만 유의하지 않았다.

안마모드 강에서의 LF 는 안마 중에 안마 전과 비교하여 증가하였지만 유의하지 않았으며 안마 후 안마 중(p<0.001)과 안마 전(p<0.008)에 비해 감소하였다. HF 의 경우 안마 시 안마 전에 비해 안마 후 안마 중(p<0.001)과 안마 전(p<0.008)과 비교하여 유의하게 증가하였다. 반면 LF/HF 비는 안마 중 안마 전에 비해 다소 증가하였으나 유의하지 않았으며 안마 후의 경우 안마 중(p<0.002)과 안마 전(p<0.032)에 유의하게 감소하였다.

Delaney 등¹⁴ 과 Diego 등¹⁹ 은 스트레스 완화를 위한 자율신경계의 변화의 결과로 HF 의 증가와 LF/HF 비가 감소한다고 증명하였다. 본 연구에서도 안마모드 약과 안마모드 강에서 안마 후 안마전과 비교하여 HF 의 증가하고 LF/HF 비가 감소하였으며 안마모드 강의 경우 유의한 결과를 보여주었다. 반면 대조군의 경우 안마 전에 비해 오히려 HF 가 감소하고 LF/HF 비가 증가하는 추세를 보여주었다.

HRV 중 LF 성분은 스트레스 완화에 미치는 영향에 대해서는 분명하게 밝혀지지 않았으며 Delaney 등¹⁴ 의 실험에서는 등마사지를 통해 LF 의 성분이 증가하였다고 보고하였다. 본 실험에서는 대조군과 안마모드 약에서 LF 가 증가하였지만 안마모드 강의 경우 LF 가 유의하게 감소함을 보였으며 이는 요가(Yoga)치료 이후 스트레스 완화 효

과를 보인 Satyapriya 등⁹ 과 Sarang 등²⁰ 의 결과와 15 분간의 등마사지를 통해 스트레스완화 효과를 증명한 Jang²¹ 의 연구 결과와 일치한다. 따라서 마사지의 유형, 강도 및 자극(stimulation)방법, 자극시간에 따라 HRV 의 양상이 달라질 수 있음을 시사한다.

3.3 그룹별 HR 변화

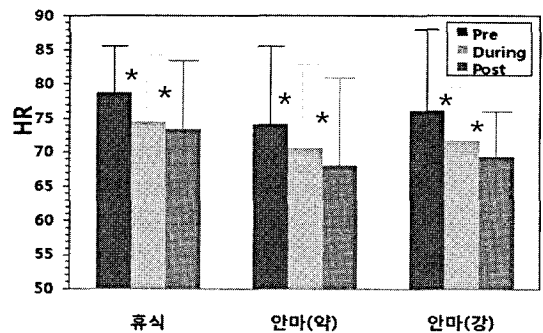


Fig. 6 The changes of the heart rate(HR) in three groups (*: p<0.05)

Fig. 6 은 그룹(대조군과 안마모드 약, 안마모드 강)에 따른 전, 중, 후 세 구간의 심박동수(HR)의 변화를 보여주고 있다. HR 는 휴식모드, 안마모드 약 및 안마모드 강의 세 그룹에서 모두 안마 전에 비해 안마 중, 안마 후에 유의한 차이를 보이며 감소하였다(p<0.05). 이 중 안마모드 강에서 대조군과 안마모드 약에 비해 가장 큰 감소를 보였다.

또한 그룹별로 HR 과 HRV 간의 상관관계를 분석한 결과 대조군과 안마약 그룹에서는 HR 과 LF, HF 간의 상관관계는 유의하지 않았다. 반면 안마모

드 강에서는 LF 가 HR 와 음의 상관관계($r = -0.527, p < 0.036$), HF 는 양의 상관관계($r = 0.527, p < 0.036$), LF/HF 는 양의 상관관계($r = 0.723, p < 0.02$)를 각각 보였다.

본 연구는 건강한 20 대 성인을 대상으로 실험을 수행하였다. Diego 등¹⁵ 과 Field 등⁵ 은 실험군을 성별, 학력, 수입, 인종, 마사지 경험 등으로 분류하여 실험을 하였으며, Satyapriya 등,⁹ Sarang 등²⁰ 과 Chatchawan 등²² 은 치료 이후 3 주간 이상의 장기 관찰을 통해 스트레스 완화효과를 증명하였다. Jang²¹ 은 20~40 대 총 114 명을 대상으로 등 마사지를 실시하고 마사지가 스트레스 완화 효과를 제공할 수 있음을 HRV 분석을 통해 증명하였다.

대부분의 연구에서 치료 전/후 시기에서의 HRV 와 HR 의 변화를 관찰하였지만 본 연구에서는 안마 중 맥파에서 발생하는 동잡음을 최소화하는 알고리즘을 이용하여 안마 시행 중에서도 관찰하였다. 본 실험에서는 안마 중 HRV 는 개인마다 차이를 보였지만 안마 시행 중에 비해 안마를 마친 이후 스트레스 완화에 효과가 있음을 관찰하였으며 이는 안마 시간 및 강도에 따른 개인적인 차이에 기인한다고 판단된다.

최근 노약자 및 모든 연령층에서 체어형 전동 안마기를 사용하고 있으며 다양한 모드의 기능을 제공하며 보급되고 있다. 차후 나이, 성별, 체지방, 치료횟수/기간, 다양한 모드별 영향 및 동일한 스트레스 유발 후 변화에 대한 추가적 실험과 대상자 수의 추가, 장기간 관찰(long-term follow-up)을 통해 좀 더 스트레스 완화효과에 대한 신뢰성을 확보해야 할 것으로 사료된다.

4. 결론

본 연구에서는 안마중 발생하는 동잡음을 최소화시킨 맥파 신호를 이용하여 휴식모드와 전동안마기의 안마모드 약과 안마모드 강의 세 가지 모드에 따라 HRV 를 통해 자율신경계의 변화를 관찰하고 이를 통해 안마기가 스트레스 완화에 미치는 단기적 효과를 검증하고자 하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 대조군 및 안마시행 후 설문조사 결과 스트레스 시각적 상사척도(VAS)에서는 휴식모드를 제외한 안마모드 약 및 안마모드 강 모드에서 유의한 차이를 보이며 감소하였다. 이중 안마모드 강에서 대조군과 안마모드 약에 비해 가장 큰 감소

를 보였다.

2) 대조군을 제외한 안마모드 약, 안마모드 강에서 안마 전과 비교하여 안마 시행 후 HF 가 증가하고 LF/HF 비가 감소하였다. 이 중 안마모드 강에서 유의한 증가를 보여주었다. LF 는 세 가지 모드 중 안마모드 강에서 유의하게 감소함을 보였다.

3) 심박동수(HR)는 휴식모드, 안마모드 약 및 안마모드 강의 세 그룹에서 모두 안마 전에 비해 안마 후에 유의한 차이를 보이며 감소하였다.

본 연구에서는 HRV 를 이용해 체어형 전동 안마기의 안마모드 강이 20 대의 단기적 스트레스 완화에 가장 효과적임을 설문조사, HRV 변화 및 HR 변화를 통해 증명하였다. 차후 다양한 개인특성을 고려하고 다양한 분석 방법을 통한 다양한 스트레스 완화 효과 검증의 연구가 추가된다면 다양한 분야에서 스트레스 효과검증에 활용될 것으로 기대된다.

후기

본 연구는 지식경제부에서 시행하는 차세대 성장동력사업인 “사용자 생체 신호 분석 기반의 헬스보조용 ChairBot 개발” 연구과제 지원에 의한 결과입니다.

참고문헌

1. Selye, S., “History and Present Status of the Stress Concept: In Goldberger L Editor. Handbook of Stress,” Fress Press, pp. 7-17, 1982.
2. Field, T., Diego, M. and Hernandez-Reif, M., “Massage Therapy Research,” Developmental Review, Vol. 27, No. 1, pp. 75-89, 2007.
3. Shusterman, V. and Barnea, O., “Sympathetic Nervous System Activity in Stress and Biofeedback Relaxation,” IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol. 39, No. 2, pp. 52-57, 2005.
4. Takayuki, H. and Kiyoko, Y., “The Relaxation Biofeedback System with Computer and Heart Rate Variability Interaction,” Technical Report of IEICE, Vol. 129, No. 4, pp. 263-266, 2004.
5. Field, T., Ironson, G., Pickens, J., Nawrocki, T., Goncalves, A. and Burman, I., “Massage Therapy Reduces Anxiety and Enhances EEG Pattern of Alertness and Math Computations,” International

- Journal of Neuroscience, Vol. 86, No. 3-4, pp. 197-205, 1996.
6. Jones, N. A. and Field, T., "Massage and Music Therapies Attenuate Frontal EEG Asymmetry in Depressed Adolescents," *Adolescence*, Vol. 34, No. 135, pp. 529-534, 1999.
 7. Tae, K. S., Kim, Y. D., Chang, Y. S., Choi, D. and Lee, H. J., "Different Massage Modes in an Electrical Massager Effect on EEG Patterns," *Proc. of 40th Korea Biomedical Eng.*, pp. 233-236, 2009.
 8. Toro-Velasco, C., Arroyo-Morales, M., Fernández-de-Las-Peñas, C., Cleland, J. A. and Barrero-Hernández, F. J., "Short-Term Effects of Manual therapy on Heart Rate Variability, Mood State, and Pressure Pain Sensitivity in Patients with Chronic Tension-Type Headache: A Pilot Study," Vol. 32, No. 7, pp. 527-535, 2009.
 9. Satyapriya, M., Nagendra, H. R., Nagarathna, R. and Padmalatha, V., "Effect of Integrated Yoga on Stress and Heart Rate Variability in Pregnant Woman," *International Journal of Gynecology and Obstetrics*, Vol. 104, No. 3, pp. 218-222, 2009.
 10. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, "Heart Rate Variability: Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use," *European Heart Journal*, Vol. 17, No. 3, pp. 354-381, 1996.
 11. Lee, H. W., Lee, J. W., Jung, W. G. and Lee, G. K., "The Periodic Moving Average Filter for Removing Motion Artifacts from PPG Signals," *Internal Journal of Control, Automation, and System*, Vol. 5, No. 6, pp. 701-706, 2007.
 12. Field, T., Morrow, C., Valdeon, C., Larson, S., Kuhn, C. and Schanberg, S., "Massage Reduced Anxiety in Child and Adolescent Psychiatric Patients," *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, Vol. 31, No. 1, pp. 125-131, 1992.
 13. Hernandez-Reif, M., Dieter, J., Field, T., Swerdlow, B. and Diego, M., "Migraine Headaches are Reduced by Massage Therapy," *International Journal of Neuroscience*, Vol. 96, No. 1-2, pp. 1-11, 1998.
 14. Dalaney, J. P. A., Leong, K. S., Watkins, A. and Brodie, D., "The Short-Term Effects of Myofascial Trigger Point Massage Therapy on Cardiac Autonomic Tone in Healthy Subjects," *Journal of Advanced Nursing*, Vol. 37, No. 4, pp. 364-371, 2002.
 15. Diego, M., Field, T., Sanders, C. and Hernandez-Reif, M., "Massage Therapy of Moderate and Light Pressure and Vibration Effects on EEG and Heart Rate," *International Journal of Neuroscience*, Vol. 114, No. 1, pp. 31-44, 2004.
 16. McKechnie, A. A., Wilson, F., Watson, N. and Scott, S., "Anxiety States: A Preliminary Report on the Value of Connective Tissue Massage," *Journal of Psychosomatic Research*, Vol. 27, No. 2, pp. 125-129, 1983.
 17. Che, G. S., Choi, D. H., Chang, Y. S. and Yang, G. T., "A Study on the Performance Improvement of the HRV Detection from PPG Signals," *Journal of Korea Navigation*, Vol. 13, No. 6, pp. 926-932, 2009.
 18. Lingjærde, O. and Førelund, A. R., "Direct Assessment of Improvement in Winter Depression with a Visual Analogue Scale: High Reliability and Validity," *Psychiatry Research*, Vol. 81, No. 3, pp. 387-392, 1998.
 19. Diego, M. A., Field, T. and Hernandez-Reif, M., "Vagal Activity Gastric Motility and Weight Gain in Massaged Preterm Neonates," *The Journal of Pediatrics*, Vol. 147, No. 1, pp. 50-55, 2005.
 20. Sarang, P. and Telles, S., "Effects of Two Yoga Based Relaxation Techniques on Heart Rate Variability (HRV)," *International Journal of Stress Management*, Vol. 13, No. 4, pp. 460-475, 2006.
 21. Jang, S. S., "Effects of Back Massage on the Relief of Stress," Dept. of Beauty Science, Degree of Master, Graduate School Kwangju Women's University, 2007.
 22. Chatchawan, U., Thinkhamrop, B., Kharmwan, S., Knowles, J. and Eungpinichpong, W., "Effectiveness of Traditional Thai Massage versus Swedish Massage Among Patients with Back Pain Associated with Myofascial Trigger Points," *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, Vol. 9, No. 4, pp. 298-309, 2005.