

이마의 냉각자극이 건강인의 심박 변이율에 미치는 영향에 대한 실험적 연구

김기환 · 박경모*

경희대학교 전자정보학부 동서의료공학과

Mild Cold Stimulus on Forehead of Healthy Men and Heart Rate Variability

Ki Hwan Kim, Kyung Mo Park*

Department of Biomedical Engineering, School of Electronics and Information, Kyunghee University.

The aim of this study was to investigate the change of Heart Rate Variability(HRV) that mild cold stimulus on the forehead of healthy men induces. 34 healthy male subjects participated in the experiments. In the first test series, 15 subjects were applied to the mild cold stimulus by the devise for cold stimulation. In the second test series, 10 subjects with heat syndrome and 5 subjects with cold syndrome were applied to the mild cold stimulus. As a additional test, 4 subjects with cold syndrome were applied to the warm stimulus in the last test series. We analyzed the HRV through measuring electrocardiogram.(ECG). The result of this study is comparatively clear. In the first test series, mild cold stimulus made parasympathetic nervous system be activated. In the second test series, mild cold stimulus made parasympathetic nervous system be activated both in subjects with heat syndrome and subjects with cold syndrome, and heat syndrome shows more active parasympathetic nervous system rather than cold syndrome subjects do. In the last test series, 2 subjects with cold syndrome respond the mild cold stimulus. That means warm stimulus of cold condition subjects made parasympathetic nervous system active in 2 of 4 subjects. We found out that mild cold stimulus on forehead makes parasympathetic nervous system be activated in healthy male, and it can be interpreted that mild cold stimulus make healthy human be relaxed. Also, subjects have different fondness of thermal stimulus according to their Cold or Heat condition Preferences. Last test series shows that we need to investigate effect of the warm stimulus heat syndrome subjects.

Key words : mild cold stimulus, warm stimulus, HRV, cold syndrome, heat syndrome

서 론

현대인들은 많은 스트레스 환경에 노출이 되어있다. 특히 정신적으로 겪는 스트레스는 근육의 긴장에 의한 긴장성 두통과 뇌 혈관의 수축 이완에 의한 편두통의 유발 혹은 악화 인자로 작용하게 된다. 또한 두통의 증상으로는 머리의 육선거림, 찌르는 느낌, 열감 등이 있다¹⁾. 한의학에서는“머리는 차갑고, 발은 따스하게 하라”라는 ‘頭寒足熱’이라는 경구가 있기도 하다. 따라서 이러한 맥락에서 본 논문은 냉각자극을 두면부, 특히 이마에 적용하였을

때 인체의 생리변화에 어떠한 영향을 주는지 알아보고자 하였다.

현재 냉각자극에 관한 연구들로는 이마나 손등, 코, 입 부위를 자극 부위로 시원한 바람이나 찬 물 등의 냉각자극을 주고 나타나는 심박수의 R-R interval이나 혈압, 혈류량 등을 보고한 연구들이 있다^{4,5)}. 본 실험에서는 제안하는 냉각자극 기기를 통한 이마에 대한 냉각자극이 심박 변이율(HRV)에 미친 영향을 관찰하였다. 그리고 간단한 온자극 실험을 추가적으로 비교하고자 한다.

방 법

1. 실험대상

실험대상은 대학생 남자로 하고, 실험인원은 1차 실험은 한

* 교신저자 : 박경모 경기도 용인시 기흥읍 서천리1, 경희대학교 동서의료공학과

· E-mail : saenim@khu.ac.kr, · Tel : 031-201-2979

· 접수 : 2005/07/28 · 수정 : 2005/09/01 · 채택 : 2005/10/04

증과 열증의 구분 없이 15명에 대해서 실험을 수행하였고, 2차 실험은 열증 10명과 한증 5명의 두 그룹으로 나누어 총 15명에 대해서 실험을 수행하였으며, 마지막 추가 실험은 한증 4명에 대해서 온자극 실험을 수행하였다. 실험을 하기 전, 사전 설문을 통해서 피험자가 느끼는 기계에 대한 민감도를 고려하였고, 과거병력(간질 및 발작 등)이 있는 경우는 피험자 대상에서 제외하였다. 또한 피험자에게 있어서 실험에 대한 정보는 차단하였다. 또한 인가하는 자극이 온도자극이고 겨울에 실험한 것을 감안하여 실험을 하기 전, 안정을 취하기 위해 20분 휴식을 한 뒤에 실험을 수행하였다. 실험은 실험실에서 수행하였고, 실험실 내 환경은 평균온도 약 24℃이며 피험자의 집중을 위해 약간 어두운 조명 환경을 유지했다.

2. 실험절차

실험을 진행하기에 앞서 냉자극 기기의 특성 파악을 위해 온도 특성평가를 실시하였다. 또한 실험의 최적 프로토콜을 결정하기 위해서 주관적 감각평가 실험과 설문조사를 실시하였다. 주관적 감각 평가 실험은 피험자가 느끼는 가장 적절한 냉자극의 범위를 찾기 위해서 총 3차례에 걸쳐서 수행하였으며 감각평가와 함께 설문조사를 실시하였다. 1차 감각평가는 6분간 냉각자극을 주고 cold level을 평가하였고, 2차 감각평가는 12분간 냉각자극을 주고 cold level을 평가하였고, 3차 감각평가는 0~4분은 냉각자극을 주었고, 4~8분은 자극을 주지 않았고, 8~12분은 다시 냉각자극을 주었을 때 감각평가를 하였다. 이를 통해 가장 적절한 냉자극을 줄 수 있는 Fig. 3과 같은 프로토콜을 결정하였다.

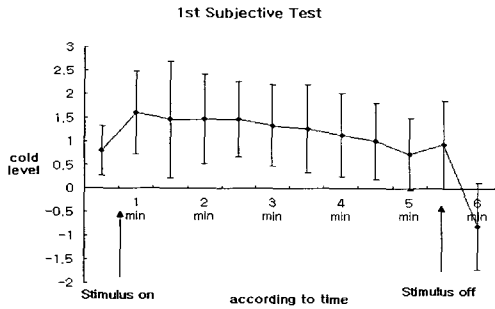


Fig. 1. 1st Subjective Test. cold level : sensitivity of cold or hot state, 3 : very cold, 2 : cold, 1 : cool, 0 : nothing, -1 : warm, -2 : hot, vertical line : std

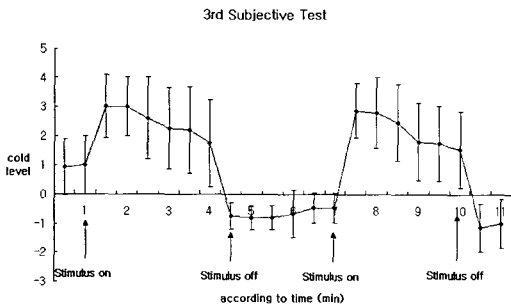


Fig. 2. 3rd Subjective Test. cold level : sensitivity of cold or hot state, 5 : very cold, 4 : cold, 3 : a little cold, 2 : cool, 1 : a little cool, 0 : nothing, -1 : a little warm, -2 : warm, -3 : a little hot

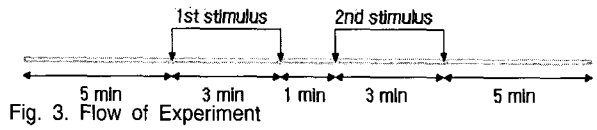


Fig. 3. Flow of Experiment

실험은 1차와 2차 실험, 마지막의 3차 추가실험으로 나누어서 실시하였다. 1차 실험은 15명의 피험자에게 냉자극을 준 후 심박 변이율을 관찰하였고, 2차 실험에서는 피험자 그룹을 한증과 열증 그룹으로 나누어 냉자극을 주었을 경우 그룹간의 변화율 차이를 관찰하였으며, 마지막으로 한증 그룹에 대해서 온자극을 준 후 심박 변이율을 추가적으로 관찰하였다.

3. 측정 및 분석방법

1) HRV

심전도 데이터는 Ag/AgCl 전극(positive: 좌측 흉부, negative: 우측 흉부, ground: 좌측 늑골 말단)을 사용하였고, AD instrument사의 Powerlab 800의 Bioamp를 이용하여 획득하였다. 획득한 데이터는 R-peak를 검출한 후 R-R interval를 even space interpolation을 통해 계산한 뒤, 주파수 영역에서 고주파 성분(HF:0.15 ~ 0.4Hz)과 저주파성분(LF:0.04 ~ 0.15Hz) 값을 바탕으로 ratio(LF/HF)를 계산하였다³⁾.

2) 한열변증

한열변증은 2차 실험에서 피험자를 한증과 열증 그룹으로 나누기 위해서 설문지 조사를 통해 변증을 계산하였고 이러한 한열 변증은 변증분류가 가능하도록 설문지가 개발된 상태이고 이번 실험에서는 기존에 제안된 논문 '한열변증 설문지 개발을 위한 타당성 연구 (I)'⁶⁾의 설문과 변증 계산 방법에 의해서 구분하였다.

4. 냉각자극

냉각자극은 ㈜ 현인기술에서 제작한 필터어 소자를 이용한 기기(쿨 브레인)를 사용하였다. 기기의 냉자극 온도곡선과 자극 부위는 각각 Fig. 4.5와 같다. Fig. 5의 A)는 기기를 이마에 댄 후 25분 간 측정된 온도변화의 그래프이고 B)는 기기를 그대로 둔 상태로 2시간 작동시킨 후 측정된 온도변화 그래프이다. 그래프의 결과 냉자극 기기는 약 3 ~ 5 분간 온도를 12℃ 정도 떨어뜨리며, 이마에 착용한 경우에는 9 ~ 10℃ 정도 온도가 떨어진 것을 확인할 수 있다. 또한 예비실험의 결과, 이러한 온도 특성의 냉자극은 피험자의 설문조사 결과 적절한 것으로 나타났다

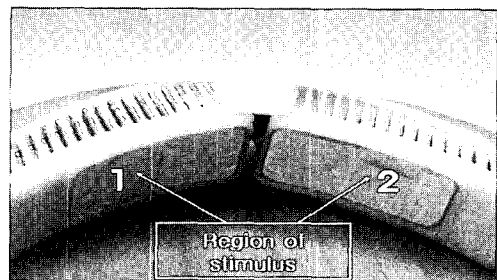


Fig. 4. Region of the mild cold or warm stimulus

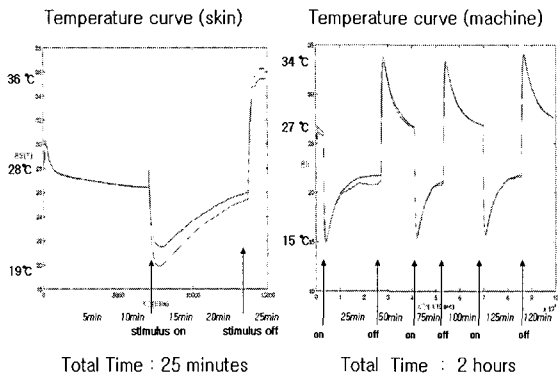


Fig. 5. Changing of temperature skin and machine. temperatures of skin and machine measured applying when the machine was applied to skin

결 과

1. 1차 실험

15명 피험자를 대상으로 냉자극을 하였을 때 HRV 의 ratio 의 변화는 Fig. 6과 같이 나타났다.

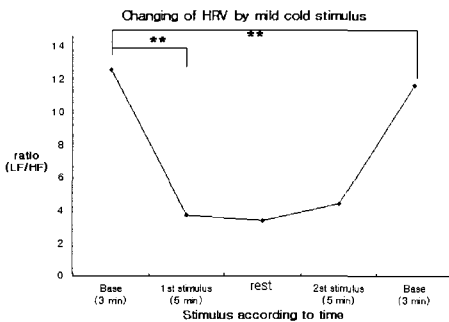


Fig. 6. Changing of HRV by mild cold stimulus. **: p-value < 0.01, base : no stimulus in 3 minutes, rest : rest in 1 minute between stimulus

Fig. 6 을 통하여 알 수 있듯이, 초기 3분은 아무런 자극을 하지 않는 base 상태이고, 그 뒤 1차 자극 5분, 1분간 휴식기, 그리고 2차 자극 5분 마지막으로 다시 자극 없이 base 3분 동안의 ECG 데이터를 얻었다. 1차 실험의 결과, 냉자극에 대해서 대체적으로 HRV ratio가 떨어지는 경향을 보였다. Ratio의 감소는 부교감 신경계의 활성화를 반영하는데, 결과는 비교적 뚜렷하였다. 처음 3분 측정을 base로 놓고 T-test를 실시하였을 때 1st stimulus와 2nd stimulus는 모두 $P < 0.01$ 의 값으로 통계적으로 유의미한 변화가 관찰되었다. 이 실험을 통해 냉자극 인가 시 인체가 생리적으로 부교감 신경계가 활성화된다는 결과를 얻을 수 있었다.

2. 2차 실험

2차 실험은 피험자 15명을 한열변증의 한증(점선)과 열증(직선)의 2 그룹으로 나누어서 냉자극을 인가하였을 때 나타나는 변화를 관찰하였고 그 때 나타난 HRV 의 ratio의 변화는 Fig. 7 와 같았다.

두 그룹의 경우, 냉자극 인가 시에 ratio가 모두 유의성 있게 떨어지는 것을 알 수 있는데, 한 가지 주목할 부분은 열증 그룹의 경우 1차, 2차 냉자극에서 모두 낮은 p-value을 얻은 반면, 한

증 그룹은 1차에 비해 2차 냉자극에서는 상대적으로 p-value가 조금 커진 것을 알 수 있었다. 이를 통해 같은 냉자극에서 열증 그룹이 한증 그룹에 비해 부교감 신경계의 활성화 정도가 조금 더 크다는 결과를 얻어낼 수 있었다.

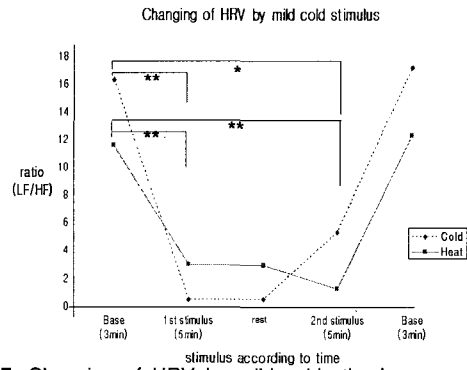


Fig. 7. Changing of HRV by mild cold stimulus. **: p-value(0.01, * : p-value(0.05, cold : cold syndrome, heat : heat syndrome

3. 3차 실험

3차 실험은 2차 실험에서 수행한 한증 그룹 5명 중, 4명에 대해서 온자극을 인가하고 그에 따른 HRV의 ratio를 관찰하였고, 그 때의 변화는 Fig 8과 같았다.

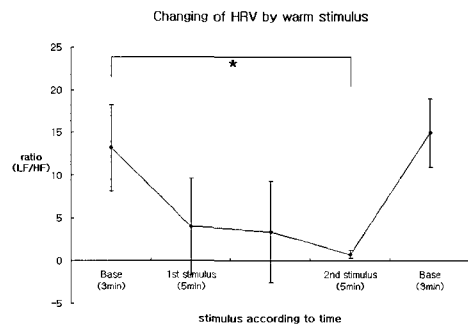


Fig. 8. Changing of HRV by warm stimulus of cold syndrome subjects. **: p-value(0.01, * : p-value(0.05, cold : cold syndrome, heat : heat syndrome

토 론 및 결 론

특정한 범위 내, 즉 다시 말해 제안되는 기기에서의 냉자극 온도 특성을 나타내는 범위에서의 냉각 강도와 특정한 시간 내에서의 주기적인 냉자극은 인체의 생리적 변화를 유발한다. 그러한 생리적 변화의 주된 양상은 HRV를 통해서 관찰하건대 부교감신경계의 활성화와 교감신경계의 억제를 가져오며, 이것은 인체를 안정시켜줄을 의미한다. 이러한 결과는 비교적 분명하였다. 총 2회의 자극실험의 결과가 이 사실을 뒷받침해주고 있다.

또한 2차 실험과 3차 실험에서 확인된 흥미로운 사실은, 피험자의 한열 상태에 따라 자극의 선호도와 함께 자극의 반응이 나타나는 경향을 보였다는 것이다. 2차 실험에서는 같은 냉자극 시에 열증 그룹이 한증 그룹보다 자극의 반응이 잘 나타난 결과와 3차 실험에서 한증 그룹에 대한 온자극의 결과가 이를 뒷받침

해주고 있다.

그러나 3차 실험의 경우에는 피험자의 수가 4명이었고, 2명의 경우에서만 ratio 값이 유의성 있게 떨어졌으므로 좀 더 추가적인 실험이 요구된다. 또한 가능하다면 피험자의 수를 늘린 주가 실험과 함께 열증 그룹에 대한 냉자극 실험도 함께 병행될 필요가 있다.

하지만 이번 실험을 통해서 피험자의 상태가 한증이나 열증에 상관없이 특정한 냉각 강도와 특정 시간 내에서의 주기적인 냉자극은 인체의 생리변화, 즉 부교감신경계를 활성화시키며 이는 인체의 안정화를 유도한다는 사실을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 ㈜현인기술의 지원에 의하여 이루어진 것임

참고문헌

1. Goetsch, V.L., Fuller, M.G. Stress and stress management. In: Behavior and Medicine. Wedding D, eds. St.Louise: Mosby, pp 289-302, 1995.
2. Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology Membership of the Task Force listed in th Appendix)

- "Heart rate variability"(Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use) European Heart Journal 17, pp 354-381, 1996.
3. Ronald, D., berger, Solange Akselrod, David Gordon, and Richard J. Cohen "An Efficient Algorithm for Spectral Analysis of Heart Rate Variability" IEEE Transaction on biomedical engineering. Vol. 33(9):900-904, 1986.
4. Naotohi Shibagara, Harumi Matsuda, Datsumi Umeno, Yutaka Shimada, Takashi Itoh, Katsutoshi Terasawa "The responseof skin blood flow, mean arterial pressure and R-R interval induced by cold stimulation with cold wind and ice water" Journal of the Autonomic Nervous System 61, pp 109-115, 1996.
5. Silke Heindl, Jan Struck, Peter Wellhoner, Friedhelm Sayk, Chistoph Dodt "Effect of facial cooling and cold air inhalation on sympathetic nerve activity in men" respiratory Physiology & Neurobiology 142, pp 69-80, 2004.
6. 김숙경, 남동현, 박영배, "한열변증 설문지 개발을 위한 타당성 연구 (I)" 대한한의원진단학회 제 6권 2호 pp 141-156, 2002.
7. Vera, M.A., Farah, Luis F. Joaquin, Iveta Bernatova, Mariana Morris"Acute and chronic stress influence blood pressure variability in mice"Physiology & Bchavior 83, pp 135-142, 2004.