

시각 자극에 의한 노인 HRV 해석

論 文

54D-5-8

HRV Analysis for Aged Using Visual Stimulus Protocol

李 忠 基* · 李 秉 采** · 鄭 基 森*** · 金 南 鉉§ · 俞 善 國†

(Chung-Ki Lee · Byung-Chae Lee · Kee-Sam Jeong · Nam-Hyun Kim · Sun-Kook Yoo)

Abstract - The ratio of aged class has been increasing gradually not only in Korea, but also in the world since several years ago. As a result, many unexpected social problems started to occur. The burden charged to this society is to solve those problems; how to take care of that aged people, how to offer jobs to them, etc. It means that the study about the aged class should be done soon. Due to that need, this thesis is wrote out. The aim of this thesis is to detect the emotion of aged people and establish a certain algorithm for detecting it. In the whole process of experiment and analysis, I used HRV(Heart Rate Variability) data since the heart is a representative which is controlled by the ANS(autonomic nervous system), and the ANS reflects the changes in emotion. After stimulating the aged people with the authorized pictures which induce different emotions each. I measured HRV of those aged. The HRV data is then analyzed in the two domain area, time and frequency. I guessed that the result would show some certain differences according to the pictures and it was shown from the experiment. Seeing the result, HRV was changed by what the aged felt looking at the pictures. Then it also means that visual stimulation influence on the ANS of the aged people.

Key Words : Visual Stimulation, ANS, HRV

1. 서 론

대한민국의 생산가능 인구(15~64세)가 2010년대 후반을 정점으로 감소되기 시작하고, 총 인구도 2020년대 초부터 지속적인 감소가 전망된다. 2002년 합계출산율이 1.17명으로 세계최저를 기록하였고 2000년부터 이미 고령화 사회가 시작되었다.[1] 고령화 사회는 생산가능 연령층이 부양 연령층이 비해 상대적으로 적으므로 노인에 대한 부양 가능한 인력이 부족하다. 통계청에 따르면 노인건강문제는 한국의 노인문제 중 가장 높은 비율을 차지함으로써 앞으로 고령화 시대에 노인건강문제에 대한 관심이 집중되고 있다.[2] 노인문제 중 육체적 건강에 대한 관심뿐만 아니라 정신적인 외로움이 높은 비중을 차지함으로써 노인의 정신 기능을 증진시키기 위해 노인에 대한 정서 및 감성에 관한 연구가 필요하다. 대부분의 연구는 건강하고 젊은 사람들을 대상으로 시각자극에 대한 생체신호와 감성에 관한 연구는 활발히 진행되었으나, 노인에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다.

감성의 변화는 신경계의 반응으로 나타나고 감성변화에 대해 민감하게 반응하는 신경계로는 중추신경계(Central nervous system; CNS)와 자율신경계(autonomic nervous system; ANS)가 있다. 중추신경계를 측정하는 방법에는 뇌진도(EEG : Electroencephalograph)를 측정하는 방법이 있고 자율신경계를 통해 생리적 반응을 측정하는 방법에는 혈압(blood pressure), 체온, 피부저항, 호흡(respiration), HRV(Heart Rate Variability)가 있으며 그 중 HRV는 혈압과 심박의 주기적인 변화가 자율신경계와 밀접한 관련이 있으며 자율신경계의 활동을 정량화 할 수 있는 비 침습적인 방법이다.[3][7] 본 논문에서는 노인의 감성변화와 자율신경계의 관계 해석을 정성적, 정량적으로 하고자 한다.

2. 본 론

본 연구에서는 노인의 시각자극에 대한 반응을 HRV를 이용하여 측정하고 유럽심장학회 및 북미학회(Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society)에서 제시한 기준으로 분석 했다.[5]

2.1. 실험 환경

실험은 연세대학교 세브란스 병원에서 총 38명의 건강한 60세 이상 남, 여(평균 71세, 표준편차 ± 7.25)를 모집했다. 실험기간은 2004년 3월부터 7월까지 했고, 측정시간은 오전 9시부터 12시 사이에 측정했다. 측정하기 전 충분한 휴식을 취함으로써 실험자가 실험환경에 적응할 수 있도록 했다.

† 교신저자, 正會員 : 延世大學 醫學工學敎室 副敎授 · 交信著者 · 工博
移動形 應急醫療情報 시스템 開發 센터
個人識別 研究所

E-mail : sunkyoon@yumc.yonsei.ac.kr

* 非 會 員 : 延世大學 醫學工學敎室 碩士課程

** 正 會 員 : 龍仁松潭大學 醫療情報 시스템學科 敎授

*** 正 會 員 : 龍仁松潭大學 醫療情報 시스템學科 敎授

§ 正 會 員 : 延世大學 醫學工學敎室 敎授

接受日字 : 2004年 11月 29日

最終完了 : 2005年 3月 25日

실험실 환경은 밝은 조명을 유지하며 외부로부터의 소음을 차단했고, 실험자가 더위를 느끼지 않도록 실내온도(20~25C)를 유지했다. 실험자 자세는 HRV의 값에 영향을 미치지 않도록 등을 기대고 다리를 펼 수 있는 편안한 의자를 준비했다. ECG는 MP150 (BIOPAC, 미국)을 이용하여 데이터를 측정했다.

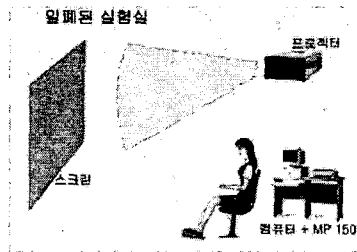


그림 1. 실험 환경
Fig 1. Test Environment

이번 연구에서 자극으로 준 시각자극 프로토콜로 IAPS(International Affective Picture System)[5]를 이용했다. IAPS는 사진의 종류와 사진의 강도에 따라 인간이 느끼는 정도를 표준화 시킨 도구다. IAPS에서 분류되어진 여러 감정상태 중 본 연구에서는 Valence(ranging from pleasant to unpleasant)를 이용하였다. 실험자에게 쾌(pleasant) 사진과 불쾌(unpleasant) 사진을 대조적으로 보여줌으로써 실험자의 감정상태를 유발하고 이로 인한 감정상태 변화에 따른 노인의 생체신호를 얻을 수 있었다. 또 상반된 감정상태의 기준을 평가/분석하기 위해 보통상태(Calm state)의 ECG 데이터를 측정하였다. 실험자에게 여러 장의 IAPS를 보여준 후 시각자극에 대한 실험자의 심리지수를 평가하기 위하여 주관적 평가 방법인 SAM(Self-Assessment Manikin)을 사용하였다.[16] SAM은 다양한 자극에 대한 실험자의 감성적 반응을 심리적으로 알아보기 위한 방법으로 많이 쓰이고 있다. SAM은 언어를 사용하지 않고 그림으로 되어 있으므로 비 문자 사용계층까지 널리 사용할 수 있다는 장점이 있다. SAM은 감정을 나타내는 쾌-불쾌 척도를 <그림 3.>와 같이 나타냈으며 각 척도들은 5단계로 되어 있다. 감정자극이 있는 중 실험자는 감정상태에 집중 할뿐 SAM평가를 하지 않는다. 실험자는 자극이 끝나고 전체적인 감정상태에 대한 평가 내린다.



(a)(b) : calm state
(c) : Pleasant state (d) : Unpleasant state

그림 2. IAPS (International Affective Picture System)
Fig 2. IAPS (International Affective Picture System)

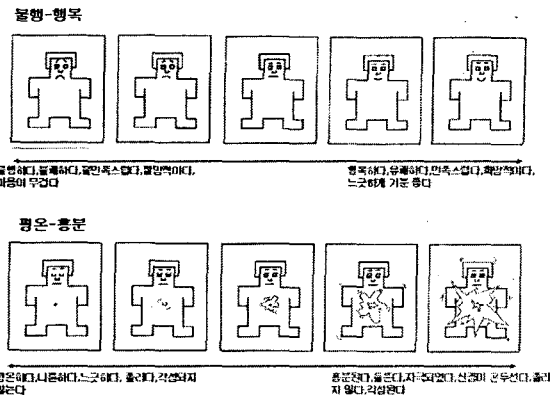


그림 3. SAM (Self-Assessment Manikin)
Fig 3. SAM (Self-Assessment Manikin)

실험 과정은 <표 1.>과 같다. 노인에게 실험하기 전 30분전에 실험실에 도착하도록 했으며 충분한 휴식 후 실험자의 질병유무, 생활환경, 심리상태 등을 설문했다. 실험자가 눈을 뜬 상태에서 전극을 부착하고 혈압을 측정했다. 데이터 측정은 크게 보통상태, 쾌 상태, 불쾌 상태 일 때 측정했다. IAPS 사진을 보여줄 때 각 장당 15초씩 20장을 보여줌으로써 5분간 감정상태를 유발하였다. 연구는 노인의 HRV 데이터에 대해서 단기간 분석방법(Short-term Analysis)을 사용했으므로 5분간 데이터를 측정했다.[7]

2.2. 노인 데이터 처리

HRV 값의 정도가 실험자의 감정상태 판별 요소로 작용하기 때문에 정확한 RR간격 검출이 필요하다. 정확한 RR간격 검출을 위해 Tompkins & Hamilton[8]가 제시한 알고리즘을 적용했다. HRV를 이용해서 감정상태 평가/분석 방법에는 크게 시간영역 분석(Time Domain Analysis)과 주파수영역 분석(Frequency Domain Analysis)방법이 있다. 시간영역 분석은 자율신경의 전반적인 활동 정도를 측정하는데 유용한 정보를 제공하며 주파수영역 분석은 교감신경과 부교감신경의 균형정도를 추정할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 두 가지 분석방법을 이용했다. 이번 연구는 <그림 4.>를 보는 것과 같은 순서로 데이터를 분석했다. 실험자로부터 얻은 심전도 데이터에 노이즈를 제거하기 위해 대역통과 필터를 했다. 노이즈가 제거된 신호를 QRS 검출 알고리즘 과정을 거쳐 RR 간격을 구한다. 계산된 RR 간격을 시간 영역 분석과 주파수 영역분석 방법을 사용해서 노인의 감정상태 판별 요소로 사용한다.

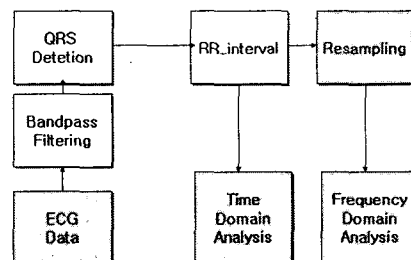


그림 4. HRV 데이터 처리 다이어그램
Fig 4. HRV data Acquisition Diagram

표 1. 실험 순서

Table 1. Experiment Sequence

휴식	전극 부착	보통 상태 측정	긍정 자극	휴식	부정 자극
설문 조사(5분)	10분	5분	5분	3분	5분
설문지 작성	눈을 뜨고	눈을 뜨고	IAPS	눈을 뜨고	IAPS
질병 유무 확인	실험 중 주의사항 공지	편안한 상태	각 장당 15초 20 장	주의 사항 공지	각 장당 15초 20 장
	혈압 측정	데이터 연속 측정 (Sampling rate 250 Hz)			

HRV는 여러 가지 방법으로 평가된다. 그 중 가장 간단한 평가 방법은 시간 영역분석이다. 시간 영역분석 방법에는 Mean HR, SDNN, RMSSD, NN50, Normalized Entropy를 이용해서 감정상태의 변화에 따른 자율신경계의 활성화 정도를 볼 수 있다.[7] <표 2.>에서 시간 영역분석 방법에 대한 각각의 요소를 설명하고 있다.

표 2. HRV 데이터에 대한 시간영역 분석 방법

Table 2. Time Domain Analysis Method for HRV data

SDNN	RR 간격의 표준편차 The standard deviation of the normal RR intervals
RMSSD	연속적인 RR 간격의 차이의 root mean square The root mean square of successive RR intervals
NN50	연속적인 RR interval 의 차이가 50ms 이상 Successive RR intervals differing more than 50msec
Mean HR	분당 심박동 수 Mean of Heart rate for 1 min
Normalized Entropy	시간 영역의 에너지 크기에 따라 나누어진 Entropy Entropy of a time-series divided by a measure of the time-series energy

주파수 영역분석에는 FFT(Fast Fourier Transform)를 이용하여 Power Spectrum Density를 봄으로써 교감신경과 부교감신경의 활성 정도를 볼 수 있다. Power Spectrum Density를 이용하여 주파수 대역별로 에너지의 크기를 볼 수 있으며 에너지 대역별 크기의 변화율은 곧 자율신경계(교감신경, 부교감 신경)의 길항 작용을 나타내 준다.[7] 주파수 영역에서는 <표 3.>에 나타내지는 자율신경계의 주파수 대역별 길항 작용과 고주파(High frequency)부분과 저주파(Low frequency)부분의 비율을 봄으로써 노인의 감정상태를 추정 할 수 있다.

표 3. 주파수 영역에서 HRV의 측정(5 분)

Table 3. Selected Frequency Domain measures of HRV(5 min)

변수	units	설명	주파수 대역
5 min total power	ms ²	the variance of NN intervals over the temporal segment	approximately < 0.4 Hz
Very low Frequency (VLF)	ms ²	power in very low frequency range	< 0.04 Hz
Low Frequency (LF)	ms ²	power in low frequency range	0.04~0.15 Hz
High Frequency (HF)	ms ²	power in high frequency range	0.25~0.4 Hz
LF/HF		Ratio LF[ms ²]/HF[ms ²]	

교감 신경과 부교감 신경의 활동 우세 정도를 나타내기 위해 LF/HF(저주파/고주파)라는 변수를 정의 했다. 실험자에게 얻어진 HRV 데이터를 시간영역과 주파수영역으로 분석함으로써 시각자극에 대한 자율신경계의 활동을 평가하려 했다.

3. 결 과

3. 1. 시간영역 분석 결과

본 연구에서는 시각자극에 의해 유발되어지는 감성의 변화를 알아보기 위하여 측정된 ECG 데이터에서 추출한 HRV 데이터(RR 간격)값을 시간 영역에서 해석하였다. 시각자극에 의한 자율신경계의 활성도를 <표 2.>에서 제시한 5가지 분석 요소로 노인의 감정상태를 판별했다. 시각자극으로 노인에게 감정변화가 유발되고 불쾌한 감정상태일 때는 심장이 흥분하게 되므로 심박동수가 높아진다. 빨라진 심박동은 HRV 변화 정도를 낮추게 된다. <그림 5.>는 감정변화에 따른 Heart rate의 평균을 나타내고 있다. 보통상태에서 불쾌 상태로 감정상태가 변화되면서 mean HR의 값이 줄어들었다. 이것은 시각자극만으로 노인의 자율신경계의 변화를 일으킨다는 것을 나타낸다. 개인마다 차이가 있지만 그 차이가 미약하고 노인 전체에 대한 통계적인 유의성을 찾을 수 없었다.

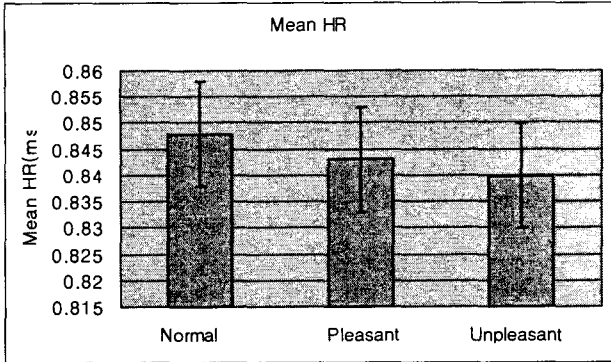


그림 6. 노인 38명의 평균 SDNN 값
 Fig 6. SDNN value of the 38 old people

RMSSD의 값은 고주파 성분의 값과 비례하는 관계를 가지고 있어 미주신경의 활성도를 나타낸다. <그림 7.>를 보면 RMSSD의 평균값이 쾌 감정상태일 때 증가하고 불쾌 감정상태일 때 감소함을 나타내므로 불쾌 감정상태 일 때 미주신경의 활성도가 상대적으로 감소함을 알 수 있다. 이것은 불쾌한 감정상태를 유발하는 시각자극이 자율신경계의 교감신경을 자극하고 생리학적인 흥분 상태일 때와 마찬가지로 부교감 신경의 활동은 줄어들고 교감신경의 활동을 늘어나게 했음을 알 수 있다. 그러므로 시각자극에 의해 유도된 쾌/불쾌 반응이 자율신경계의 영향을 미치고 그 반응을 HRV의 값으로 추정할 수 있다. 그러나 쾌/불쾌 상태의 감정종류에 따라 RMSSD의 값의 차이가 낮지만 개인의 주관적 평가인 SAM평가를 통해 똑같은 자극에 대해서는 개인마다 주관적인 반응의 차이를 나타냈다. 개인의 문화적인 배경의 차이와 성향의 차이로 인해 다른 평가를 할 수 있기 때문이다. 이때의 반응의 차이는 주관적 평가 차이가 상반되었다는 것을 의미하는 것이 아니라 성향의 차이가 쾌/불쾌 자극에 대해서 느끼는 정도의 차이를 나타낸다.

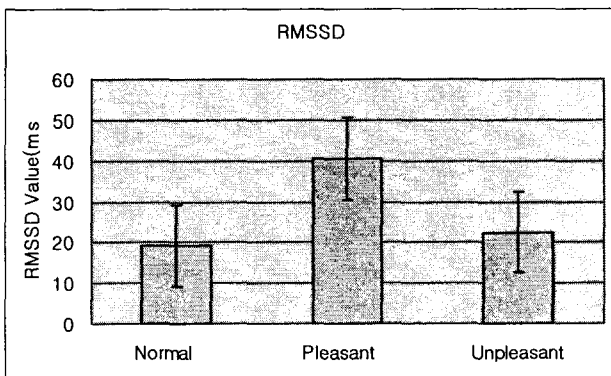


그림 7. 노인 38명의 평균 RMSSD 값
 Fig 7. RMSSD value of the 38 old people

Normalized Entropy는 RR_interval값의 확률적 분포를 구해서 그것에 대한 Shannon's Entropy를 구하고 Energy값으로 나눈 값이다. Normalized Entropy의 식은 식 (1), 식 (2), 식 (3) 과 같다.[17]

$$\text{Shannon Entropy}(E) = - \int p(x) \ln p(x) dx \quad (1)$$

$$\text{System Energy}(H) = |C_x(f)|^2 \quad (2)$$

$$C_x(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \exp^{-j2\pi ft} dt \quad (2)$$

$$E/H = - \int p(x) \ln p(x) dx / \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \exp^{-j2\pi ft} dt \quad (3)$$

(p(x) : 확률적으로 분포된 RR_interval의 값)

Nonlinear method는 심혈관계의 복잡한 활동을 연구하는데 적당한 방법으로 평가되고 있다.[20] 현재 이루어지고 있는 Nonlinear method 연구의 한 종류로 entropy는 심혈관계의 활동 정도를 나타내는 값으로 쓰이고 있다. 위의 식으로 구한 Normalized Entropy값은 <그림 8.>에 나타나 있다. 불쾌한 감정상태로 갈수록 값이 증가하였다. T. Anishchenko는 젊은 남녀 94명을 대상으로 한 실험에서 실험 중 스트레스(소음, 연산자극)가 생체신호의 변화를 유발하고 스트레스를 유발하지 않는 경우 긴장상태에서 상대적인 편안함을 느껴 Entropy값에 변화를 가져왔다고 보고했다.[17] 본 실험에서는 불쾌의 자극이 있을 때 전체적인 엔트로피의 증가를 보였으나 쾌/불쾌에 대한 감정상태의 통계적인 유의성은 발견하지 못했다. 노인의 경우 감정변화에 대한 자율신경계의 변화는 나타나지만 변화가 있더라도 그 차이가 분명하지 못하기 때문에 Entropy에 대한 분석 방법은 만족할만한 결과를 보지 못했다.

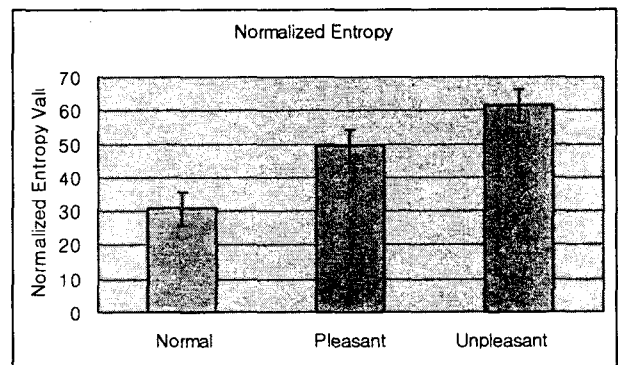


그림 8. 노인 38명의 평균 Normalized Entropy 값
 Fig 8. Normalized Entropy value of the 38 old people

3. 2. 주파수영역 분석 결과

자율신경계의 활성도를 보면 미주신경(부교감 신경)이 HRV에 크게 관여한다. 시간 영역 분석방법으로 <표 2.>에서 소개한 분석요소로 데이터를 분석했다. 주파수 영역 분석은 5분간 측정된 데이터를 분석하는데 적절하게 쓰이며 감정의 상태 판별을 명확히 판단 할 수 있으므로 본 논문

서는 노인의 감정상태에 따른 평가를 주파수영역에서의 평가로 중점을 두었다. 주파수 영역 분석을 하기 위해 RR간격 신호에 4Hz로 Resampling하고 FFT를 취하여 Power spectrum을 구하였다. 이렇게 구한 Spectrum을 <표 3.>에서 보이는 기준영역으로 저주파(Low Frequency)부분과 고주파(High Frequency)부분으로 나누었다. 저주파/고주파 성분비(LF/HF ratio)는 자율신경계의 활동 변화를 추정 할 수 있는 요소로 이용 할 수 있다.

표 4-1. 노인 A의 LF/HF값과 RMSSD값의 비교
Table 4-1. Compare LF/HF value and RMSSD value for old person A

	pleasant	unpleasant
LF/ HF	0.4712	1.7978
RMSSD(ms)	20.0483	12.8330

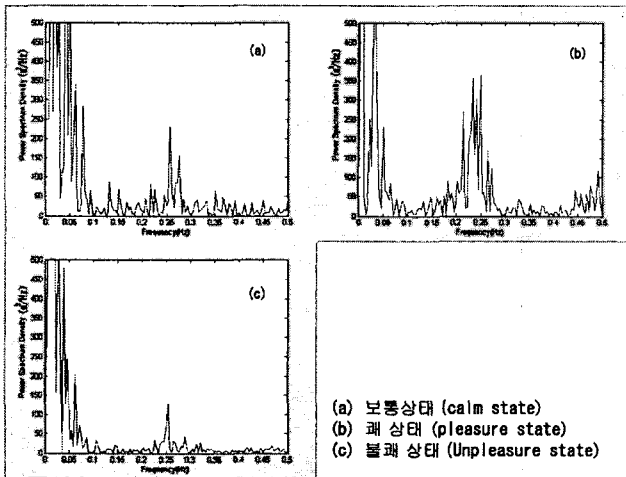


그림 9-1. 주파수 영역에서 본 감정상태에 따른 HRV 신호 변화 (노인 A)
Fig 9-1. Change HRV signal for emotion state at Frequency domain(Old person A)

<그림 9-1.>을 보면 쾌 감정상태와 불쾌 감정상태의 주파수 영역에서 고주파영역(0.15~0.4Hz)의 값이 명확히 나타남을 알 수 있다. 쾌 감정상태일 때는 상대적으로 부교감 신경이 교감신경에 비하여 활발히 나타나며 불쾌 감정상태일 때 부교감 신경의 활성도는 낮아지며 교감신경이 활발히 작용한다. 노인 A는 감정의 변화가 부교감 신경(미주 신경) 활성도에 영향을 주었으며 쾌 감정상태 일 때 저주파/고주파의 비율은 0.4712이고 불쾌 감정상태는 1.7978로 나타났다. 쾌 상태 보다 불쾌 감정상태 일 때 고주파 성분의 감소(미주신경의 활성도 감소)가 분명하게 나타났다. 불쾌 감정상태 일 때 부교감 신경이 불활성화 되어 고주파 성분이 줄어들었고 결국 저주파/고주파 성분비는 증가하였다. 시간영역 분석한 값과 비교했을 때 RMSSD는 고주파 성분의 활성도를 나타내므로 <표 4.>를 보면 저주파/고주파 성분비와 RMSSD의 관계가 반비례함을 알 수 있다. 노인 A는 시각 자극으로 분명한 감정 변화가 이루어 졌다. 주관평가에서도

시각 자극에 대해 분명한 반응을 표시했다. 불쾌 감정 상태 일 때 자율신경계 활동이 줄어들었으며 객관적인 지표와 주관적인 지표가 일치함을 알 수 있다.

표 4-2. 노인 B의 LF/HF값과 RMSSD값의 비교
Table 4-2. Compare LF/HF value and RMSSD value for old person B

	pleasant	unpleasant
LF/ HF	1.1293	1.3488
RMSSD(ms)	22.8509	16.2111

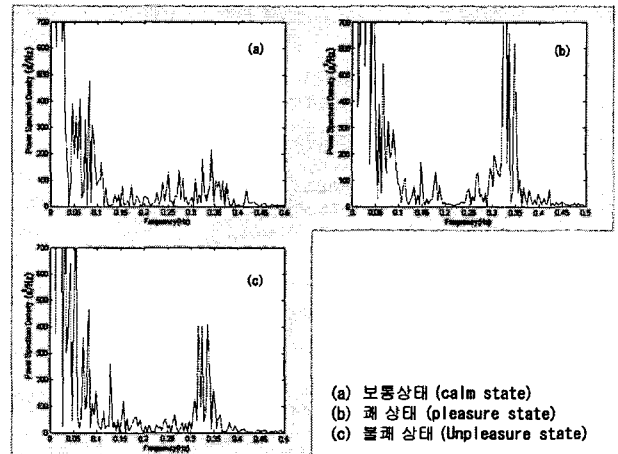


그림 9-2. 주파수 영역에서 본 감정상태에 따른 HRV 신호 변화 (노인 B)
Fig 9-2. Change HRV signal for emotion state at Frequency domain(Old person B)

<그림 9-2.>를 보면 노인B에 대한 주파수 영역 스펙트럼 분석을 보면 노인 A와 마찬가지로 자극에 대한 반응이 보였다. 저주파/고주파 성분비의 차이는 노인 A보다 크지 않지만 변화는 볼 수 있었다. 노인 B는 고혈압(Hypertension)을 지니고 있었으며 시각 자극에 생리학적 반응을 보였으며 자극에 일치하는 주관 평가를 했다. 65세 이상의 노인은 보통 고혈압이나 특정 질병에 의해 약물을 복용하고 있었으며 노인 B도 이에 속한다. 당뇨를 지니고 있는 노인의 경우 자율신경계의 변화를 보기 어려웠으나, 고혈압 증상이 심하지 않은 노인의 경우 시각 자극에 대한 반응을 볼 수 있다. 그러므로 질병의 정도가 심각하여 자율신경계의 반응이 원활하지 못한 실험자의 경우를 제외하고 HRV로 시각 자극에 대해 감정상태에 따른 자율신경계의 변화를 볼 수 있다.

표 4-3. 노인 C의 LF/HF값과 RMSSD값의 비교
Table 4-3. Compare LF/HF value and RMSSD value for old person C

	pleasant	unpleasant
LF/ HF	1.7178	2.4965
RMSSD(ms)	5.4987	4.8242

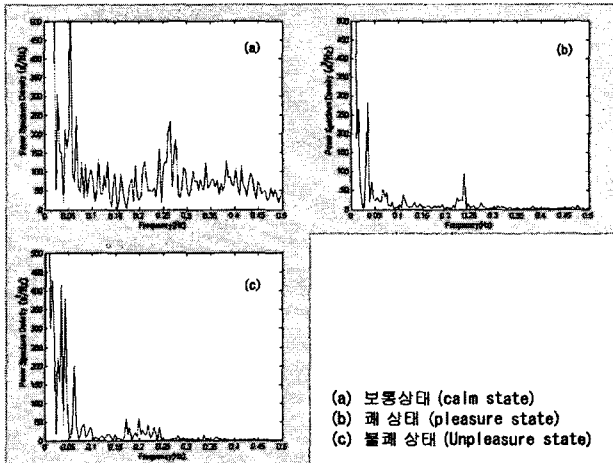


그림 9-3. 주파수 영역에서 본 감정상태에 따른 HRV 신호 변화 (노인 C)

Fig 9-3. Change HRV signal for emotion state at Frequency domain(Old person C)

<그림 9-3.>를 보면 노인 C에 대한 주파수 영역 스펙트럼 분석이다. 불쾌 감정상태일 때 노인 A, 노인 B와 같이 저주파/고주파 성분비가 증가 했다. 노인 C는 사진 자극에 대한 주관평가에서 대조적인 반응을 보인 실험자다. 노인 C는 불쾌 감정상태에서 상당히 흥미롭다고 평가 했으며, 쾌 감정상태에서는 약간의 흥미만을 느낀다고 평가했다. 하지만 노인 C의 심박동의 평균은 쾌 감정상태 일 때 0.7462 ms이고 불쾌 감정상태일 때 0.7378ms의 평균을 나타냈으므로 미약하지만 상대적으로 교감신경이 흥분상태임을 알 수 있고, RMSSD값은 5.4987ms 에서 4.8242ms로 미주신경의 활동이 약해졌음을 알 수 있다. 노인 C로써 주관적인 반응이 다르다 할지라도 자율신경계의 반응은 일치했으며 시각자극으로 인해 노인의 자율신경계에 영향을 미쳤음을 알 수 있다.

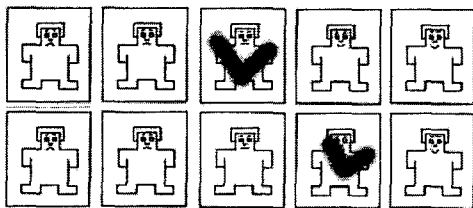


그림 10. 노인 C에 대한 SAM 평가도

Fig 10. The result of old person C estimated by SAM

노인 C는 불쾌한 자극을 받았지만, 주관설문평가에서 긍정적인 반응을 보였다. 저주파/고주파 성분비의 증가는 노인 C가 불쾌한 감정을 느꼈음을 알 수 있다. <그림 10.>을 통해 알 수 있는 것은 IAPS사진이 아무리 많은 사람을 통해 표준적인 감정상태를 분류하는 기준이 된다 해도, 실험에서 감정종류에 따라 사진 보여 주었을 때 개인으로 느끼는 차이를 무시 할 수 없다. 살아온 배경과 문화적 차이 그리고 개인적 성향의 차이가 있기 때문에 모든 실험자가 같은 자극에 같은 반응이 나오지 않는다. 개인마다 자극에 대한 느끼는 감정이 다르고 절대적인 판별 요소가 부재하기 때문에 감정상태를 판단하기에 어려운 점이 있다.

표 5. 주파수 영역에서 감정자극에 의한저주파/고주파 성분비

Table 5. LF/HF ratio for emotion stimulation at Frequency domain

실험자	보통상태 Calm	쾌 상태 Pleasant	불쾌 상태 Unpleasant	성별 Sex
노인 A	2.3845	0.3071	1.4198	남성
노인 B	0.4422	2.189	0.5278	여성
노인 C	1.2402	0.9309	1.1586	남성
노인 D	1.5639	1.8389	2.1354	여성
노인 E	2.6136	1.9658	1.8004	여성
노인 F	1.1085	0.9379	0.9853	여성
노인 G	2.8991	2.6959	2.8883	남성
노인 H	0.7801	0.5086	0.7425	여성
노인 I	7.1747	3.2103	1.2461	여성
노인 J	0.6277	0.1275	0.3494	남성
노인 K	2.5731	1.6442	2.5828	여성
노인 L	1.7231	0.8635	0.9410	남성
노인 M	0.5606	0.1633	0.2399	남성
노인 N	0.6991	3.2528	5.1473	여성
노인 O	0.4422	2.1890	0.5278	여성
...

<표 5.> 를 보면 노인의 감정상태에 따라 저주파/고주파 성분비를 표 형태로 나타내었다. 절대적이지 않지만 대부분 쾌 감정상태에서는 저주파/고주파 성분비가 다른 상태일 때 보다 크기가 큼을 알 수 있다. 이것은 자율신경계의 활동이 커졌다는 의미다. 반면에 불쾌 감정상태일 때는 상대적으로 저주파/고주파의 값이 작음을 알 수 있는데 이것은 불쾌감정 유발 사진에 대한 자극이 불쾌한 감정을 유발했다는 결과로 나타난다.

4. 결론 및 토론

본 논문에서는 노인에게 대해 생체신호(HRV)를 측정하고 측정된 신호를 주파수영역에서 분석함으로써 생체신호와 감정상태의 관계를 분석했다. 시각자극에 의한 HRV신호의 변화는 나타났으며 자극에 대한 반응의 크기도 알 수 있었다. 이번 연구가 이루어지기 전까지 젊고 건강한 사람에 대하여 감정상태에 따른 HRV신호에 대한 연구는 많이 이루어졌으나 노인에게 대한 연구는 미비했다. 시간영역에서 HRV를 수치로(SDNN, RMSSD, NN50, Mean HR, Normalized Entropy)나타내어 분석한 결과 자율신경계의 변화는 미약하게 볼 수 있었다. 하지만 쾌/불쾌 자극에 대한 시간영역 분석 값이 통계적 유의성을 나타내지 못하여 자극에 대한 변화만 보였을 뿐 감정상태를 구분하지 못했다. 주파수영역 분석에서는 저주파/고주파 대역의 성분비로 감정상태의 변화를 판단할 수 있었다. 저주파/고주파 성분비 분석방법이 교감/부교감 신경의 활성정도로 표현 되었으며 이것으로 노인의 감정상태가 쾌/불쾌 한지 판별할 수 있었다. 하지만 젊은 사람에 비해 노인들은 자율신경계의 반응정도가 무디고 질병을 가지고 있는 확률이 더 크며 많은 노인들이 고혈압이나 당뇨 같은 질병을 지니고 있어 HRV데이터로 감정상태를 분석하는데 어려움이 있었다.[21] 그리고 자율신경계는

인지적인 능력을 담당하고 있는 중추신경계의 영향을 받기 때문에 경험이 많은 노인에게 인지적인 신경계의 반응을 무시하고 자율신경계의 반응만 얻어낸다는 것은 한계가 있다. 앞으로 노인의 중추신경계의 활동과 HRV의 상관관계 분석은 앞으로 연구해야 할 과제로 남아있다.

본 논문에서 나타내는 것은 노인의 HRV신호를 분석한 결과 젊은 사람과 마찬가지로 노인에 대해서도 시각자극이 미약하게 감정상태의 변화를 초래했으며 시각자극이 자율신경계의 활동에 영향을 미친다는 것을 볼 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2004년도 과학기술부의 연구비 지원에 의하여 이루어졌음.

(연구번호 : M10427030003-04L2703-00300)

참 고 문 헌

- [1] 김윤일 "고령화 사회의 도래에 따른 한국 실버산업의 발전 방향" 연세대학교 학위논문 December 12 2002
- [2] 민용기 "정보화 시대의 한국 여가산업(leisure industry): 발달배경, 현황 및 대응방안" 한국사회조사연구 August 8 2002
- [3] Richard J. Davison "Anterior cerebral asymmetry and nature of emotion" *Brain and cognition*, vol 20, p 125~151, 1992
- [4] Rollin Mccraty, Mike atkinson, Wiliam A. MA "Emotion and autonomic Nervous system activity in the Minangkabau of West Sumatra" *THE AMERICAN JOURNAL OF CARDIOLOGY VOL 76 NOVEMBER 15 1995*
- [5] Lang P J, Bradley,M.M & Cuthbert, B,N NIMH Center for the Study of Emotion and Attention, "international Affective Picture System (IAPS)" *Technical Manual and Affective Ratings 1995*
- [6] Rollin Mccraty, MA, Mike atkinson, Wiliam A. Tiler, PhD "The Effects of Emotions on Short-term power spectrum analysis of heart rate variability" *VOL.76 No 14 page 1089~1093 November 15 1995*
- [7] Heart Rate Variability Standard of Measurement physiological interpretation, and clinical use Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology (Membership of the Task Force listed in the Appendix), *European Heart Journal 1996 17, 354-381*
- [8] WILLIS J. TOMPKINS "Biomedical Digital Signal processing." *prentice Hall international*
- [9] E Kyrozi, and T Masounis "Comparison of Heart rate variability Parameters calculateed two different Commercial analysis System" *Computers in cardiology, IEEE, 1995*
- [10] 강두희, 생리학(개정 4판) , *신광출판사, 1992*
- [11] J Haaksma, J B, MP van, WA D "The influence of QRS width on the outcome of Heart rate variability" *Computers in Cardiology 1997 vol 24 IEEE*
- [12] S. H. Oh, M. C. Whang, J. J. Im "A Study for the Discrimination of Visual Emotions Using Heart Rate Variability"
- [13] Han Woo Ko, Young Hyeon Yun, Dong Youn Kim "Development of Real-time mental work load measurement system using Heart rate Variability base on Personal Computer" *한국감성과학회지 vol 4, no, 1, page 1-5 August 2001*
- [14] Anna M. Bianchi, Luca Mainardi, Ettore Petrucci, Maria G. Signorini, Mauro Mainardi, and Sergio Cerutti, "Time-variant power spectrum analysis for the detection of transient Episodes in HRV Signal" *IEEE Transations on BIOMEDICAL ENGINEERING, VOL, 40 NO 2, FEBRUARY 1993*
- [15] Glen Rein, PhD, Mike Atkinson, and Rollin McCraty, MA "The Physiological and Psychological Effects of Compassion and Anger" *Journal of Advancement in Medicine Volume 8, Number 2, Summer 1995*
- [16] Margaret M. Bradley et, al "Measuring Emotion : The Self-Assessment Manikin and Semantic Differential" *J. Behavther & Exp. Psychiat Vol 25. No 1, 49-59 1994*
- [17] T.Anishchenko N. Igosheva T. Yakusheva "Normalized entropy applied the analysis of interindividual and gender-related differences in the cardiovascular effect of stress" *Eur J Appl Physiol (2001) 85: 287-298*
- [18] Task Force of the ESC and the NASPE. heart rate variability: Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. *Circulation, 1993, 5: 1043-65*
- [19] Moody GB. ECG-based indices of Physical Activity. In: *Computers in Cardiology 1992. IEEE Computer Society Press, 1992:403-6*
- [20] Wessel N, Agnes Schumann et, al "Entropy Measures in Heart Rate Variability Data" *Lecture notes in computer science 2000, 1933:78-87*
- [21] Edmund Bourke, James R Sowers "The Autonomic Nervous System and Blood Pressure Regulation in the Elderly" *Interdiscipl Top Gerontol. Basel, Karger, 2004, vol 33, pp 45-52*

저 자 소 개



이 충 기 (李 忠 基)

1981년 2월 19일생. 2004년 연세대학교 의용전자공학부 졸업. 현재 연세대학교 의학공학교실 석사과정



김 남 현 (金 南 鉉)

1954년 8월 30일생. 1977년 연세대 전기공학과 졸. 1982년, 1987년 동대학원 전기공학과(석, 박사) 현재 연세대학교 의학공학교실 교수



이 병 채 (李 秉 采)

1987년2월 연세대학교 전기공학과 졸업. 동대학원 석사(1989) 및 박사(1995). 1995년9월~1998년1월 삼성전자, 삼성종합기술원 의료기기연구팀 선임연구원. 1998년 2월~현재 용인송담대학 의료정보시스템과 교수



유 선 국 (兪 善 國)

1959년 1월 8일생. 1981년 연세대 전기공학과 졸. 1983년, 1989년 동대학원 전기공학과(석, 박사), 1990~1995 순천향대 전기공학 전임강사, 조교수, 1998~2000 The University of Iowa Visiting Associate. 현재 연세대학교 의학공학교실 부교수



정 기 삼 (鄭 基 森)

1988년2월 연세대학교 전기공학과 졸업. 동대학원 석사(1990) 및 박사(1997). 1997년 08월~1999년2월 LG-EDS시스템 선임연구원. 현재 용인송담대학 의료정보시스템과 교수