

## 불안증후인자의 데이터 정량분석

김광준, 이윤선, 신정호\*, 윤형로  
연세대학교 보건과학대학 의용전자공학과  
\*연세대학교 원주의과대학 정신과

### Data Analysis of Physiological Response for the Anxiety Disorder

Kwang Joon Kim, Yoon Sun Lee, Jung Ho Shin\*, Hyung Ro Yoon

Biomedical Engineering Dept., Yonsei Univ.

\* Psychiatry, Wonju Medical School, Yonsei Univ.

#### Abstract

In this paper, we quantitatively evaluated the anxiety data from humans in an anxiety state. It has been reported that the electric signals of human can be correlated with their emotional state. We chose heart rate, respiration rate, temperature and skin conductance as the anxiety parameters. For experiment protocol, the subject was given exercising load to induce the anxiety state and the exercise was done using the FITRON Cycle Ergometer. We divided the data into three stages: rest period, exercise period, and recovery period. During evaluation, We counted the heart rate, slope of heart rate, temperature change, and the skin conductance.

#### 제1장 서론

Anxiety란 Freud(1924)에 의해 정의된 것과 같이 "심리적인 불편한 상태"를 나타낸다. 이는 일상적으로 심계항진, 호흡장애, 떨림, 진율, 현기증 등의 증상을 수반하며 이에 대한 치료와 평가는 단지 환자의 호소에 크게 의존하여 왔고 이의 생리적인 반응은 객관화가 거의 이루어지지 않았다. 특히 이와 관련된 현재까지의 생리학적 변수들에 대한 연구는 주로 연구실 내의 제한된 조건과 환경에서 이루어진 것이었다. 그러나 실제로 환자가 생활하면서 발생하는 일상적인 데이터는 실험실내의 데이터와 같지 않으며 특히 anxiety 상태 측정과 같은 심리적인 요인에 의한 질병에서는 더욱 많은 차이가 있다는 것이 증명되어 왔다. (Dimsdale, 1983; Margraf et al., 1986) 또한 Anxiety 상태는 대개 예측하기 힘든 갑작스러운 상황에서 발생하는 것이므로 이를 측정하기 위해서는 대상의 일상적인 생활에서 생리적 변수들을 감시할 수 있는 시스템이 필요하다. 현재까지 Anxiety 상태를 정의하기 위해

서 많은 연구가 이루어져 왔다. 그러나 Anxiety와 생리학적 현상에 관계하는 부분은 거의 실험실내에서만 연구되어 왔다. 그러므로 생리학적 변수들의 측정에 Ambulatory Monitoring Device를 이용함으로써 Anxiety 환자의 생리적 변화를 가장 정확히 평가할 수 있으리라 생각된다. 이를 위하여 anxiety 상태에 관계되는 1)심박수 2)skin conductance 변화 3)피부 표면 온도 변화 4)호흡수 5) Activity의 5가지 생리학적 변수들을 선정하였다. 이상의 변수 선정은 Anxiety 상태시 기초전박혈류 및 기초심박률이 증가하며 심박수와 환자의 호소에 따른 심계항진 사이에 상호 관계가 존재하고 (Knight & Borden, 1979, McLeod et al., 1986) 땀이나 떨림의 증가에 대응하여 Skin conductance와 심박수가 증가함, 또한 피부 표면 온도는 혈류의 변화에 영향(Freedman, 1983)을 받는다는 사실에 근거 하였다. 본 연구에서는 5명의 실험 대상으로부터 위의 네가지 생리학적 변수들을 실시간으로 저장하고 이를 분석함에 의해 anxiety 상태와 각 생리적 변수 사이의 관계를 규명하였다.

#### 제2장 생리적 변수들의 측정

Anxiety Monitoring System은 각 생리적 변수를 측정하기 위한 아날로그회로 및 데이터 로거, 12시간 동안의 측정데이터를 저장하기 위한 대용량의 데이터 메모리, 시스템 제어를 위한 CPU 부분으로 구성된다.

본시스템의 CPU는 Umezawa Musen(梅澤無線電氣)의 Card size 컴퓨터(UEC-Z07)를 이용하여 설계하였다. UEC-Z07의 구성을 보면 CPU는 Z80, 32Kbyte EPROM, 32Kbyte RAM, CTC, SIO, PIO로 이루어졌으며 크기는 85x55x12(mm), 평균전류소모 50mA, 내부 NiCd 배터리에 의한 데이터 backup이 가능하도록 구성되어 있다. 이러한 시스템에 다섯가지 생리적 변수의 저장을 위하여 256 Kbyte의 외부 static RAM(KM681000LP-10 x 2)을 추가하였으며 이의 구성은 그림 1과 같다.

이때 측정되어진 생리적 데이터들이 데이터 메모리에 완전히 저장된후 off line 에 의해 SIO 를 통하여 9600 baud 의 속도로 IBM-AT 로 전달하게 되며 이는 Off-line 모드에서 각변수와 Anxiety 상태의 상관관계를 구할 수 있도록 하였다.

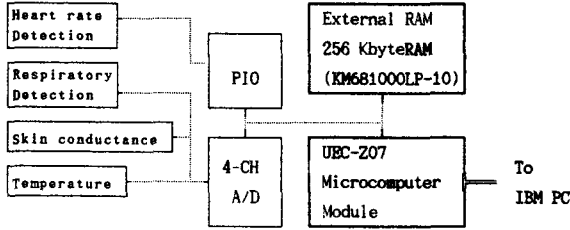


그림 1 전체 구성도

### 3. 실험 및 데이터 수집

#### 3-1 실험 조건

Anxiety 상태의 simulation 을 위하여 Cybex Cycling 으 로 90 RPM, 1500Kgm/min 과 1800Kgm/min 의 부하조건에서 단계적으로 2분간의 운동부하를 가하였다. 데이터 분석에 사용한 대상은 5명으로서 모두 남자이며 평균연령은 30.6세(± 6.01) 체중 68.4Kg(±2.65) 신장 172.8cm(±5.11) 이며 이들의 운동부하는 평균 2640Kgm(±120) 이었고 이 운동량에 의한 에너지 소모량 추정 평균은 30.4Cal(±1.2) 이었다. 운동부하를 가하기 전의 준비상태를 2분, 운동부하후 회복상태를 5분으로 하여 전체 9분간의 생리적 변수 데이터를 수집하였으며 샘플링율은 심박수의 경우 100/sec 였고, 호흡, 온도, skin conductance 들은 10/sec 였다. 이 수집된 데이터 들은 휴식상태, 운동상태, 회복상태의 3가지 상태로 구분하여 정량적인 분석을 하였다.

#### 3-2 전극

QRS 검출용 전극, 호흡검출 전극, Skin conductance 검출 전극, 온도검출 전극의 네가지 전극을 사용하였다. QRS 와 호흡 검출을 위한 전극의 위치는 6 번째 늑간에 두개의 transthoracic 전극상과 표준전극으로 설치하였고, Skin conductance 는 왼쪽 엄지와 집게 손가락에 form-backed aluminum 형의 Ag/AgCl 전극을 묶어서 측정하였다. 체표면 온도는 PM-382 thermister 를 사용하였으며 이는 직경 1mm 의 원형으로 작은 질량으로 인해 빠른 응답 특성을 갖는다. 특히 QRS 와 호흡량 검출및 온도 검출 전극은 운동시 artifact 와 주위 온도 변화의 영향을 가장 적게 받는 위치를 택하도록 심전도 좌측 전극의 paste 속에 삽입하여 측정하였다.

#### 3-3 데이터 수집 및 전처리

호흡정보와 skin conductance 의 잡음을 제거하기 위하여 preprocessing을 행하였다. 네가지 정보중 심박수는 RR interval 정보로서 artifact 를 제거하기 위해 16 데이터 평균값을 구하여 분당 심박수로 환산하였으므로 전처리 과정을 필요로 하지 않는다. 그러나 호흡검출은 흉곽 임피던스를 측정하는 것이므로 급격한 활동시 흉곽 임피던스의 변화, 또는 전극과 피부의 정전 캐패시턴스 변화로 인하여 잡음의 영향을 많이 받을 수 있다. 그러므로 디지털 필터를 통하여 base line 이동을 제거하며 moving average 를 이용하여 과도적인 고주파 잡음을 제거하도록 하였다. 이때 차단 주파수는 0.5 Hz, center-band transmission 0.3 으로서 디지털 고역 필터는 아래와 같다.

$$y(n) = C1*y(n-1)+C2*y(n-2)+X(n)+C3*X(n-1)+C4*X(n-2)$$

여기에서 C1 = 1.372

C2 = -0.4706

C3 = -1.99372

C4 = 0.99373 이다.

또한 저역 필터는 다음과 같다.

$$y(n) = \{y(n-2) + y(n-1) + y(n) + y(n+1) + y(n+2)\} / 5$$

skin conductance도 이와 같은 과정으로 전처리를 거쳤다.

측정된 QRS 데이터와 호흡 데이터, skin conductance 데이터에 잡음성분 제거 필터를 거친후의 파형은 그림(2)와 같다.

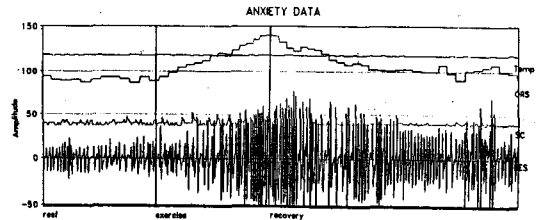


그림 2 호흡 데이터와 skin conductance 데이터에 잡음 제거 필터를 거친후의 파형

호흡량에 관한 파형은 호흡에 따른 임피던스 변화로서 이것이 호흡량을 바로 나타내지는 못한다. 따라서 이를 전파 정류시키고 저역 필터를 거친후 상대적인 호흡량의 변화를 구했다. 그림3은 이를 표시한 그래프이다.

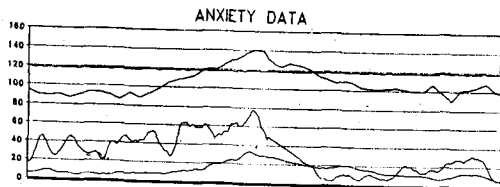


그림 3 호흡 데이터와 SC데이터를 겹쳐 시킨후의 파형

3-4 분석 결과

본 연구는 불안 증후 상태를 전기적 데이터 분석으로 자동 인식시키려는 목적의 일환으로 데이터의 추세 분석에 목표를 두고 있다. 따라서 정량적인 추세파악으로 그 범위를 제한하였다. 체온의 변화는 분석 불가능정도로 만족치 않았다. 그 이유는 1) 전극의 외부단열을 고려 안함. 2) 통상적인 온도 측정부위를 사용치 않은점 3) 온도 측정상태가 휴식시 운동시 회복시등으로 불규칙하다는점등을 들수 있으며 온도 센서의 응답특성이 너무 빠른 것도 지적이 되었다. 또한 skin conductance의 결과도 만족치 않았다. 이 측정을 위한 예비 실험에서는 신체에 자극을 직접 주어 결과를 파악했었는데 실제 운동부하시에 이를 측정하러니 예비실험의 결과와 같이 양호하게 나오지 않았다. 그 이유로 운동자체가 스트레스의 일종으로 작용한다는 점과 스트레스의 양이 미미하다는점 움직임때의 motion artifact도 지적되었다. 그러나 심박율과 호흡량의 변화추이는 분석 가능하였다. 이를 위하여 파형(그림 3)을 piecewise modeling 하여 그 변화율을 측정하였다. 이의 예가 그림4에 나와있다.

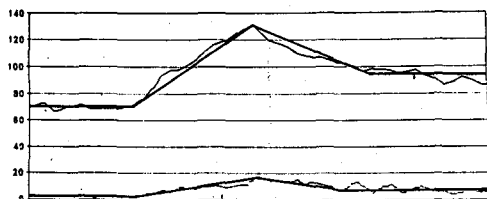


그림 4 심박율과 호흡량의 Piecwise modeling

심박수는 휴식시 75.1 bpm(+/- 10.33) 이었다. 운동시의 심박수의 증가를 평균은 0.4580 bpm/sec (+/- 0.0849) 이었고 최대 심박율은 134.6 bpm (+/- 10.42) 이었다. 운동부하가 제거된 시간과 최대심박율이 나타났을때의 시간의 간격은(심박지연) 11.9 sec (+/- 8.22)이고 회복기의 상태에서 심박율의 감소율은 0.3522 bpm/sec (+/- 0.1295)이며 휴식시의 안정화된 심박율은 90.6 bpm (+/- 7.16), 휴식시의 안정화된 심박율과 회복기에 안정된 심박율의 차이는 17.6 bpm (+/- 5.77) 였다.

그림 4 에 의하여 얻어진 결과로 표(1)을 얻었다.

표. 1. 각 피실험자별 운동부하에 따른 심박수, 호흡량 변화표

Parameter	SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	평균	표준편차	
휴식기	심박수	79.7	89.8	58.5	70.8	76.7	75.1	10.33
	호흡량	9.7	7.0	7.1	1.8	7.7	6.7	2.60
운동시	심박수	0.352	0.421	0.471	0.437	0.609	0.4580	0.0849
	호흡량	0.0025	0.0047	0.0034	0.0067	0.0025	0.0040	0.0015
최대값	심박수	126.0	140.4	124.0	130.5	152.1	134.6	10.42
	호흡량	28.8	30.5	35.0	16.0	30.5	28.6	6.42
운동후	심박수	13.8	0.0	24.0	6.1	15.5	11.9	8.22
	호흡량	12.0	0.0	25.0	8.0	33.0	15.6	11.88
회복시	심박수	0.525	0.327	0.235	0.197	0.477	0.3522	0.1295
	호흡량	0.0012	0.0020	0.0017	0.0012	0.0026	0.0017	0.0005
회복기	심박수	80.9	101.2	84.7	92.4	94.0	90.6	7.16
	호흡량	17.0	11.5	12.0	6.7	28.8	15.2	7.54
휴식기, 회복기의 차이	심박수	11.4	11.4	26.2	21.6	17.3	17.6	5.77
	호흡량	7.4	4.4	4.9	4.9	12.0	6.7	2.84
심박, 호흡량변화의 운동후 지연시간 차 심박지연-호흡량지연		1.8	0.0	-1.0	-1.9	-17.5	-3.7	6.99

호흡량의 경우는 절대치를 구하지는 않았으며 단지 상대적인 값만을 가지고 추이를 관찰하였다. 이 값들은 실제 호흡량과 변환가능한 값이다. 휴식시의 호흡량은 6.7 (+/- 2.60) 이었으며 호흡량의 운동시 증가를 평균은 0.0040 /sec (+/- 0.0015) 이었고 최대 호흡량은 28.6 (+/- 6.42) 이었다. 따라서 운동부하가 주어진후 2.06배의 호흡량이 증가되었음을 알 수 있다. 운동부하가 제거된 시간과 최대호흡량이 나타났을때의 시간의 간격은 (호흡량 지연) 15.6 sec (+/- 11.88)이고 회복기의 상태에서 호흡량의 감소율은 0.0017 /sec (+/- 0.0005)이며 휴식시의 안정화된 호흡량은 15.2 (+/- 7.54), 휴식시의 안정화된 호흡량과 회복기에 안정된 호흡량의 차이는 6.7 (+/- 2.84) 였다. 운동후 지연시간의 차이를 비교하여

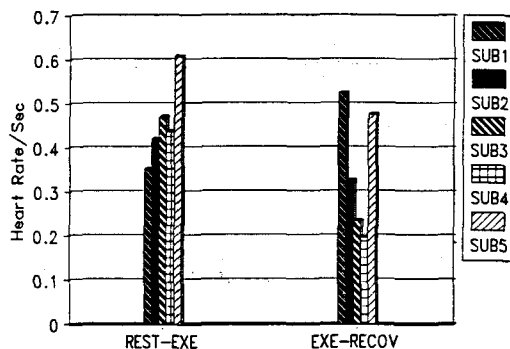


그림 5 각 피실험자별 운동과 회복시 심박율의 변화율

보면 심박지연 보다 호흡량지연이 3.7 sec (+/- 6.99) 늦음을 알 수 있다. 그러므로 심박율의 변화가 호흡량의 그것에 비하면 응답이 빠름을 알 수 있다. 심박율과 호흡량의 증가율과 감소율에 관한 값을 각각 그림5와 그림6에 나타내었다. 그림5는 심박수에 관한 것으로서 감소율이 증가율보다 적음을 나타낸다.

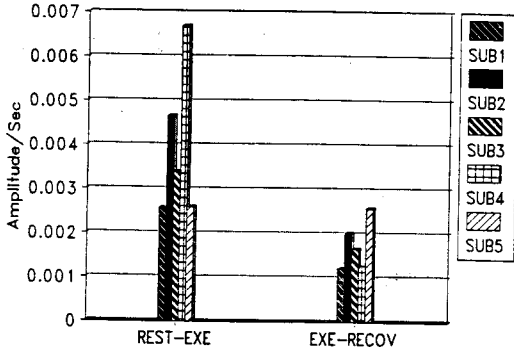


그림 6 각 피실험자별 운동과 회복시 호흡량의 변화율

그림6은 호흡량에 관한 것으로서 감소율이 증가율보다 적음을 나타낸다. 이 두가지 그림 모두 큰증가율과 완만한 감소율을 나타내고 있다.

이와 같이 정량 분석된 데이터를 이용하여 얻어낸 값으로 심박율과 호흡량의 변화 추세 모델을 만들 수 있었다. 그림7은 이를 보여준다.

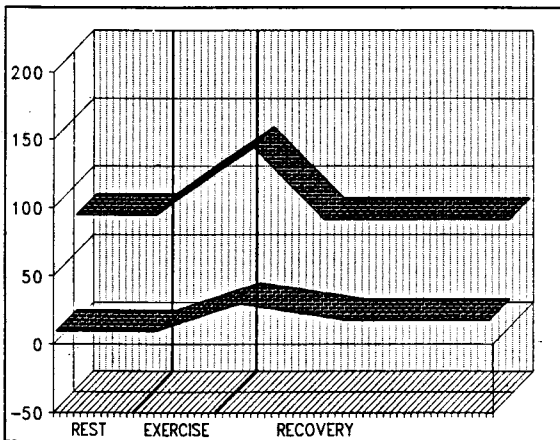


그림 7 심박율과 호흡량의 변화 추세 모델

그림에 의하면 운동부하시 심박수는 호흡량의 그것에 비하여 빠른 증가율을 보였으며 감소율도 이와 마찬가지로였다. 따라서 심박수는 호흡량의 그것보다 응답이 빠르다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 Anxiety 상태와 관련이 있는 네가지 생리학적 변수들을 측정하기 위한 하드웨어를 구성하고 이를 분석하였다. 그 결과 네가지 변수들은 실험대상의 상태변화와 같이 감소하거나 증가함을 알 수 있었다. 실험에서는 운동시 변수들의 변화만을 측정하였는데, Anxiety 상태에서도 같은 생리학적 변화들이 일어나므로 운동에 따른 생리변수를 측정함으로써의 정량화를 시도하였다.

그러나 체온과 skin conductance 는 휴식, 운동, 회복상태의 정량화의 어려움이 있었고 호흡과 심박수에서는 뚜렷한 변화 추이를 관찰할 수 있었다. 이에 따른 hardware 의 개선을 통하여 anxiety에 따른 각변수에 대한 변화 추이를 분석함이 필요하다.

#### 참고 문헌

- 1) Detre, T.P., Kupfer, D.J. and Taub, S., "Nosology of aggressive behavior" in the Neurobiology of violence : Proceedings of the Houston Neurological symposium, Fields, W.S. and Sweet, W.H., Springfield, 1974.
- 2) Dimsdale, J., "Wet holter monitoring: Techniques for studying plasma responses to stress in ambulatory subjects," in Biobehavioral bases of coronary heart disease, Dembroski, T., Schmidt, T. and Blumchen, G. (Eds.), Basel: Karger Publishers, 1983.
- 3) Freedman, R.R. and Ianni, P., "Self-control of digital temperature : Physiological factors and transfer effects," *Psychophysiology*, 20, 1983
- 4) Goldstein, I.B., "The relationship of muscle tension and autonomic activity to psychiatric disorders," in *Psychosom. Med.*, 27, 1965.
- 5) John Webstor, "Ambulatory Monitoring" in Encyclopedia of Medical Device and Instrumentation Vol.1, A Wiley-Interscience Publication, pp. 20-28, 1988.
- 6) L.A. Geddes. and L.E. Baker, "The electrodermal Phenomena" in Principles of Applied Biomedical Instrumentation, A Wiley-Interscience Publication, pp. 489-509, 1975
- 7) Lowry, R., "Active circuits for direct measurement of skin resistance and conductance", *Psychophysiology*, 14, pp. 329-331, 1977.