

전자기장에 민감한 사람과 일반인의 언어자극이 피부저항에 미치는 영향

지효철, 심영우*, 노형욱, 김덕원**

연세대학교 생체공학협동과정, * : 연세대학교 의과대학 의과학과, **: 연세대학교 의과대학 의학공학교실

Effect of speech on GSR for electromagnetic hypersensitivity and control groups

Hyo Chul Ji, Young Woo Shim*, Hyung Wook Noh, Deok Won Kim**

Graduate Program in Biomedical Engineering, Yonsei University,

* : Dept. of Medical Science, College of Medicine, Yonsei University,

** : Dept. of Medical Engineering, College of Medicine, Yonsei University

Abstract - 교감 신경계의 활성정도를 판별할 수 있는 지표로 피부저항 (Galvanic skin resistance: GSR)이 있다. 교감신경이 흥분하면 땀이 분비되어 손가락의 피부저항이 감소하게 된다[1]. 전자기장에 민감한 사람 (electromagnetic hypersensitivity: EHS)에게 전자기장을 노출시키면 전자기장을 잘 느끼지 못하는 일반인에 비해 교감신경이 많이 흥분하여 땀을 더 많이 분비할 것이라 생각하여 손가락 피부저항의 변화를 측정하여 전자기장에 민감한 사람과 일반인의 교감신경 활성정도의 차이를 알아보고자 하였다. 그러나 전자기장에 민감하지 민감하지 않은지를 판별하기 위한 인지 및 증상에 관한 설문에 의해서도 피부저항의 변화가 생길 수 있다. 따라서 본 연구에서 전자파에 민감한 사람과 일반인간의 언어자극에 의한 피부저항의 변화를 알아보고 전자기장 노출 실험에서 인지 설문 간에 전자기장 노출여부에 의한 피부저항의 변화에 영향을 주는지 주지 않는지를 알아보고자 한다. 피부저항 측정 결과 EHS와 일반인군 모두에게서 언어자극(인지 및 자각증상에 관한 설문)에 의해 피부저항이 감소되는 경향을 보였다.

1. 서 론

인체의 생체신호의 종류는 무수히 많다. 심전도, 뇌전도, 근전도등 인체 내부의 전기적인 신호들을 측정하여 인체의 상태 정도를 판별한다. 인체내 자율신경계는 교감신경과 부교감신경으로 이루어져있는데, 피부에서의 땀분비량의 변화 정도로 교감신경의 흥분 정도를 판단할 수 있다. EDA는 피부의 전도도(conductance)를 측정하고, GSR은 피부의 저항(resistance)를 측정하여 교감 신경계의 활성정도를 판별한다. Electrodermal activity (EDA)는 교감신경 활동의 결과로 나타나는 Galvanic skin resistance(GSR)의 위상 변화를 포함하여 피부의 전기적 전도도의 변화를 측정하는데 있어 선호되는 방법이다[2]. 또한 Electrodermal response라고도 불려지는 GSR, psycho-galvanic reflex (PGR), 또는 skin conductance response (SCR)는 피부의 전기 저항 측정의 방법이다[3].

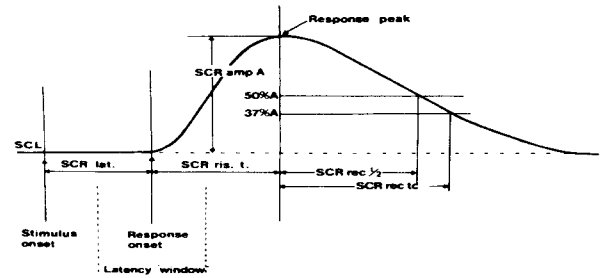
본 연구에서 전자파에 민감한 사람(electromagnetic hypersensitivity : EHS)와 일반인간의 언어자극에 의한 피부저항의 변화를 알아보려 한다. 이를 통해 전자기장에 민감한 사람과 일반인 간에 언어자극으로 인한 피부저항의 변화의 차이가 있는지, 또한 이 변화가 전자기장 인지 실험에서 유의한 영향을 주는지 알아보고자 한다.

2. 본 론

2.1 Galvanic Skin Resistance

교감신경의 흥분을 판단하기 위하여 손가락의 피부저항의 변화를 측정하였다. 교감신경이 흥분되면 땀이 분비되어 손가락 피부저항이 감소하게 된다[1]. 피부저항 변화는 크게 Skin resistance level (SRL)과 Skin resistance response (SRR) 두 가지로 분류 된다. SRL은 변화하는 피부저항의 평균값으로 표현되고, SRR은 외부 자극으로 인한 피부저항 변화곡선의 위상을 분석하는 것이다. 외부 자극에 의한 피부저항 변화는 일반적으로 1.3-2.5초의 잠복기 이후에 발생한다. 이때 자극에 의한 잠복기와 크기의 변화를 분석한다. 피부저항은 일반적으로 교감신경계의 조절을 받는 땀샘(eccrine sweat gland)이 가장 많이 분포하는 손바닥 또는 발바닥에서 측정한다. 땀샘은 호흡, 온도, 습도, 나이, 성별, 측정시간, 그리고 각성 및 감정 상태에 영향을 받는다[4].

2006년 남기창 등의 연구 결과 청소년 군에서 CDMA 휴대폰 전자파 실제노출에서 가상노출에 비하여 피부저항이 유의하게 감소하여 휴대폰 사용이 인체의 교감신경에 영향을 미칠 수 있음을 발견하였다[5]. 따라서 본 연구에서도 손가락의 피부저항(GSR)을 측정하여 교감신경의 흥분을 확인하고자 하였다.



<그림 1> 피부 전도도(Skin conductance response: SCR) 그래프[6]

2.2 실험대상 및 절차

20~30대 건강한 성인 남녀 13명을 대상으로 피부저항을 측정하였다. 실험 전 충분히 안정을 취하여 GSR 신호가 안정되었을 때로부터 3분후 1분간 전자기장 과민 반응 및 증상 등에 관한 설문을 하였다. 전자기장인지 여부는 예/아니오, 전자기장 과민 증상인 흥조, 가려움, 육신거림, 뜨거운 느낌 등의 증상은 4점 스케일로 대답하였다.

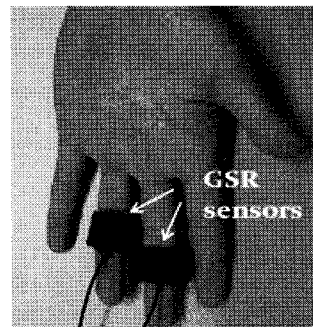
<표 1> 실험대상

Group(n)	남/녀	나이	표준편차
EHS(4)	2/2	27.25	4.03
Control(9)	8/1	27.67	1.50

1분간의 언어자극(인지 및 자각증상에 관한 설문)후에 언어자극 전의 상태로 피부저항이 증가할 때까지를 관찰하였다. 측정된 피부 전도도 및 저항 신호를 분석하기 위하여 BIOPAC Acknowledgement 3.8.1을 사용하였으며, Mann-Whitney U-test와 Wilcoxon signed-rank test(SPSS 12.0, USA)를 사용하여 통계분석 하였다.

2.3 GSR 측정

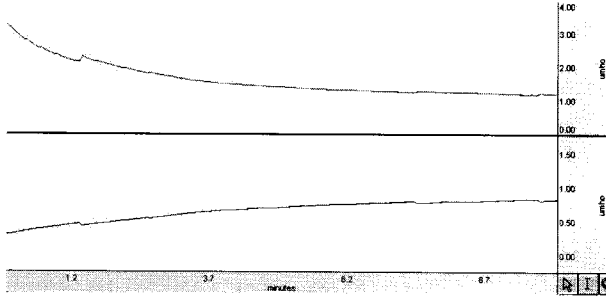
손가락의 피부저항의 변화를 측정하기 위해서 왼손 중지와 약지에 피부저항 센서(BIOPAC, TSD203)를 부착하여 피부저항의 변화를 측정하였다[7]. 이때 측정 장비인 BIOPAC GSR100C는 피부의 저항이 아닌 피부 전도도를 측정하기 때문에 피부저항을 구하기 위해 측정된 피부전도도의 역수를 취하여 피부저항을 계산하였다.



<그림 2> 피부저항 센서 부착 모습

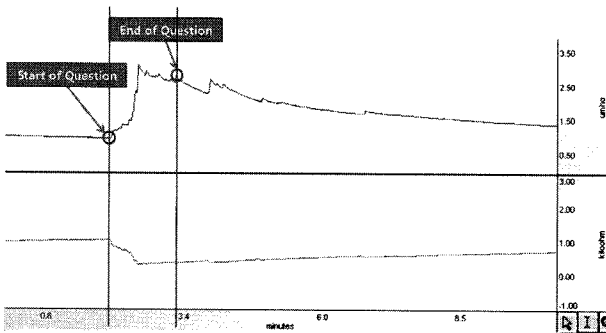
3. 결 과

자각증상 및 전자파 인지에 대한 질문이 있을 때와 없을 때 피부 저항의 변화는 차이를 보인다. 그림 3은 총 10분간의 피부전도도 및 피부저항 그래프이다. 10분간 충분한 안정을 취하면 피부전도도와 피부저항은 점차 안정적인 변화양상을 보여 땀 분비로 인한 교감신경의 변화를 관찰할 수 있다.



〈그림 3〉 Resting 중 피부 저항 및 피부 전도도 곡선 (피부저항은 피부전도도의 역수)

하지만 자각증상 조사를 위한 설문 대화시 대화를 시작하는 시간에 동기 되어 피부저항이 급격하게 감소하고 천천히 증가하였다. 이는 대화가 외부자극으로 작용하여 순간적으로 분비된 땀이 증발하는 과정으로 생각되어진다. [그림 4]



〈그림 4〉 피부 저항 및 피부 전도도 측정 장면

그림 4에서 언어자극 이후에도 피부전도도가 증가함을 볼 수 있는데, 나시가와와 논문에서도 볼 수 있듯이 한번 교감신경이 흥분하게 되면 언어자극이 끝난 이후에도 자발적인 반응이 생김을 알 수 있다[8].

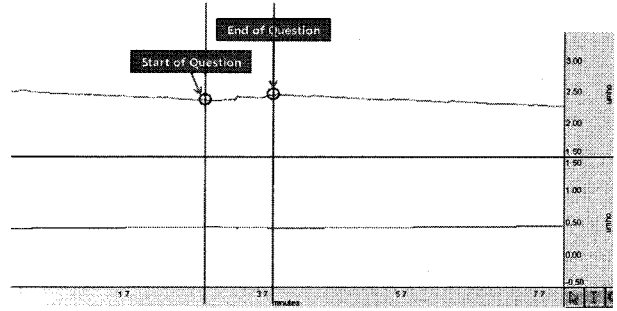
EHS군과 일반인의 언어자극에 의한 교감신경 활성화도 변화의 차이를 알기 위해 측정된 피부 저항 신호에서 언어자극 전과 자극 중 1분간 평균 피부저항의 크기를 비교 분석하였다.[표 2] 또한 피부전도도 신호에서 언어자극 전과 자극 중 1분간 평균 피부전도도의 크기를 비교 분석하였다.[표 3]

〈표 2〉 언어자극 전과 자극 중 1분간 평균 피부저항 크기(kΩ)

Group	언어자극 전 1분간 평균(kΩ)	언어자극 중 1분간 평균(kΩ)	p-value
EHS(n=4)	0.678±0.397	0.587±0.416	0.144
Control(n=9)	0.752±0.276	0.682±0.253	0.110
p-value	0.440	0.280	

〈표 3〉 언어자극 전과 자극 중 1분간 평균 피부전도도 크기(μU)

Group	언어자극 전 1분간 평균(μU)	언어자극 중 1분간 평균(μU)	p-value
EHS(n=4)	1.912±1.050	2.253±1.002	0.465
Control(n=9)	1.519±0.613	1.708±0.693	0.139
p-value	0.440	0.280	



〈그림 5〉 피부 저항 및 피부전도도 측정 장면2

총 13명의 성인 남녀를 대상으로 한 실험에서 그림 5의 경우와 같이 언어자극을 준 이후에도 피부저항이 큰 변화를 보이지 않는 경우가 있는데, 이는 피부가 건조하고 손에 땀이 잘 나지 않거나 거의 나지 않는 자원자의 경우 땀의 분비가 적어서 피부저항의 크기가 거의 변화하지 않은 것으로 생각되어진다.

4. 결 론

10분간 resting 한 후 피부 저항 곡선이 안정 되었을 때 1분간의 언어자극으로 유발된 피부저항의 감소 및 피부전도도의 증가는 전자장 과민반응군(EHS)와 일반인간의 유의한 차이는 없었다. 또한 EHS와 일반인간의 언어자극 전과 언어자극 중 피부저항 및 피부전도도의 1분 평균값은 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 이는 전자장 과민반응군과 일반인군에서 언어자극에 대한 반응 정도의 차이가 없음을 알 수 있고, 언어자극 전과 언어자극 중의 피부저항 및 피부전도도의 크기의 차이는 보이나 자원자 수가 각각 4명, 9명으로 작아서 통계적으로 유의한 결과가 나오지 않았다고 볼 수 있다.

언어자극 이후 피부전도도의 크기는 증가하였고, 피부저항의 크기는 감소하였다. 따라서 실험대상이 증가하여 실험 데이터가 정규분포를 따르게 되면 통계적으로 다른 분석법을 사용해야 하며 이에 따라 결과의 유의성이 달라질 수 있다.

본 연구는 2008년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. R01-2007-000-20819-0).

〔참 고 문 헌〕

- [1] Gutrecht J. A., 1994. Sympathetic skin response. Journal of clinical neurophysiology : official publication of the American Electroencephalographic Society 11(5):519-24
- [2] Hugo D. Critchley, "Electrodermal responses: what happens in the brain", neuroscientist, vol. 8, no. 2, pp. 132-142, 2002
- [3] Wikipedia, (http://en.wikipedia.org/wiki/Galvanic_skin_response)
- [4] Akay M, "Wiley Encyclopedia of Biomedical Engineering", Dorda J. R., Gonzalez J. R., Gonzalez F. M., Frutos A. G. (eds.). Hoboken, New jersey: John Wiley & Sons, 2006
- [5] Nam K. C., Kim S. W., Kim S. C., Kim D. W., "Effects of R F exposure of teenagers and adults by CDMA cellular phones", Bioelectromagnetics, vol. 27, no. 7, pp. 509-14, 2006
- [6] Christie M. J., Little B. C., and Gordon A. M., "In: Handbook of biological psychiatry", vol. 1, part II. Ed. H M van praag et al. Marcel Decker, New York, pp. 145-182
- [7] Maria S. Kopp, "Electrodermal characteristics in psychosomatic patient groups", International Journal of Psychophysiology, vol. 2, pp.73-85, 1984
- [8] Nishigawa G., Natsuaki N., Maruo Y., Okamoto M., and Morigi S., "Galvanic skin response of oral cancer patients during speech", journal of oral rehabilitation, vol. 30, pp. 522-525, 2003