

3D TV 시청으로 유발되는 시각피로가 자율신경계에 미치는 영향

Autonomic nervous system response affected by 3D visual fatigue evoked during watching 3D TV

박상인¹, 황민철², 김종화³, 문성철¹, 안상민¹

상명대학교 감성공학과¹, 상명대학교 디지털미디어학부², 상명대학교 컴퓨터학과³

Key words: Autonomic Nervous System, 3D Visual Fatigue

1. 서론

최근 3D 영상 처리와 3D 디스플레이 기술의 발전으로 3 차원 영상 시장의 빠른 발전을 이루어 왔으며, 차세대 방송 기술로 각광 받고 있다. 특히 최근에 저변이 확대된 3D TV 를 통해 쉽게 3D 콘텐츠를 접할 수 있게 되었다. 그러나 3D TV 시청에 따른 광과민성 발작, 영상멀미, 시각피로의 문제가 대두되고 있으며 이는 3D 산업 발전을 위해 반드시 선결 되어야 할 문제다.(Hoffman et al., 2008) 3D TV 시청에 따른 광과민성발작, 영상멀미, 시각 피로 문제를 해결하기 위해 많은 연구들이 진행되고 있다. 그러나 3D TV 시청이 자율신경계 반응에 미치는 영향에 대한 연구는 이루어지지 않고 있는 실정이다. 자율신경계는 외부 환경의 변화에 대하여 교감신경계를 통해 외부의 변화에 따른 신체 항상성을 유지하기 위한 작용을 하고 부교감 신경계를 통해 신체의 휴식기에 에너지를 저장하고 유지하는 작용을 한다. 최근에는 내장으로부터 오는 구심섬유와 편도, 변연계 그리고 시상하부와 중뇌를 포함한 뇌간의 자율신경 조절회로를 자율신경계의 주요한 구성성분으로 포함하고 있다.(이태경, 2007) 이처럼 자율신경계는 뇌의 중추와 밀접한 관련이 있으며, 3D TV 시청으로 인한 시각 자극 및 이를 통해 유발되는 시각 피로가 뇌의 정보처리 프로세스에 미치는 영향에 따라 자율신경계에 미치는 영향에 대한 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 3D TV 시청이 자율신경계 반응에 미치는 영향을 확인 하고자 한다.

2. 연구방법

2.1. 피실험자

본 연구에 참여한 피실험자는 대학교 및 대학원 재학생 10 명을 대상으로 하였다(남 6, 여 4; 평균

나이 22 ± 2.05). 실험에 참여하는 피험자는 자율신경계와 시각 기능에 이상이 없는 피험자를 대상으로 하였다.

2.2. 실험

피험자는 편안한 의자에 앉아 3D TV 를 1 시간 동안 시청하고 시청 전과 후에 생리신호(PPG, GSR, SKT)를 측정 하였다. 3D 시각피로를 최대한 유발하기 위해 시청거리를 100cm 로 하였으며, 조명을 어둡게 하여 제시되는 3D stereoscopic image 자극에 최대한 집중 할 수 있도록 하였다. 실험에 사용된 3D 콘텐츠는 입체감이 뛰어난 것으로 알려진 Tangled (The Walt Disney Company, 2010)를 사용하였으며, 40inch LED 3D TV(UN40D6400, Samsung)를 통해 제시 하였다. 실험 순서는 그림 1 과 같다.

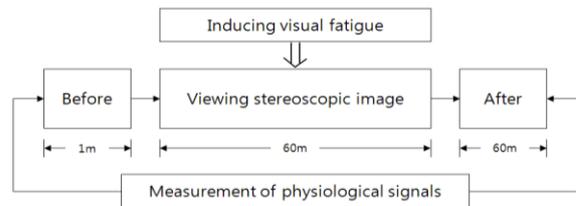


그림 1. 실험 순서

2.3. 신호처리 및 분석 방법

측정된 PPG, GSR, SKT 신호는 sliding window 기법 수식(1)을 통해 400 의 window size(n)과 0.25 초의 시간간격(s)로 처리하여 신호의 잡음을 최소화 하였다.

PPG 신호는 FFT(Fast Fourier Transform) 분석을 통해 주파수 대역의 신호를 추출하였고 maximum power 에 해당하는 frequency 값을 PPG frequency 로 추출하였다. 또한, PPG 신호에서 max amplitude 값에서 min amplitude 값의 차이를 통해

PPG amplitude 값을 추출하였다. GSR 과 SKT 는 window size 구간에 해당하는 신호의 평균을 통해 GSR mean 과 SKT mean 값을 추출하였다.

$$f(s) = \frac{\sum_i^s x_i}{n} \quad (i = s - n \times i) \quad (1)$$

검출된 자율신경계 지표인 PPG frequency, PPG amplitude, GSR mean, SKT mean 은 3D TV 시청으로 유발된 3D 시각피로에 따른 차이를 확인하기 위해 시청 전 대비 시청후의 변화량을 사용하여 분석하였다. 분석 결과는 SPSS 17.0K (SPSS, an IBM Company, USA)를 사용하여 통계분석 하였다. 실험을 통해 수집된 데이터가 정규분포를 따르는지 여부를 확인하기 위해 shapiro-wilk 검정을 실시 하였다. 모두 정규성 가정이 충족되지 않았다(p>.05). 따라서 wilcoxon single rank test 를 실시 하였다.

3. 결과

실험 결과 PPG frequency 는 시청 전에 비해 시청 후에 증가 하였고(p=.005, p<.05) PPG amplitude 는 시청 전에 비해 시청 후에 감소하였다(p=.005, p<.05). GSR mean 은 시청 전에 비해 시청 후에 증가 하였고(p=.005, p<.05) SKT mean 은 시청 전에 비해 시청 후에 감소하였다(p=.005, p<.05). 실험 결과는 그림 2 와 같다.

4. 결론

본 연구에서는 3D TV 시청이 자율신경계 반응에 미치는 영향을 확인하기 위해 맥파, 피부전도반응, 피부온도를 분석하였다. 이를 위해 남녀 대학생 피험자 10 명을 대상으로 1 시간 동안 3D TV 를 시청하게 하고 시청 전과 후에 1 분간 생체신호(PPG, GSR, SKT)를 측정하였다. 측정된 신호는 신호처리 과정을 거쳐 PPG frequency, PPG amplitude, GSR mean, SKT mean 을 추출하여 종속 변수로 활용 하였다.

PPG frequency 는 심박동수를 나타내는 지표로 심정 전에 비해 시청 후에 증가 하였고 PPG amplitude 는 혈액 내 산소포화도를 나타내는 지표로 시청 전에 비해 시청 후에 감소 하였다. 또한 GSR mean 은 피부전도반응을 나타내는 지표로 시청 전에 비해 시청 후에 증가 하였고 SKT mean 은 피부온도를

나타내는 지표로 시청 전에 비해 시청 후에 감소 하였다.

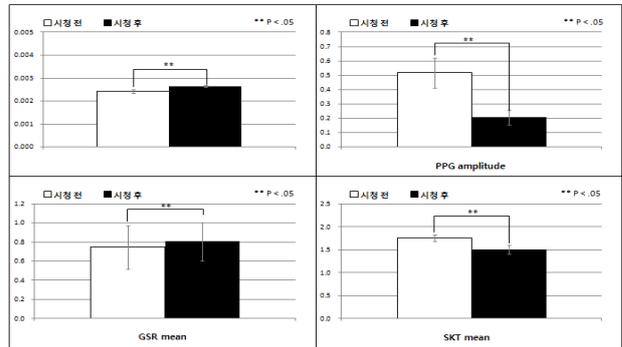


그림 2. 실험 결과

일반적으로 교감신경계의 활성화는 심박출량과 근육의 혈류량을 증가시키고 말초 혈관의 수축을 통해 산소포화도를 감소시키며, 콜린성 섬유의 에크린 한선을 자극 하여 땀 분비를 촉진함으로써 피부전도반응이 증가하는 것으로 알려져 있다(Yates et al., 1996). 또한 말초 혈관을 확장시킴으로써 피부 온도가 증가 하는 것으로 알려져 있다(Cloward et al., 1969). 본 연구 결과에 따르면 3D TV 시청이 자율신경계의 교감신경 활성도를 증가 시키는 것으로 볼 수 있다. 추후 연구를 통해 중추-심장의 매커니즘 분석을 통해 3D 시각피로가 인체에 미치는 영향을 확인하고 3D 시각피로를 측정할 수 있는 새로운 Bio-Maker 를 통한 시각피로 정량적 평가의 기초 연구로 활용 가능할 것으로 기대된다.

감사의 글

본 논문은 지식경제부 및 한국산업평가관리원의 산업원천기술개발사업의 일환으로 수행한 연구로부터 지원받은 것임 [2010-10038745, 인체안전성을 위한 3D 기기/장비 중심의 휴먼팩터 연구]

참고문헌

이태경 (2009). 자율신경계의 임상적 개관. *대한임상신경생리학회지*, 9(2), 49-58.