Journal of Biomedical Engineering Research 37: 119-125 (2016)
http://dx.doi.org/10.9718/JBER.2016.37.3.119

학 술 논 문

성 범죄자의 다중감각 치료에 대한 뇌파 활성도 변화

이동현[1] · 김지은[1] · 송채빈[1] · 이현주[2] · 송원영[3] · 이태준[4] · 이상훈[5] · 태기식[1,6]

[1]건양대학교 의공학부, [2]건양대학교 물리치료학과, [3]건양대학교 심리상담치료학과
[4]국립법무병원, [5]은혜병원, [6]건양대학교 의료융합과학기술원

Changes of EEG Activity on Multi-Sensory Therapy for Sexual Offender

D. H. Lee[1], J. E. Kim[1], C. B. Song[1], H. J. Lee[2], W. Y. Song[3], T. J. Lee[4], S. H. Lee[5] and K. S. Tae[1,6]

[1]Dept. of Biomedical Engineering, Konyang University, Daejeon, Korea
[2]Dept. of Physical Therapy, Konyang University, Daejeon, Korea
[3]Dept. of Counseling & Psychotherapy, Konyang University, Nonsan, Korea
[4]National Forensic Hospital, [5]EunHye Hospital
[6]Institute of Medical Engineering & Science, Konyang University, Daejeon, Korea
(Manuscript received 09 June 2016; revised 21 June 2016; accepted 22 June 2016)

Abstract : Sexual addiction is accompanied with anxiety, psychological and physical dependence. Also, sexual addict want to make their presence through sexual adventures and seem sexually obsessed. In this study, we examined the changes of brain activity related to sexual addiction by utilizing the developed multi-sensory therapy after 4-weeks sex offender treatment program. We analyzed the electroencephalogram (EEG) activity changes in the subjects and regions of brain. As a result, the theta wave significantly increased after treatment than before ($p < 0.001$). The absolute alpha wave was increased whereas the relative alpha waves were decrease significantly ($p < 0.001$). The results could conclude that multi-sensory therapy on sex offender shows more stable status against sexual stimulations. Moreover, the reduction of the relative alpha waves in parietal lobe of sex offender is correlated to the less attention on sexual stimulations. The multi-sensory therapy not only provides a neurobiological explanation, but also can be used for clinical implications, i.e. prevention and treatments, for sex addiction.

Key words : Sexual addiction, Sex offender, Multi-sensory therapy, Electroencephalogram (EEG), Brain activity

I. 서 론

성중독(sexual addiction)은 행위 중독의 하나로서 좋지 않은 결과를 알면서도 과도한 성충동과 성 관련 행위를 통제하지 못하고 지속적인 성행위를 하는 증상으로 나타나며, 개인이 이런 행동을 자제하려고 해도 번번이 실패하면서 결국 직업, 학업, 직장, 가정의 붕괴를 초래한다[1,2]. 성중독은 성과 관련된 정신적인 불안감, 심리적 의존, 금단 증상 등을 동반한다. 성중독자들은 심리적 공허함을 대체해주는 성적 모험을 통해 자신의 존재를 확인하려 애쓰는 모습을 보이며 시간과 장소에 상관없이 성적 집착을 보인다[1-3]. 물질중독의 경우 알코올, 코카인, 마리화나 중독에 관한 뇌파 활성도에 연구에 의하면 대체적으로는 중독물의 투여 후 다행감(euphoria)이 나타나는 동안 지속적으로 알파파가 증가했다고 보고하고 있으며[4-7] 일부 연구자는 알코올 자극 후 알파파가 감소했음을 보고하여[8] 알파파와 중독과의 상관성에 대한 논의를 불러일으키고 있다. 국내 연구에서, 알코올 중독 환자에게 알코올 관련 가상현실 환경 속에서 음주 충

Corresponding Author : Ki-Sik Tae
Dept. of Biomedical Engineering, Konyang University, 158 Gwanjeodong-ro, Seogu, Daejeon 35365, Republic of Korea
Tel +82-42-600-8518 / E-mail: tae@konyang.ac.kr

동을 자극 시킨 결과 갈망(craving) 상태에서는 정상 대조군과는 달리 알파파의 절대 전압(absolute power)의 감소를 보였고, 혐오 자극을 활용한 가상현실치료(virtual reality therapy)결과 감소된 알파파의 값이 정상인 수준으로 점차 회복되는 결과가 나타났다[9]. 이는 뇌파의 결과가 중독 갈망의 정도에 따라 실시간으로 변화됨을 보여준다. 또한 갈망이 알파파와 관련 있음을 보고한 것과 함께 베타파와 관련이 있다는 연구도 많이 보고되고 있다[10,11]. 코카인 중독환자에게 코카인과 관련된 영상과 사운드를 제공한 후 뇌파를 측정한 결과 전두엽에서 델타파 감소와 베타파가 증가하였고, 후두엽에서도 역시 베타파가 증가하는 결과를 보였다[10,11]. 흡연중독에 관한 연구에서, 흡연과 관련된 이미지를 보여주고 흡연자들의 뇌파를 분석한 결과 두 가지의 뇌파 결과를 보고했는데 흡연자들에게 델타파의 감소 및 베타파의 증가가 나타났으며 이는 흡연을 했을 때의 급성 반응과 유사한 결과였다. 또한 세타파가 증가했는데 이는 흡연 금단 시 나타나는 반응으로 이를 통해 뇌파 결과는 환자의 흡연 갈망에 대해 매우 예민하게 반응 하므로 갈망에 대한 평가를 하는데 매우 유용할 것으로 보고했다[12].

기존 성 관련 선행 연구들은 주로 자극에 대한 신체의 반응에 대해 초점을 맞추고 있다. Giargiari 등은 153명을 대상으로 하여 성적으로 자극적인 그림을 보여줬을 때 나오는 정신생리학적 수치들을 측정하였다. 자신의 취향과 유사한 그림을 보았을 때 ASR (acoustic startle response)이 증가하여, 주관적인 매력 측정과는 일치하는 상관관계를 보였으며 이는 성적인 욕구와 생리학적 반응이 연관되어 있음을 의미한다[13]. 뇌 영상 기술의 발달로 비침습적인 대뇌 활동을 관찰할 수 있게 됨에 따라 성중독 관련 반응에 관한 연구 역시 다양하게 진행되고 있다. Stoleru 등은 양전자 단층촬영 PET (positron emission tomography)를 이용하여 성적 갈망 및 흥분의 뇌 기전을 규명하였으며, 시각적 자극이 제시되면 일차 시각 후두엽과 방추상회가 시각처리를 처리할 때 중립자극을 준 대조군에 비해 더 활성화 됨을 확인하였다[14].

Karama 등은 40명(남 20, 여 20)을 대상으로 에로틱한 필름을 보여주고 MRI (magnetic resonance image)를 측정한 결과, 에로틱한 필름을 본 후 남녀 모두 양쪽 뇌의 전측 대상회(anterior cingulate), 내측 전전두엽(medial prefrontal cortex), 안와전두 피질(orbitofrontal cortex), 추두측두골 피질(occipitotemporal cortex)에서 산소포화도가 높게 나타났다. 그러나 남자에서만 시상(thalamus)과 시상하부(hypothalamus)의 증가가 있었는데, 특히 시상하부의 변화는 주관적인 각성과 상관을 나타내었다[15]. Prause 등과 Ponseti 등은 성중독자에 대해 성적자극(visual sexual stimuli: VSS) 을 가하는 ERP (event-related potential) 실험을 통해 정상인에 비해 LPP (late positive potential)가 낮게 나온다고 밝혔다[16,17].

이처럼 뇌영상 기법의 발전으로 주로 정상인을 대상으로 fMRI, PET, MRI 등을 이용한 성자극에 대한 뇌활성도 변화를 관찰하는 연구가 다양하게 진행되었으나, 뇌파에 관한 연구 및 실제 성중독자를 대상으로 이루어지는 연구는 거의 보고된 바 없다.

본 연구에서는 뇌파를 이용하여 개발된 다중감각치료 프로그램을 4주간 활용한 후 성 범죄자들의 성적중독에 관련된 뇌 활성도 변화를 관찰 하고자 한다.

II. 실험 방법

1. 다중 감각치료 적용 전 · 후 뇌파 측정

(1) 실험 대상자 선정

본 연구는 국내 K 수용시설에 수감되어 있는 성범죄자 10명을 대상으로 하였다. 대상자의 성중독적 특성은 소아 기호증 5명, 물품 음란증 2명, 노출증 3명이다.

(2) 실험 및 뇌파 측정

본 실험을 위해 대상자들의 개, 폐안 시 배경과 성적자극을 각각 3분씩 측정하였다.

개안 배경이란 눈을 뜬 상태로 black screen을 보고 있을 때를 말하며 폐안 배경이란 눈을 감고 있을 때를 말한다(그림 1).

대상자들의 성적자극을 유발하기 위한 사진은 성인 사진(자극 1)과 소아 사진(자극2) 두 가지 유형으로 나뉜다. 그림 2와 같이 자극 1, 2의 실험 과정은 2초 동안 자극 없이 시작, 5초 동안 자극 사진 제시, 1초 동안 black screen 응시 순서로 총 30회 반복된다.

뇌파 측정을 위해 10-20 국제 규격에 의해 뇌파 전극을 부착 하였으며, 21ch 뇌파측정장치(PolyG-A, LAXTHA

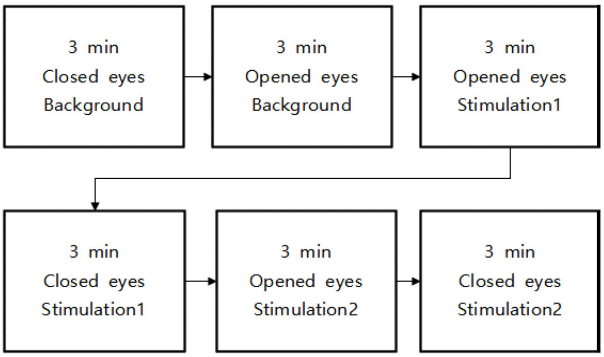


그림 1. 성 범죄자들의 뇌파를 측정하기 위한 실험과정.
Fig. 1. Experimental procedure for measurement of EEG.

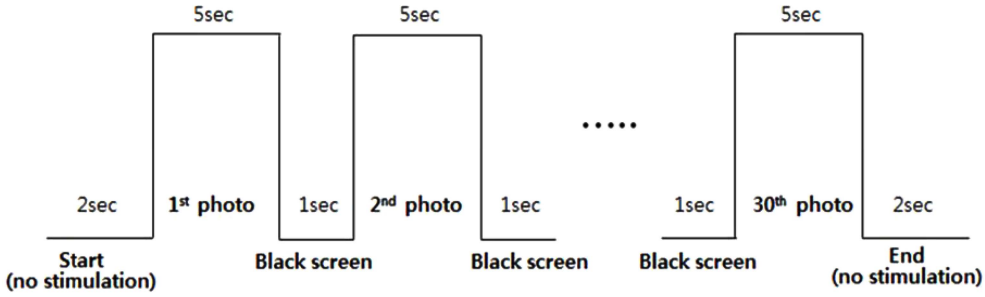


그림 2. 개안자극에 대한 실험 과정.
Fig. 2. Experimental procedure against visual sexual stimulation.

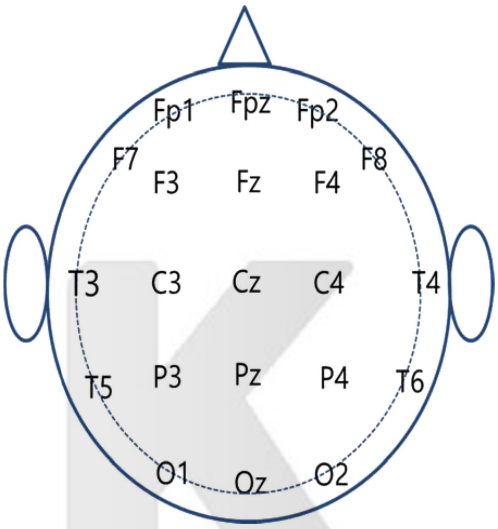


그림 3. 10-20 국제 규격에 의한 뇌파 전극 부착법.
Fig. 3. International 10-20 system.

Co., Korea)를 이용하여 측정하였다(그림 3). 부위는 크게 중앙부(Cz, Fpz, Oz), 전두엽(Fz, Fp1, F7, Fp2, F8, F3, F4), 측두엽(T3, T4, T5, T6), 두정엽(C3, C4, Pz, P3, P4), 후두엽(O1, O2)으로 분류하였다. 뇌파는 표본 추출 주파수(sampling frequency) 256Hz로 하였으며 민감도(sensitivity)는 10 μV/min, 필터(filter)의 경우 고주파 여과(high frequency filter)는 70Hz, 저주파 여과(low filter frequency)는 0.3Hz였으며 노치 필터(notch filter)의 경우 60Hz로 설정하였다. 전 · 후의 뇌파 차이를 알아보기 위해 푸리에 변환(fast Fourier transformation)을 이용하여 스펙트럼 분석을 시행하였으며 분석은 세타파(4~8Hz), 알파파(8~13Hz), SMR파(12~15Hz), 로우 베타파(13~20Hz), 하이 베타파(20~30Hz), 감마파(30~50Hz)의 상대값을 측정하였다.

(3) 다중 감각치료 프로그램

본 프로그램은 총 12회기로 구성되어 있다(표 1). 치료 시작 전 뇌파의 기저 수준을 평가하기 위한 뇌파 측정 회기와 사후 측정을 위한 회기가 앞뒤로 배치되어 실제 치료의 진행에는 10회기가 소요된다.

1회기에서는 대상자들에게 프로그램에 대한 전반적인 원리 및 기대효과를 설명한 후, 그들의 기대, 동기수준을 확인하고 치료 목표를 공유하였다. 2회기에서는 뇌파의 기저수준 평가를 위해 편안한 상태에서의 뇌파와 자극 사진을 본 후 뇌파를 측정하였다. 이는 대상자와 1:1 평가로 진행되었다. 3회기에서는 이전 시간에 측정한 뇌파 결과를 대상자와 공유한 후 성충동이 유발되는 자극(목표자극)을 선정, 유사한 사진 세트를 구성하였다. 4회기에서는 혐오 자극 탐색으로 사건 이후 힘들었던 상황, 자극, 대상에 대해서 탐색하여 시각 및 청각 자극으로 사용될 수 있는 구체적인 혐오자극을 선정하도록 하였다.

5회기 때는 첫 번째 감각자극치료를 실시하였다. “취향” 프로그램을 통해 대상자의 반응을 평가하여 제시자극을 조정하였다. 또한 혐오 조건화/이완훈련 진행 상황을 평가하였다. 6회기부터 9회기까지의 감각자극치료는 성충동 유발 자극 평가의 시행을 검토하고 오류를 점검하였다. 또한 혐오 조건화/이완훈련에 대한 대상자의 반응을 평가하였다. 10회기에는 혐오 조건화/이완훈련을 점검하고, 11회기에는 혐오 조건화 과정 평가 및 이완훈련과 자기조절력을 점검하였다. 마지막으로 행동치료의 전체적인 진행 및 성과를 평가하고 다중감각치료의 효과에 대한 평가와 프로그램 재수강 여부를 확인하였다.

2. 자료 분석

디지털 뇌파 검사는 32채널 뇌파를 사용하였고 이와 연동되는 소프트웨어인 Telescan을 사용하여 전체 주파수 대역에 대한 상대적인 뇌파를 추출하였다. 4주간의 다중감각치료 프로그램의 치료 전과 후의 모든 채널에 대한 대상자별 뇌파 비교와 뇌의 부위별 뇌파의 차이를 비교하기 위해 대응표본 T 검정(paired T-test)을 사용하였다. 모든 통계적 분석은 SPSS 18.0 (SPSS Ltd., USA)을 이용하여 분석하였다.

표 1. 다중감각 치료 프로그램.
Table 1. Multi-sensory therapy program.

Time	Contents	Assignment & Activity
1	Introduction to the program	Activity of change targets
2	EEG baseline evaluation	Computerized image for inducing craving sexual stimuli
3	Select craving sexual stimuli	Favorite stimuli reports
4	Inquiry for favorite stimuli	Favorite stimuli reports
5	Conduct a multi-sensory therapyI (Aversion conditioning/Relaxation training)	Self-evaluation report
6	Conduct a multi-sensory therapyII (Aversion conditioning/Relaxation training)	Self-evaluation report
7	Conduct a multi-sensory therapyIII (Aversion conditioning/Relaxation training)	Self-evaluation report
8	Conduct a multi-sensory therapyIV (Aversion conditioning/Relaxation training)	Self-evaluation report
9	Conduct a multi-sensory therapyV (Aversion conditioning/Relaxation training)	Self-evaluation report
10	Conduct a multi-sensory therapyVI (Aversion conditioning/Relaxation training)	Self-evaluation report
11	Conduct a multi-sensory therapyVII (Aversion conditioning/Relaxation training)	Self-evaluation report
12	Summary & Arrangement	Self-evaluation report

III. 결 과

1. 치료 전과 후의 뇌파 변화

다중감각 치료 전 · 후의 뇌파 변화에서 개안 상황과 폐안 상황에서 공통적으로 세타파가 약 14.5% 정도의 비슷한 수치로 증가하였다. 알파파는 개안 상황과 폐안 상황에서 각각 약 7.4%, 약 11.6% 감소하였다. SMR파는 개안 상황에서는 치료 후에 상대적인 비율이 감소하였으나($p < 0.01$), 폐안 상황에서는 유의하지 않은 결과를 보였다. 로우 베타파는 개안 상황과 폐안 상황에서 각각 약 2.7%, 약 1.6% 감소하였다. 하이 베타파는 개안 상황에서는 치료 후에 상대적인 비율이 감소하였으나($p < 0.05$), 폐안 상황에서는 유의하지 않은 결과를 보였다. 감마파는 개안 상황과 폐안 상황에서 모두 유의하지 않았다(그림 4).

2. 부위별 치료 전과 후의 뇌파 변화

10-20 국제 규격에 따라 부착된 21개의 전극을 뇌의 기능에 따라서 크게 중앙부, 전두엽, 측두엽, 두정엽 그리고 후두엽으로 나누었고 각 부위의 뇌파 변화를 분석하였다.

우선 개안 상태 시 모든 부위에 대해 세타파는 적게는 약 12.3%부터 크게는 약 20.5%정도로 증가하고 알파파, SMR파, 로우 베타파, 하이 베타파, 감마파는 감소하였다. 중앙부위에서는 하이 베타파를 제외하고 나머지 파에서는 변화가 유의하지 않았다. 전두엽에서는 다른 부위들과 마찬가지로 세타파가 증가하고 알파파와 로우 베타파가 감소하였다. SMR파와 하이 베타파는 감소 비율이 약 1~2%이다. 반면 감마파는 $P > 0.05$로 유의하지 않은 결과가 나타났다. 두정엽에서는 세타파가 20.5% 증가, SMR파는 2.2% 감소, 로우 베타파는 3.7% 감소, 하이 베타파 2.4% 감소, 감마파는 0.4% 감소로 다른 부위에서보다 비교적 크게 변하였다. 후두엽에서의 알파파가 다른 부위에서보다 더 감소하였다.

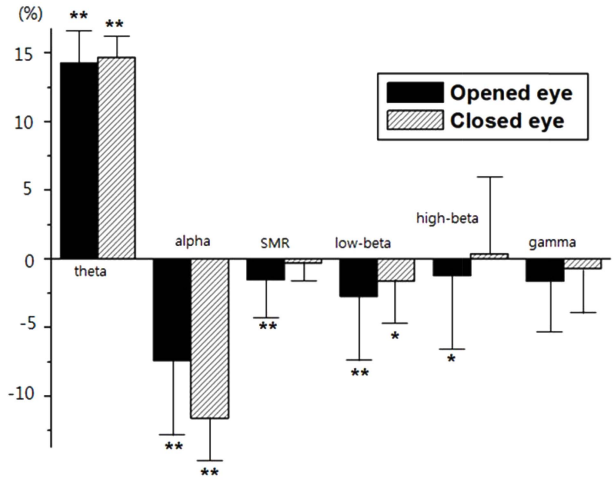


그림 4. 개안 상태와 폐안 상태 시 상대 뇌파의 증감(*: $p < 0.05$, **: $p < 0.001$).
Fig. 4. Change of relative EEG waves in eye-opened and eye-closed state.

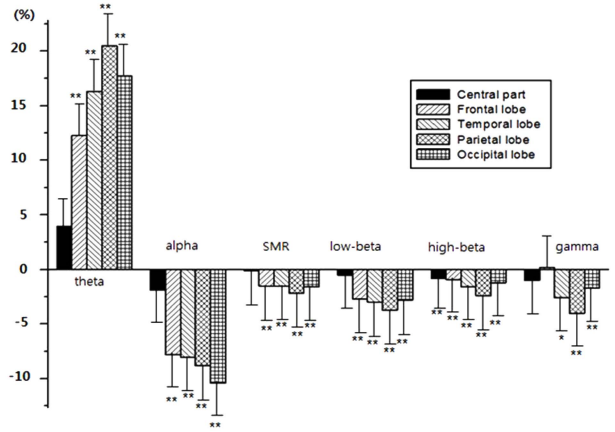


그림 5. 개안 상태의 대뇌 부위별 상대 뇌파 증감(*: $p < 0.05$, **: $p < 0.001$).

Fig. 5. Change of relative EEG waves of each brain part in eye-opened state.

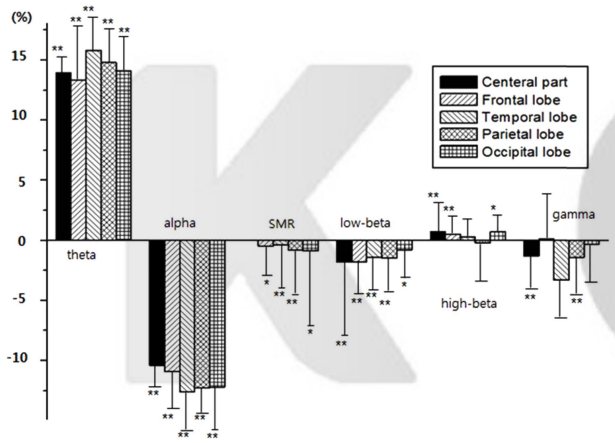


그림 6. 폐안 상태의 대뇌 부위별 상대 뇌파 증감(*: $p < 0.05$, **: $p < 0.001$).

Fig. 6. Change of relative EEG waves of each brain part in eye-closed state.

SMR파의 감소 폭은 전두엽, 두정엽, 후두엽에서 비슷하게 나타났고 두정엽에서는 감소폭이 약간 더 컸다(그림 5).

폐안 상태 시 부위별 상대 뇌파의 증감을 나타낸 표를 보면, 공통적으로 모든 부위에 대해 세타파는 적게는 약 13.3%부터 크게는 약 15.8%정도로 증가하고 알파파, 로우 베타파는 감소하였다. SMR파와 하이 베타파의 증감 비율은 1% 미만이었다. 또 감마파는 대체적으로 유의하지 않은 결과를 보이거나 감소하였다. 측두엽에서는 세타파가 15.8% 증가, 알파파가 12.6% 감소로 증감의 폭이 가장 컸다. 두정엽과 후두엽에서 SMR파가 각각 0.8%와 0.9% 감소로 다른 부위에서보다 비교적 많이 감소하였다. 후두엽에서 로우 베타파는 가장 덜 감소하였으며 중앙과 전두엽 부위에서 비교적 많이 감소하였다. 감마파의 경우 측두엽에서의 감소가 다른 부위에서보다 두드러지게 나타났다(그림 6).

IV. 고 찰

본 연구의 대상자들은 10명의 성 범죄자들로, 다중감각 치료에 대한 뇌파 활성도를 알아보기 위해 총 21ch의 전극을 부착하여 측정하였다. 실험 대상자들의 뇌파는 개안과 폐안 시 배경과 자극을 각각 3분씩 측정하였다. 개안 및 폐안 시 자극 실험은 자극1(어른사진)과 자극2(소아 사진)로 나누어져 진행되었다. 기존의 성 관련 선행 연구들은 주로 자극에 대한 신체의 반응에 대해 초점을 맞추고 있다. 하지만 성중독자의 자극에 대한 뇌 활성도 변화에 따른 뇌파 연구는 미흡하다.

최근 감성 공학을 기반으로 한 몰입형 다중감각 장비 및 콘텐츠를 활용하여 자기 갈망조절을 돕기 위해 상호작용적(interactive) 요소를 가미하여 니코틴, 게임 중독, 도박, 마약 중독 등 다양한 분야로 확대 적용되고 정신질환 분야에 접목하려는 시도가 꾸준히 늘고 있는 추세이다. 가상현실로부터 얻는 체험 정보는 대상자의 오감을 통해 학습되고 상호작용을 통해 행동 및 태도 교정에 효과적일 수 있으며, 현실세계 환경과 상황에 점차 익숙해지게 만들어 재범을 억제하는데 실효성이 기대된다. 따라서 고위험성 범죄자들을 위한 다중 감각적 개입이 가능해지고 뇌파 등의 기술을 활용, 자료를 제시하여 객관성을 높일 수 있다[18,19]. 이는 고위험 성범죄자들을 위한 다중 감각적 개입이 가능해지고 뇌파 등의 기술을 활용, 자료를 제시하여 객관성을 높일 수 있으며 직접 참여를 통해 행동치료의 효과를 높일 수 있으며 본 연구에서는 시각 및 청각, 후각 등의 다중감각 활용 자극을 기존 프로그램과 연결하여 일관성 있고 유기적인 프로그램을 구성하였다.

본 연구에서 사용된 상대 뇌파는 전체 파워에 대한 각 파의 비율을 보는 것으로 상대 알파값은 세타파, 알파파, SMR파, 로우 베타파, 하이 베타파, 감마파의 합에 대해 알파파가 차지하고 있는 비율을 계산한 값이다[20]. 본 연구에서는 뇌파의 절대적 파워가 아닌 상대적인 비율로 분석하였다. 본 연구에서 다중 감각치료 이후 상대 세타파가 증가하였으며 이는 다중감각 치료의 전보다 치료 후에 성적 자극에 대해 더 안정적인 상태를 보였다고 할 수 있다. 또한 세타파 비율의 증가는 심리학적으로 더욱 건강해지고 좋은 사회적 태도를 가지며, 덜 경직되고 자신을 수용할 수 있는 경험이 증가한다는 의미한다[20,21]. 알파파는 두뇌의 휴식상태 혹은 편안한 이완상태에서 발생하고 이는 맑은 정신으로 특정 과제에 집중할 수 있는 상태를 의미한다[22]. 성중독군에서 정상군에 비해 과활성화(hyper-activation)된 우측 상변연회는 성적 각성의 인지적 요인과 관련된 영역으로 제시된 자

극을 성적자극으로 인지하고 주의를 기울이는 것과 관련이 있다고 알려져 있다[20]. 우측 상변연회는 브로드만 영역 40에 해당되며 이는 두정엽에 해당된다. 일반적으로 알파파의 절대적인 파워가 감소하였다면 두뇌가 편안하지 않은 상태이거나 집중하지 못하는 상태를 의미한다고 할 수 있다. 그러나 상대 알파파가 감소한 것은 상대적으로 알파파가 차지하고 있는 비율이 감소했다는 것을 의미하는 것이다. 따라서 본 연구에서는 세타파가 알파파보다 더 크게 증가하였기 때문에, 상대적으로 알파파가 차지하는 비율이 감소한 것으로 해석된다. 또한, 두정엽에서의 상대 알파파가 감소한 것은 성적 자극이 주어져도 그에 대해 덜 주의를 기울이는 것으로 볼 수 있다.

게임 중독과 관련된 선행 연구에 의하면 일반 사용자 군이 중독 사용자 군보다 SMR과 로우 베타 대역에서 우세하였는데 이는 게임 수행 시 게임에 중독된 사용자 군보다 일반 사용자 군이 각성 상태를 더 유지하며 긴장하고 집중한다고 볼 수 있다. 또한 일반 사용자 군보다 게임에 중독된 사용자 군이 게임 수행 세타파 대역이 우세하게 나타나며 이는 게임 수행 시 긴장 이완과 졸음의 비활성 상태를 보이는 것으로 게임에 중독된 사용자 군이 일반 사용자 군보다 게임을 할 때에 뇌의 활동이 적은 것으로 볼 수 있다. 로우 베타파는 활발한 사고, 주의, 각성 시 발생하는 뇌파이다[23]. 상대 로우 베타파가 감소했다는 것은 성적 자극을 받았을 때 그 자극에 대한 사고를 덜 하는 상태이며 각성이 감소하였다고 볼 수 있으며 이는 성적 자극을 받아도 충동이 감소했다고 해석된다. 향후 연구에서는 정상인을 대조군으로 설정하여 성적 자극을 받았을 때의 정상인의 뇌파의 분석을 하여 비교하는 연구가 필요하다. 또한 성중독 유형에 따른 변화를 나누어 관찰해 볼 필요도 있을 것이다.

V. 결 론

본 연구에서는 10명의 성범죄자를 대상으로, 개발된 다중감각프로그램 치료의 효과를 판단하기 위하여 치료 전과 후에 모든 대상자들의 뇌파 활성도를 분석하기 위해 진행하였다.

치료 전과 후 대상자 10명의 뇌파 변화는 결과에서 제시한 바와 같이 세타파가 유의하게 증가하였으며 알파파와 로우 베타는 유의하게 감소하였다. 반면 SMR, 하이베타파 그리고 감마파는 감소하였으나 통계적으로 유의하지 않은 결과가 나타났다. 부위별 치료 전과 후의 뇌파 변화도 결과에서 제시한 바와 같이, 중앙부, 전두엽, 측두엽, 두정엽 그리고 후두엽에서 세타파의 증가가, 알파파와 로우 베타파가 감소, SMR, 하이베타파 그리고 감마파는 감소하였다.

최근 감성공학을 기반을 한 몰입형 다중감각 장비 및 콘텐츠를 활용하는 추세이지만 성중독자의 자극에 대한 뇌 활성도 변화에 따른 뇌파 연구는 미흡한 상태이다. 본 연구에서는 성중독자에 대한 다중 감각치료 프로그램을 통한 뇌파 변화를 관찰하고 의미있는 결과들을 확인하였다. 이는 향후 성중독의 진단과 치료효과 확인을 위해 뇌파를 활용할 수 있음을 시사한다. 또한 다중감각 치료가 성중독의 치료를 비롯하여 다른 중독 환자에게도 적합한 치료로서 활용될 가능성을 나타내준다. 본 뇌파 변화의 결과가 추후 성중독자의 치료에 도움을 줄 수 있는 기초 자료로 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

References

[1] Carnes P, “Contrary to love: Helping the sexual addict”, Minneapolis, MN, Hazelden Publishing, 2013.

[2] Seok JW, “Neural substrates associated with sexual desire and inhibition control in sex addicts”, *Ph.D Thesis in Chungnam University Graduate School*, 2015.

[3] Masters WH, Johnson VE and Kolodny RC, “*Human Sexuality*”, New York, Harper Collins College Publishers, 1995.

[4] Lukas SE, Mendelson JH and Benedikt R, “Electroencephalographic correlates of marihuana induced euphoria”, *Drug Alcohol Depend,* vol. 37, pp. 131-140, 1995.

[5] Lukas SE, Mendelson JH, Benedikt R and Jones B, “EEG alpha activity increases during transient episodes of ethanol-induced euphoria”, *Pharmacol Biochem Behav,* vol. 25, pp. 889-895, 1986.

[6] Lukas SE, Mendelson JH, Kouri E, Bolduc M and Amass L, “Ethanol-induced alterations in EEG alpha activity and apparent source of the auditory P300 evoked response potential”, *Alcohol* , vol. 7, pp. 471-477, 1990.

[7] Lukas SE and Mendelson JH, “Electroencephalographic activity and plasma ACTH during ethanol-induced euphoria”, *Biol Psychiatry,* vol. 23, pp. 141-148, 1988.

[8] Bauer LO and H.R. Kranzler, “Electroencephalographic activity and mood in cocaine-dependent outpatients: effects of cocaine cue exposure”, *Biol . Psychiatry,* vol. 36, pp. 189-197, 1994.

[9] Lee SH, Han DH, Seman O, Lyoo IK, Lee YS, Renshaw PF and Lukas SE, “Quantitative electroencephalographic correlates of craving during virtual reality therapy in alcohol-dependent patients”, *Pharmacology, Biochemistry and Behavior,* vol. 91, pp. 393-397, 2009.

[10] Reid MS, Flammino F, Howard B, Nilsen D and Prichep LS, “Topographic imaging of quantitative EEG in response to smoked cocaine self-administration in humans”, *Neuropsychopharmacology,* vol. 31, no. 4, pp. 872-884, 2006.

[11] Reid MS, Pricheps LS, Cipet D, O’Leary S, Tom M, Howard B, Rostrosen J and John ER, “Quantitative electroencephalographic studies of cue-induced cocaine craving”, *Clinical Electroencephalogram,* vol. 34, no. 3, pp. 110-123, 2003.

[12] Knott V, Cosgrove M, Villeneuve C, Fisher D, Millar A and Mclntosh J, “EEG correlates of imagery-induces cigarette craving in male and female smokers”, *Addict Behav,* vol. 33, no. 4, pp. 616-621, 2008.

[13] Giargiari TD, Mahaffey AL, Craighead WE and Hutchison KE, “Appetitive Responses to Sexual Stimuli are attenuated

in individuals with low levels of sexual desire", *Achives. of Sexual Behavior.* vol. 34, no. 5, pp. 547-556, 2005.

[14] Stoleru S, Gredorie MC, Gerard D, Decety J, Lafarge E, Cinotti L and Lada H, "Neuroanatomical correlates of visually evoked sexual arousal in human males", *Archives of Sexual Behavior*, vol. 28, no. 1, pp. 1-21, 1999.

[15] Karama S, Lecours AR, Leroux JM, Bourgouin P, Beaudoin G, Joubert S and Beauregard M, "Areas of Brain Activation in Males and Females During Viewing of Erotic Film Excerpts", *Human Brain Mapping.* vol. 16, no.1, pp. 1-13, 2002.

[16] Prause N, Steele VR, Staley C, Sabatinelli D and Hajcak G, "Modulation of late positive potentials by sexual images in problem users and controls inconsistent with "porn addiction"", *Biological Psychology*, vol. 109, pp. 192-199, 2015.

[17] Ponseti J, Kropp P and Bosinski HA, "Brain potentials related to the human penile erection", *International Journal of Research*, vol. 21, no. 5, pp. 292- 300, 2009.

[18] No MY, "A Comparison of Saccadic Reaction Time according to Multisensory Modality and Spatial Congruency of Sensory Signals: Effects of Aging", *PhD Thesis, Ewha University Graduate School*, 2016.

[19] Joo YS, "Study on visual feature extraction and human responses on sensorial effects for multiple sensorial media authoring and presentation", *PhD Thesis, Myungji University Graduate School*, 2015.

[20] Lee JY, "Verification of the Effects of Snoezelen Treatment of the Behavioral Problems of Children with Developmental Disabilities using a Quantitative EEG Analysis", *The Korean Society of Occupational Therapy*, pp. 12-22, 2009.

[21] Choi JH, Kim JY, Cho YJ and Min SN, "EEG pattern analysis of addicted and non-addicted online game users", *MS Thesis in Hanyang University Graduate School*, 2013.

[22] Park CS, "The Effect of Breathing Meditation and Alpha Waves Meditation on Brain Quotient Changes", *MS Thesis in Kyonggi University Graduatate School*, 2006.

[23] Redoute J, Stoleru S, Gregoire MC, Costes N, Cinotti L, Lavenne F, Bars DL, Forest MG and Pujo JF, "Brain processing of visual sexual stimuli in human males", *Human Brain Mapping,* vol. 11, no. 3, pp. 162-177, 2000.

KCI