한국심리학회지: 건강
The Korean Journal of Health Psychology
2015. Vol. 20, No. 4, 893 - 912

# 청소년 인터넷 중독의 심리생리학적 특성: 휴식기 정량적 뇌파 연구†

권 윤 나　　최 승 원‡
덕성여자대학교 심리학과

인터넷 중독은 물질 사용 장애, ADHD, 충동 조절 장애 등 다양한 장애와 관련된 것으로 알려져 있다. 이렇게 다양한 장애와의 관련성은 인터넷 중독에 대한 명확한 개념화 및 진단 준거 마련을 어렵게 만들고 있다. 본 연구는 휴식기 정량적 뇌파 분석을 통해 공존질환을 지니지 않은 인터넷 중독 집단 고유의 심리생리학적 기전을 규명하고자 하였다. 20명의 인터넷 중독 집단과 연령, 성별, 교육연한이 일치하는 20명의 통제 집단이 본 연구에 참가하였다. 휴식기 뇌파를 측정한 뒤, 주파수 대역 별 절대파워와 영역 간 시간적 동조성에 대하여 분석하였다. 연구 결과 인터넷 중독 집단은 Beta1 및 Gamma 대역에서 통제 집단에 비해 유의하게 높은 진폭을 나타내었으며, 인터넷 중독의 심각도는 Beta1 대역 진폭과 정적 상관을 보였다. 이는 물질 사용 장애에서 나타나는 뇌파 패턴과 유사한 것으로, 인터넷 중독이 중독 장애의 하위 장애로 개념화되는 데에 대한 한 가지 근거가 될 수 있다. 끝으로 본 연구의 의의와 한계점에 대하여 논하였다.

주요어: 인터넷 중독, 인터넷 과몰입, 휴식기 뇌파, EEG, Beta wave

† 본 연구는 덕성여자대학교 교내연구비의 지원을 받아 이루어졌음.
이 논문은 권윤나의 석사학위 청구논문을 수정 정리한 것임.
‡ 교신저자(Corresponding author) : 최승원, (132-714) 서울특별시 도봉구 삼양로 144 길 33 덕성여자대학교 심리학과, Tel: 02-901-8306, E-mail: karatt92@duksung.ac.kr

www.kci.go.kr

21세기 들어 가속화 된 스마트 기기 사업의 발전을 바탕으로 전 세계가 정보화의 급류를 타고 있다. 전 세계인의 생활상을 바꾸어 놓은 이 거대한 흐름은 이전에는 상상할 수 없었던 새로운 사회문제를 초래하기도 하였다. 인터넷에 과도하게 몰입하여 현실 생활보다도 인터넷 상의 활동에 더 집착하는 부적응적 행동을 보이는 사람들의 등장이 그 한 예로, 최근에는 이들을 가리켜 인터넷 중독이라고 지칭하기도 한다. 한국 정보화 진흥원(2015)의 실태조사 결과 인터넷 중독 위험군에 해당하는 인구는 9~39세 인구의 6.9%였다. 많은 사람들이 인터넷과 관련된 부적응적 행동 패턴을 보이고 있는 만큼, 인터넷 중독에 대한 타당한 개념화 및 이를 바탕으로 한 개입이나 예방책의 마련이 시급하다.

그러나 아직까지도 인터넷 중독이 무엇인지에 대한 진단적 합의는 도출되지 않고 있으며, 이러한 부적응적 행동을 초래하는 기전 역시 거의 알려져 있지 않다(황병록, 정형원, 2010; Weinstein & Lejoyeux, 2010). 인터넷 중독이 종종 다양한 정신과 질환들과 함께 나타난다는 사실 역시 이것이 단일 질환인지 또는 주요한 정신과 질환들의 한 증상으로 발현되는 것인지를 결정하는 데 어려움을 초래한다(Weinstein & Lejoyeux, 2010). 따라서 인터넷 중독의 타당한 개념화 및 진단 기준 마련을 위해서는 먼저 이러한 인터넷과 관련된 일련의 부적응적 행동의 성질에 대한 탐구가 선행되어야 할 것으로 보인다.

인터넷 중독의 발생 기전 탐색 및 진단 기준 마련에 대한 연구들은 현재까지 크게 세 가지 방향으로 이루어져 왔다. 첫 번째로, 이것이 물질 사용 장애와 비슷하게 온라인 활동에 대한 내성과 금단을 보이는 행위 중독이라는 주장이 있다(Bavelier et al., 2011). 이에 반박하는 두 번째 주장은 이러한 부적응적 인터넷 사용이 주의력결핍과잉행동장애(ADHD)와 더 유사하다는 것이다(Bavelier et al., 2011). 마지막으로, 인터넷 중독은 충동 조절 장애의 하위 범주에 속하는 것이 더 타당하다는 주장이 있다(Shapira et al., 2003).

먼저, 인터넷 중독이 도박 장애와 마찬가지로 물질이 관련되지 않은 중독 장애로 범주화되어야 한다는 주장은 인터넷 중독에 대한 논의의 비교적 초창기부터 제기되어 왔다(Griffiths, 1996). 인터넷 중독 집단은 중독의 가장 큰 진단적 특징 증상인 인터넷 사용에 대한 내성과 금단을 보이는 것으로 알려져 있다(Griffiths, 1996). 즉, 인터넷 중독군은 이전에 인터넷 사용을 통해 얻었던 만족감이나 고조된 기분을 얻기 위해서는 점점 인터넷 사용 시간을 늘려야 하며, 인터넷 사용을 하지 못할 시 초조, 침울 등의 불쾌한 느낌을 경험한다는 것이다(Block, 2008; Griffiths, 2000). 이러한 본질적인 진단 기준 상의 증상뿐 아니라, 인터넷 중독의 심리적 및 행동적 양상 역시 물질 사용 장애와 유사한 점이 많다. 물질 사용 장애 환자들과 인터넷 중독을 보이는 개인들은 기질적으로 높은 자극 추구 성향을 보인다는 공통점을 가지고 있으며(June, Sohn, So, Yi, Park, 2007; Lin & Tsai, 2002), 두 집단 모두 보상에 대한 과민감성 및 이로 인한 형편없는 의사결정 수행을 나타낸다(Bechara, Damasio, 2002; Bechara, Dolan, Hindes, 2002; Ko et al., 2010). 즉 인터넷 중독은 기질적, 행동적으로 물질 사용 장애 환자들과 유사한 특성 및 손상을 보여, 동일한 기전을 공유하는 것으로 추측할 수 있다.

www.kci.go.kr

인터넷 중독에 대한 두 번째 주장은 과도한 인터넷 사용이 ADHD의 증상 중 하나이거나 ADHD와 관련해 나타나는 장애라는 것이다. 즉 ADHD와 마찬가지로 전두엽 실행기능 저하로 인해 나타나는 충동 조절의 문제가 인터넷 중독의 핵심적인 요소라는 것이다(Bavelier et al., 2011). 실제로 ADHD의 핵심적 특성 중 하나인 높은 충동성 및 부주의로 인한 오류는 인터넷 중독 증상을 보이는 개인들에게서도 유사하게 나타나며(Yen, Yen, Chen, Tang, & Ko, 2009), 인터넷 중독 집단에서 가장 많이 진단되는 정신과적 질환 중 하나가 ADHD이기도 하다(Ko, Yen, Yen, Chen, & Chen, 2012). 이에 더해 ADHD에 대해 높은 치료 효과를 보이는 약물인 메틸페니데이트가 인터넷 중독 증상을 완화시킨다는 증거도 있어(Han et al., 2009), 인터넷 중독이 ADHD의 증상 중 하나이거나 최소한 ADHD와 유사한 기전에 의해 발생하는 장애일 가능성에 힘을 실어주고 있다.

인터넷 중독에 대해 마지막으로 들어지고 있는 주장은 이것이 충동 조절 장애의 일종이라는 것이다. 충동 조절 장애는 정서 및 행동에 대한 자기 조절 문제와 관련되며, 타인의 권리나 사회적 규준을 침범하고 권위자와 현저한 갈등을 유발하는 행동을 보이는 것을 특징으로 하는 일련의 장애군을 의미한다(American Psychiatric Association, 2013). 따라서 충동 조절 장애에서 나타나는 충동성은 ADHD에서 나타나는 것과는 그 양상이 다소 다른데, ADHD에서 나타나는 충동성이 실행기능의 손상으로 인한 인지기능 상의 결핍을 중심으로 하는 반면 충동 조절 장애에서 나타나는 충동성은 인지기능의 문제보다는 정서 조절의 문제가 더욱 두드러지며 강박적인 성격을 띤다(고영건, 이임순, 김지혜, 2004; Fontenelle, Oostermeijer, Harrison, Pantelis, 2011). 충동 조절 장애 환자들은 해당 장애 특유의 행동을 하려는 충동이나 유혹을 느꼈을 때 긴장이나 각성의 고조를 보이며 충동을 일단 행동에 옮기고 나면 안도감이나 쾌감을 경험하는 특징적 증상을 보이는데, 실제로 인터넷 중독 증상을 보이는 개인들 역시 인터넷에 접속하기 전까지 긴장감 또는 각성 상태가 고조됨을 느끼고, 일단 인터넷에 접속을 하고 나면 안도감을 느낀다고 한다(Shapira, Goldsmith, Keck, Khosla, & McElroy, 2000). 역학적 특징 또한 유사하다. 인터넷 중독 집단은 충동 조절 장애를 지닌 환자들과 유사하게 강박 장애 및 기분 장애와 높은 연관성을 지니는데(Shapira et al., 2000; Fontenelle et al., 2011), 이들 장애는 모두 정서 조절의 문제라는 공통점을 지니고 있으며 실제로 이들 장애에 공통적으로 효과가 있는 것으로 알려져 있는 선택적 세로토닌 재흡수 억제제가 인터넷 중독의 치료에도 역시 효과를 보이는 것으로 확인되었다(Coccaro, Lee, & Kavoussi, 2009; Han, Hwang, & Renshaw, 2010).

이렇게 인터넷 중독의 발생 기전에 대한 여러 주장이 여전히 통일되지 않고 있어 인터넷 중독의 개념화 및 진단 준거 마련을 어렵게 만드는 원인이 되고 있다. 따라서 인터넷 중독의 병리적 양상에 대한 보다 명확한 근거를 마련하기 위해서는 근본적으로 인터넷 중독 그 자체의 기저에 존재할 수 있는 뇌생리학적 기제들에 대한 상세한 이해가 필요할 것으로 보인다. 그러나 인터넷 중독과 관련된 신경심리학적 및 뇌영상학적 증거들 역시 아직까지는 혼재되어 있다. 인터넷 중독

www.kci.go.kr

이 중독과 유사하게 주로 보상 체계와 관련된 영역들에서의 이상 소견을 보인다는 입장과 ADHD와 유사하게 행동 억제 체계와 관련된 전전두 영역에서의 기능저하를 보인다는 입장, 그리고 충동 조절 장애와 유사하게 정서 조절과 관련된 복내측 전전두엽 및 변연계의 기능 이상이 관찰된다고 하는 입장이 팽팽하게 맞서고 있어 현재까지 어느 한 쪽으로 결론이 내려지지 않은 상태이다(Brand, Young, & Laier, 2014; Dong, Huang, & Du, 2011; Kim et al., 2015; Park et al., 2010; Tian et al., 2014; Weinstein & Lejoyeux, 2015).

이렇게 연구 결과들이 혼재되어 있는 원인 중 하나로 공존질환의 영향을 충분히 고려하지 않았다는 점이 들어질 수 있다. 현재까지 인터넷 중독에 대해 실시된 연구들 중 많은 수에서 참여자들이 기분장애 및 불안장애를 공존질환으로 지니고 있었다(Choi et al., 2013; Dong, Lu, Zhou, & Zhao, 2010). 정신과 질환들이 정교한 생리적 측정에 미치는 영향은 결코 무시할 수 없다. 특히 우울이나 불안 등의 증상은 두뇌의 구조적, 기능적 변화와 직접적으로 관련되는 것으로 밝혀져 있다(Anand & Shekhar, 2003; Salari, Bakhtiari, & Homberg, 2015). 따라서 인터넷 중독 집단의 본질적 뇌 활동을 살펴보기 위해서는 정신과적 질환이 없이 인터넷 중독 또는 과다 사용 증상만을 보이는 개인들의 뇌 활동을 확인할 필요가 있다. 본 연구에서는 구조적 면접을 통해 정신질환 진단기준에 해당하는 개인을 배제하였을 뿐 아니라 임상적으로 유의한 수준의 자살사고, 우울, 불안 증상 역시 보이지 않는 개인들만을 선별하여 인터넷 중독 집단 고유의 특성을 관찰하고자 하였다.

본 연구에서는 휴식기 정량적 뇌파(Quantitative Electroencephalogram; qEEG)를 이용하여 인터넷 중독만을 보이는 집단의 뇌 활동 특성을 규명하기 위해 집단 간 휴식기 뇌파 절대파워(absolute power)의 차이를 분석하였다. 절대파워의 분석을 통해서 피질의 과잉 또는 과소 활동을 추적해 낼 수 있다. 대개 beta 대역 이상의 고주파 대역 진폭이 정상인보다 높거나 theta 대역 이하 서파 대역의 진폭이 정상인보다 낮을 경우 피질의 과잉 활동, 반대로 고주파 대역 진폭이 낮거나 서파 대역 진폭이 높을 경우 피질의 과소 활동을 반영한다고 본다(Herrmann & Demiralp, 2005).

특히 물질 사용 장애와 ADHD, 충동 조절 장애는 휴식기 뇌파 연구들에서 각각 과잉활동과 과소활동이 특징적으로 보고되는 정신질환들이다. ADHD는 전두엽 부근에서의 서파 증가 및 고주파 감소가 특징적이며 물질 사용 장애는 전체 영역에서 고주파 증가 또는 서파 감소를 나타낸다(Hermens et al., 2005; Houston & Ceballos, 2013). 한편, 충동 조절 장애의 경우 전두 영역에 국한된 고주파 증가가 나타나는 것으로 알려져 있다(Kamarajan & Porjesz, 2012). 이렇게 세 가지 병리의 특징적 패턴이 매우 이질적이므로, 휴식기 정량적 뇌파의 절대파워 분석은 인터넷 중독이 어떠한 질환으로 분류되는 것이 더 타당한지에 대한 논의를 보다 확실하게 해 줄 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 이러한 뇌파 진폭이 인터넷 중독 증상의 심각성과 관련되는지를 확인하기 위해 인터넷 중독 검사(Internet Addiction Test; Young, 1998) 점수와의 상관을 분석하였다.

이에 더해, 최근 뇌 영상 연구들은 뇌 영역 간 시간적 동조성을 강조한다. 특히 최근 들어 중독과

www.kci.go.kr

관련된 영역들 간 시간적 동조성이 강하다는 연구 결과들이 반복적으로 제시되고 있는 한편(Sutherland, McHugh, Pariyadath, & Stein, 2012), ADHD에서는 오히려 여러 영역 간 시간적 동조성이 약하다는 근거가 제시되고 있다(Uddin et al., 2008; Wilson et al., 2013). 따라서 인터넷 중독의 시간적 동조성 패턴을 분석하여 어느 장애와 더 유사한 패턴을 보이는지에 대해 확인할 필요성이 높아지고 있다. 이에 따라, 본 연구에서는 절대파워 분석에 더해 인터넷 중독 집단과 통제 집단의 영역 간 시간적 동조성 패턴을 분석하여 인터넷 중독 집단이 어떤 장애와 더 유사한 동조성 패턴을 보이는지에 대해 확인하고자 하였다.

## 방 법

### 참여자

본 연구는 수도권에 거주하는 중·고등학생들을 대상으로 하였으며, 홍보 포스터를 통해 참여자를 모집하였다. 최근 들어 특히 국내 청소년의 경우 컴퓨터보다는 스마트폰을 통해 인터넷을 사용하는 비율이 높아지고 있어(박찬정, 현정석, 하환호, 2013; 천예빈, 2013), 인터넷 중독 척도와 스마트폰 중독 척도 중 어느 한 척도에서라도 중독 수준에 해당하는 개인은 인터넷 중독 집단에 포함하고자 하였다. 따라서 모집된 개인 중 Internet Addiction Test(IAT; Young, 1998) 에서 70점 이상의 점수를 얻었거나 청소년 스마트폰 중독 자가진단 척도(S-척도; 한국정보화진흥원, 2011)에서 중독 고위험군 이상의 점수를 얻은 경우 인터넷 중독 집단으로, IAT에서 49점 이하의 점수를 얻어 정상군으로 분류되었으면서 S-척도에서 일반군에 해당하는 경우 통제집단으로 선별하였다.

1차 선별된 개인에게는 Mini-International Neuropsychiatric Interview(M.I.N.I; Lecrubier et al, 1997)를 실시해, 정신장애 진단기준에 해당하거나 자살 경향성 문항에서 6점 이상으로 중간 수준 이상을 보이는 개인은 연구에서 제외하였다. 마지막으로, 정신장애 진단 기준의 역치 하 수준일지라도 임상적 수준의 우울과 불안 증상을 보이는 개인을 배제하기 위하여 Hamilton 우울 평가 척도(Hamilton Rating Scale for Depression, HRSD; Hamilton, 1967)와 상태-특성 불안 검사(State-Trait Anxiety Inventory, STAI; Spielberger, 1989) 중 상태 불안 척도를 실시하였다. 이를 통해 HRSD에서 5점 이상, 상태 불안 척도에서 55점 이상에 해당하는 개인은 각각 우울과 불안 수준이 높은 것으로 보고 배제하였다. 통제집단은 인터넷 중독 집단과 연령 및 성별이 일치하였다. 통제집단에게도 M.I.N.I., HRSD, STAI를 실시해 정신장애 진단 기준에 해당되거나 임상적 수준의 우울이나 불안 증상을 보이는 개인을 배제하였다. 또한, 통제집단의 경우 인터넷 및 스마트 기기 사용 시간을 조사해, 하루 2시간 이상 사용하는 개인은 배제하였다(Zhou, Li, & Zhu, 2013). 이는 자각 없이 인터넷 중독 증상을 보이는 개인을 배제하기 위한 것이었다. 모든 참여자는 오른손잡이로 한정하였다. 총 7명의 대상자가 주요 우울 장애 진단을 얻었거나(n=1), 자살 경향성 문항 및 HRSD에서 높은 점수를 얻었거나(n=1), 상태 불안 척도에서 높은 점수를 얻었거나(n=2), 인터넷 사용 시간이 많아(n=3) 연구에서 제외되었다. 최종적으로 인

www.kci.go.kr

표 1. 인구통계학적 및 임상적 변인

| | 인터넷 중독($n$ = 20) | 통제($n$ = 20) | Statistics |
|---|---|---|---|
| | $M(SD)$ | $M(SD)$ | $t$, $x^2$ |
| 연령 | 15.25(1.57) | 14.90(1.07) | 1.06 |
| 성별(M/F) | 16/4 | 19/1 | 2.06 |
| 손잡이(R/L) | 20/0 | 20/0 | - |
| 교육연한 | 9.35(1.53) | 8.80(1.20) | 1.27 |
| | | | |
| SAI | 46.70(7.33) | 36.70(7.36) | 4.31* |
| HRSD | 0 | 0 | - |
| IAT | 57.70(13.03) | 35.80(6.00) | 6.83* |
| S-척도 | 43.50(5.73) | 25.70(5.46) | 10.06* |
| 일평균사용시간 | 5.15(1.18) | 1.70(0.47) | 12.13* |

*$p$ <.001.

터넷 중독 집단 20명, 통제 집단 20명이 본 연구에 참가하였다. 인구통계학적 및 임상적 변인을 표 1에 제시하였다.

## 측정 도구

**Internet Addiction Test(IAT; Young, 1998).** 이 척도는 Young's Diagnostic Questionnaire (YDQ; Young, 1998)를 바탕으로 개발되었으며, 5점 Likert 척도의 20개 문항으로 구성되어 있다. 점수가 높을수록 심한 인터넷 중독 증상을 의미한다. 50점 이상을 과사용, 80점 이상을 중독으로 진단하며, 많은 연구들에서 70점을 인터넷 중독 집단의 절단점으로 사용하고 있다(Jang, Hwang, Choi, 2008; Ko et al., 2012). 본 연구에서의 Cronbach's Alpha 계수는 .94였다.

**청소년 스마트폰 중독 자가진단 척도(S-척도; 한국정보화진흥원, 2011).** 한국정보화진흥원(2011)에서 개발한 15개의 중독 실태 조사 문항으로 구성된 척도로, 일상생활장애, 금단, 내성의 3가지 하위요인으로 구성되어 있다. T점수 70점을 기준으로, 원점수 총점 45점 이상 또는 일상생활장애 16점 이상, 금단 13점 이상, 내성 14점 이상인 경우에 고위험 사용자 군으로, T점수 65점을 기준으로, 원점수 총점 41점 이하이면서 일상생활장애 13점 이하, 금단 11점 이하, 내성 12점 이하에 해당할 때 일반 사용자 군으로 분류한다. 본 연구에서의 Cronbach's Alpha 계수는 .95였다.

**Mini-International Neuropsychiatric Interview (M.I.N.I.; Lecrubier et al, 1997).** DSM-Ⅳ (정신장애의 진단 및 통계편람 4판)와 ICD-10 (국제질병분류 10판)의 주요 제 1축 정신과 질환의 진단을 위해서 개발된 구조화된 면접 도구이다. 여러 기관에서 임상 연구나 역학 조사 등에서 사용되고 있으며, SCID보다 짧은 면접 시간이 큰 장점으로 여겨진다. 본 연구에서는 정신

www.kci.go.kr

장애 진단 기준에 해당하는 개인을 배제하기 위해, 유상우 등(2006)이 번안한 표준화된 M.I.N.I.를 사용하였다.

**Hamilton 우울 평가 척도(Hamilton Rating Scale for Depression, HRSD; Hamilton,1967).** HRSD는 우울증의 심각도 측정을 목적으로 개발된 관찰자 평정 척도이다. 본 연구에서는 이중서 등(2005)에 의해 표준화된 한국판 Hamilton 우울증 평가척도(K-HRSD)를 사용하였다. 총점의 범위는 0 ~ 52점으로, 높은 점수일수록 심각한 우울증상을 겪고 있음을 의미한다. Romera 등(2011)이 제안한 최적의 절단 점수는 5점이었다.

**상태 불안 척도(State Anxiety Scale; Spielberger, 1989).** 상태 불안 척도는 임상적인 불안 증상을 나타내고 있는 집단 및 정신과 환자의 불안을 판별해주는 데 유용한 검사로 총 20문항의 4점 Likert 척도로 구성되어 있다. 점수의 범위는 20 ~ 80점까지 이다. 높은 점수일수록 높은 상태 불안 수준을 반영한다. 본 연구에서는 김정택과 신동균에 의해 표준화된 한국판 STAI의 상태불안척도를 사용하였다. Kvaal 등(2005)이 제안한 정신과 환자와 정상인을 나누는 최적의 절단 점수는 55점이었다. 본 연구에서의 Cronbach's Alpha 계수는 .89였다.

### 뇌파 측정 및 분석

뇌파 측정은 경기도에 위치한 연구소의 뇌파 검사실에서 실시하였다. 검사실은 가로 2.5m, 세로 3m 크기로, 외부로부터의 소음과 잡파를 최소화할 수 있도록 설계되었다. 검사실 중앙에는 참여자가 앉을 안락의자를 위치시켰다. 참여자가 앉는 의자의 약 1m 앞에 시선을 고정하기 위한 고정판을 설치하여 안구 움직임을 통제하여 안전도의 혼입을 최소화하였다. 시력이 나쁜 개인은 안경을 착용하고 측정을 진행할 수 있도록 하였다. 표적을 바라보는 중 참여자가 눈에 힘을 줄 시 안전도가 뇌파에 혼입될 수 있으므로 충분히 힘을 빼고 편안하게 신체를 이완할 수 있도록 지시하였다.

본 연구에 사용한 뇌파 측정기는 Neuronics 32(인터메드)이다. 뇌파는 30개의 전극을 10 - 20 국제전극배치법에 따라 배치한 30채널 quick-cap을 이용하여 측정하였고, 준거전극은 양 귓불에 부착하였다[그림 1]. sampling rate는 256hz이고, 전극과 두피의 저항 값은 10kΩ 이하로 유지하였다. 고역 통과 필터는 1Hz, 저역 통과 필터는 70Hz로 설정하였으며, 전원으로 인한 잡파 혼입을 방지하기 위해 60Hz 대역에 노치필터를 설정하였다.

잡파의 혼입을 최소화하고자 참여자에게 핸드폰 등 전자제품을 검사실 밖에 보관하도록 지시하였다. 검사실에 입장한 후에는 참여자가 편안하게 이완할 수 있도록 간단한 심호흡을 지시하며 EEG 측정 절차 및 안전성에 대한 충분한 설명을 제공하였다. 다음으로, 실험실 환경에 적응하고 충분히 이완할 수 있도록 약 20분 간 이완훈련을 실시하였다. 또한 실험 절차에 질문이 있거나 실험을 중단하고 싶을 경우 언제든지 질문이나 중단 요청을 할 수 있음을 안내하였다. EEG 측정은 눈을 뜬(Eye Open; O) 상태와 눈을 감은(Eye Closed; C) 상태에서 번갈아 실시하였으며, C-O-C-O 순서로 측정했다. EEG는 각 시행 당 3분간

www.kci.go.kr

기록하였다.

실험을 통해 수집된 뇌파는 ASCII 형태로 추출하였으며, 뇌파 이외의 잡파를 제거하기 위한 필터링을 진행하였다. 먼저 EEGLAB 12.0.6(Matlab)을 사용해 FIR(Finite Impulse Response) 디지털 필터링을 실시하여 1~40Hz 주파수의 뇌파만을 분석하도록 하였다. 다음으로 ICA(Independence Component Analysis)를 이용하여 안구움직임과 눈 깜박임에 따른 잡파 성분을 제거한 뒤, 제거되지 않고 남아있는 잡파 역시 제거하여 보다 순수한 뇌파 데이터를 확보할 수 있도록 하였다. 이렇게 잡파를 제거한 뇌파 데이터가 최소 100초 이상인 경우만을 본 연구의 분석에 사용하였다.

다음으로 Telescan(락싸)을 사용해 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform; FFT)을 실시하여, 1~40hz에 해당하는 주파수 영역을 12개의 영역으로 나누었다. 주파수 밴드는 각각 Delta(1~4Hz), Theta(4~8Hz), Alpha(8~12Hz), SMR(12~15Hz), Beta 1(15~18Hz), Beta 2(18~30Hz), Gamma(30~40Hz)로 나누었다. 마지막으로 Fp1과 Fp2 전극을 제외한 28개 전극의 밴드 별 전체 에포크의 평균 절대파워를 구하였다. Fp1과 Fp2 전극에서 측정된 뇌파는 안전도 및 이마 움직임으로 인해 발생하는 잡파에 지나치게 민감하여 본 연구의 분석에서 제외하였다.

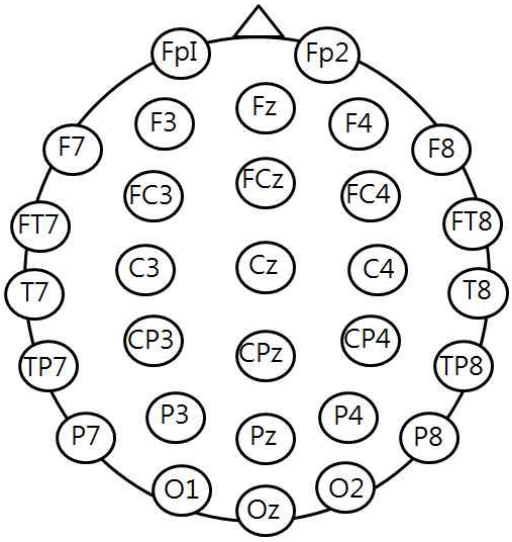


그림 1. 전극 부착 영역

**통계 분석**

통계 분석을 위해서는 Telescan과 SPSS 18(IBM)을 사용하였다. 먼저 인구통계학적 변인인 연령, 성별, 교육연한, 손잡이에 대하여 두 집단 간 독립표본 T 검증을 실시해 차이가 없음을 확인하였다. 다음으로 임상적 및 인터넷 중독 증상 관련 변인들인 HRDS, 상태 불안 척도 점수, IAT, S-척도, 일 평균인터넷 사용 시간에 대하여 두 집단 간 독립표본 T 검증을 실시하였다. 이후, 뇌파 절대파워 분석을 위해 각 밴드 별 절대파워의 자연로그 값을 취했다. 이후 28개 전극을 영역별로 전두·측두·두정·후두 영역으로 나누어 평균값을 구한 뒤 두 집단 간 독립표본 t 검증을 실시하였다. 차이가 나타난 대역에서는 상태 불안 척도 점수를 통제하기 위해 공분산분석을 실시하였다. 또한, 인터넷 중독 수준의 심각성과 집단 간 차이가 나타난 뇌파 대역 간 연관성이 있는지 추가적으로 확인하기 위하여 인터넷 중독 집단에서만 상태 불안 척도 점수를 제어변수로 하여 IAT 점수와 뇌파 절대파워의 편상관 계수를 구했다.

마지막으로 뇌파의 시간적 동조성을 확인하였다. 시간적 동조성은 각 전극에서 앞서 나눈 각각의 대역의 개별 에포크 당 진폭을 구하여, 전극

www.kci.go.kr

간 Pearson 상관계수를 구하는 방식으로 알아보았다. 이를 통해 두 전극 간 각 대역 진폭이 얼마나 시간적으로 동질한지 확인할 수 있었다. 인터넷 중독 집단과 통제 집단이 시간적 동질성의 차이를 보이는지 확인하기 위하여 집단 간 독립표본 T 검증을 실시한 뒤, 차이가 나타나는 영역들에 대하여 역시 상태 불안 척도 점수를 통제하기 위해 공분산 분석을 실시하였다.

## 결 과

### 인구통계학적 및 임상적 변인

인터넷 중독 집단과 정상 통제 집단의 인구통계학적 및 임상적 변인들의 차이를 독립표본 t 검증을 통해 비교한 것을 표 1에 제시하였다. 연령, 성별, 손잡이, 교육연한 등 인구통계학적 변인에서는 두 집단 간 차이가 나타나지 않았다. IAT 점수는 인터넷 중독 집단이 통제 집단에 비해 유의하게 높았으며($t$ = 6.83, $p$ < .001) S-척도 점수 역시 인터넷 중독 집단이 통제 집단에 비해 유의하게 높았다($t$ = 10.06, $p$ < .001). 또한 하루 평균 인터넷 사용 시간도 인터넷 중독 집단이 유의하게 더 많았다($t$ = 11.86, $p$ < .001). 다른 임상적 변인들의 경우, HRSD는 두 집단 구성원 모두 0점이었으나, 상태 불안 척도는 인터넷 중독 집단이 유의하게 더 높았다($t$ = 4.31, $p$ < .001).

### 영역별 절대파워

다음으로 Delta(1~4Hz), Theta(4~8Hz), Alpha(8~12Hz), SMR(12~15Hz), Beta 1(15~18Hz), Beta 2(18~30Hz), Gamma(30~40Hz) 대역에 대해 각각 눈을 뜬 조건과 눈을 감은 조건에서 영역 별 절대파워의 자연로그 값을 구하여 인터넷 중독 집단과 정상 통제 집단의 차이를 독립표본 t 검증을 통해 비교하였다. 분석 결과, 눈을 감은 조건에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 눈을 뜬 조건에 대하여 분석한 결과, Delta, Theta, Alpha, SMR, Beta 2 대역에서는 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다. Beta 1과 Gamma 대역의 경우 전체 영역에서 유의한 차이가 관찰되었다. Beta 1 대역에서 인터넷 중독 집단이 모든 영역에서 정상 통제 집단에 비해 더 큰 절대파워를 나타내는 것을 확인할 수 있었으며(전두 $t$ = 2.29, $p$ < .05; 두정 $t$ = 2.79, $p$ < .01; 후두 $t$ = 2.61, $p$ < .05; 좌측 측두 $t$ = 2.88, $p$ < .01; 우측 측두 $t$ = 2.65, $p$ < .05), Gamma 대역에서도 인터넷 중독 집단이 모든 영역에서 정상 통제 집단보다 더 큰 절대파워를 나타냈다(전두 $t$ = 2.04, $p$ < .05; 두정 $t$ = 2.88, $p$ < .01; 후두 $t$ = 3.37, $p$ < .01; 좌측 측두 $t$ = 2.82, $p$ < .01; 우측 측두 $t$ = 2.54, $p$ < .05).

이러한 집단 간 절대파워의 차이에 상태 불안 정도가 영향을 미쳤을 수 있으므로, 상태 불안 수준을 통제하기 위해 공분산분석을 실시하였다. 공분산분석 결과 인터넷 중독 집단의 Beta 1 대역은 상태불안을 통제했을 때 모든 영역에서 통제 집단에 비해 유의하게 큰 진폭을 나타냈다(전두 $F$ = 7.43, $p$ < .05; 두정 $F$ = 11.22, $p$ < .01; 후두 $F$ = 10.40, $p$ < .01; 좌측 측두 $F$ = 10.52, $p$ < .01; 우측 측두 $F$ = 10.33, $p$ < .05). Gamma 대역의 경우, 상태불안을 통제했을 때 인터넷 중독 집단은 전두 영역을 제외하고 두정, 후두, 양

www.kci.go.kr

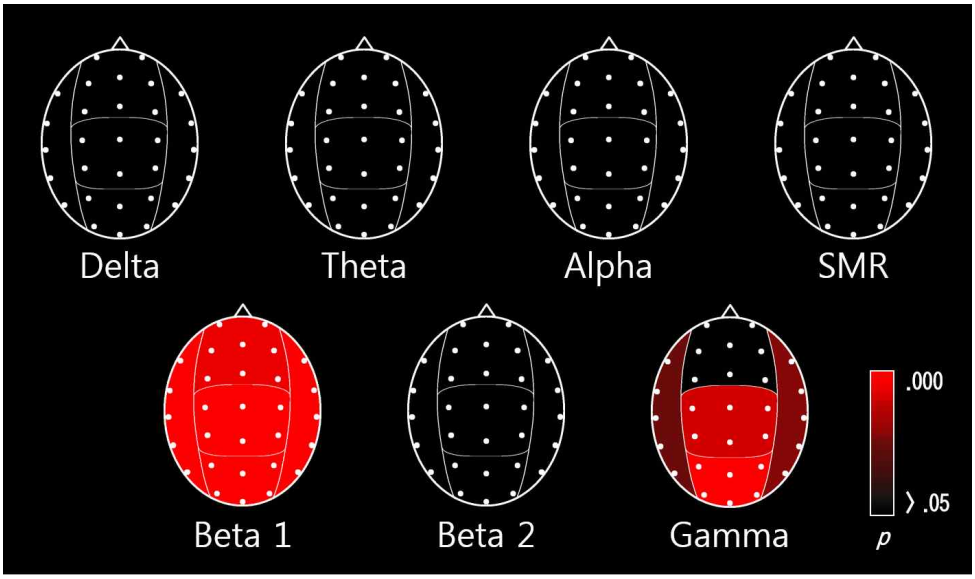


그림 2. 상태불안을 통제한 인터넷 중독 집단과 통제 집단의 뇌파 절대파워 차이

반구 측두 영역에서 통제집단에 비해 유의하게 큰 진폭을 나타냈다(두정 $F$ = 6.65, $p$ < .05; 후두 $F$ = 8.92, $p$ < .01; 좌측 측두 $F$ = 4.89, $p$ < .05; 우측 측두 $F$ = 5.33, $p$ < .05). 공분산분석 결과를 그림 2에 제시하였다.

### 뇌파와 인터넷 중독 심각도의 관련성

다음으로 인터넷 중독의 심각도가 위에서 차이를 보인 뇌파 절대파워와 관련되는지를 알아보고자 하였다. 따라서 IAT점수와 뇌파 절대파워가 상관을 보이는지에 대해 확인하고자 하였다. 이때, 상태 불안 수준을 통제하기 위해 상태 불안 점수를 제어 변수로 하여 인터넷 중독 집단의 IAT 점수와 상기 영역별 뇌파 절대파워의 자연로그 값에 대하여 Pearson 편상관 검증을 실시하였다. IAT 점수는 Beta1 대역의 두정, 좌측 측두 영역과 유의한 정적 상관을 보였으나(두정 $r$ = .50, $p$ < .05; 좌측 측두 $r$ = .52, $p$ < .05), 전두, 우측 측두, 후두 영역의 Beta1 대역과는 유의한 상관이 나타나지 않았다. 또한 Gamma 대역의 모든 영역과 유의한 상관이 나타나지 않았다. 편상관검증 결과를 표 2에 제시하였다.

### 영역 간 시간적 동조성

다음으로, 집단 간 진폭 차이가 나타난 Beta 1과 Gamma 대역에 대해 영역 간 시간적 동조성의 집단 간 차이를 독립표본 T 검증을 통해 확인하였다. 분석 결과 Beta 1 대역에 대해서는 두 집단 간 시간적 동조성의 차이가 나타나지 않았다. Gamma 대역에서는 두 집단 간 시간적 동조성의 차이가 나타났기 때문에, 집단 간 차이가 나타난 영역에 대하여 상태 불안 점수의 영향을 통제하

www.kci.go.kr

표 2. 상태불안 점수를 제어변수로 둔 IAT 점수, Beta1 대역, Gamma 대역 값의 편상관분석 결과

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | IAT 점수 | - | | | | | | | | | | |
| 2. | Beta 1 전두 | .40 | - | | | | | | | | | |
| 3. | Beta 1 두정 | .50* | .80** | - | | | | | | | | |
| 4. | Beta 1 후두 | .32 | .76** | .93** | - | | | | | | | |
| 5. | Beta 1 좌측 측두 | .52* | .84** | .91** | .85** | - | | | | | | |
| 6. | Beta 1 우측 측두 | .45 | .87** | .89** | .83** | .98** | - | | | | | |
| 7. | Gamma 전두 | .08 | .38 | .10 | .13 | .41 | .50* | - | | | | |
| 8. | Gamma 두정 | .42 | .58** | .75** | .58* | .78** | .80** | .40 | - | | | |
| 9. | Gamma 후두 | .20 | .71** | .71** | .75** | .72** | .75** | .35 | .73** | - | | |
| 10. | Gamma 좌측 측두 | .35 | .59** | .54* | .43 | .78** | .80** | .76** | .82** | .58** | - | |
| 11. | Gamma 우측 측두 | .30 | .55* | .48 | .36 | .69** | .77** | .79** | .81** | .55* | .94** | - |

주. 1. IAT 점수 2. Beta 1 전두 3. Beta 1 두정 4. Beta 1 후두 5. Beta 1 좌측 측두 6. Beta 1 우측 측두 7. Gamma 전두 8. Gamma 두정 9. Gamma 후두 10. Gamma 좌측 측두 11. Gamma 우측 측두

*$p$ <.05, **$p$ <.01.

기 위하여 공분산 분석을 실시하였다. 인터넷 중독 집단이 통제집단에 비해 시간적 동조성이 유의하게 강했던 영역을 그림 3에 제시하였다.

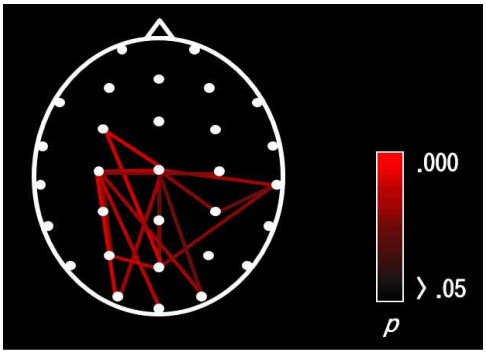


그림 3. Gamma 대역의 영역 간 시간적 동조성

인터넷 중독 집단은 통제집단에 비해 두정 영역 내(C3-Cz $F$ = 6.10, $p$ < .05; C3-C4 $F$ = 5.38; $p$ < .05; Cz-CPz $F$ = 4.98, $p$ < .05; Cz-CP4 $F$ = 5.22, $p$ < .05) 및 두정-후두 영역 간 시간적 동질성이 강했다(FC3-Pz $F$ = 6.35, $p$ < .05; C3-P3 $F$ = 5.34, $p$ < .05; C3-O1 $F$ = 6.47, $p$ < .05; C3-Oz $F$ = 6.18, $p$ < .05; C3-O2 $F$ = 5.58, $p$ < .05; Cz-Pz $F$ = 5.30, $p$ < .05; Cz-O1 $F$ = 5.49, $p$ < .05; Cz-O2 $F$ = 4.88, $p$ < .05). 또한 두정-우측 측두 간 시간적 동질성 역시 인터넷 중독 집단에서 통제집단에 비해 더 높은 값이 나타났으며(T8-Cz $F$ = 5.73, $p$ < .05; T8-CP4 $F$ = 4.83, $p$ < .05), 우측 측두-후두 간

www.kci.go.kr

시간적 동질성에서도 인터넷 중독 집단이 통제집단보다 더 높은 값이 나타난다는 것을 알 수 있었다(T8-Pz $F$ = 5.26, $p$ < .05). 마지막으로, 후두 영역 내 시간적 동질성 역시 인터넷 중독 집단에서 통제집단보다 더 높은 값을 보였다(P3-Pz $F$ = 6.14, $p$ < .05). 그러나 전두 영역 및 좌측 측두 영역에서는 두 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다.

## 논 의

본 연구는 인터넷 중독 고유의 심리생리적 특성을 규명하기 위해 공존질환 및 임상적 수준의 우울과 불안 증상이 없이 인터넷 중독 증상만을 나타내는 집단의 휴식기 정량적 뇌파 분석을 실시하였다. 연구 결과, 먼저 인터넷 중독 집단은 통제 집단에 비해 인터넷 및 스마트폰 중독 척도 점수와 일평균 인터넷 사용 시간, 상태불안 척도 점수가 유의하게 높았다. 다른 인구통계학적 및 임상적 변인들은 두 집단 간 차이가 나타나지 않았다. 또한 상태불안을 통제하였을 때 인터넷 중독 집단은 눈을 뜬 조건에서 전체 전극 영역에서 측정된 Beta 1 대역, 그리고 전두 영역을 제외한 모든 영역의 Gamma 대역에서 유의하게 높은 절대파워를 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 또한 인터넷 중독 집단의 IAT 점수는 Beta 1 대역과는 유의한 정적 상관을 나타내었으나 Gamma 대역과는 유의한 상관을 나타내지 않았다.

본 연구 결과에서 나타난 인터넷 중독 집단의 Beta1 대역 진폭 상승은 선행 연구들에서 나타난 물질 사용 장애 환자들의 휴식기 Beta 대역 진폭 증가와 일치하고 있다. 알코올 중독 환자들에게서 과도한 휴식기 Beta 진폭이 관찰된다는 것은 1970년대 후반부터 일관되게 보고되어 왔는데, 특히 알코올 사용으로 인한 기능 손상이 심각한 환자일수록 Beta대역에서 높은 진폭을 나타내는 것으로 알려져 있다(Coger, Dymond, Serafetinides, Lowenstam, & Pearson, 1978; Propping, Krüger, & Mark, 1981). 즉, 과도한 Beta 진폭은 알코올 중독 증상 및 그 심각성을 가장 잘 반영하는 뇌생리학적 지표인 것으로 보인다.

과도한 휴식기 Beta 진폭은 알코올 중독에서뿐 아니라 다양한 물질 사용 장애에서 공통적으로 발견되는 현상이다. 코카인 중독자들은 정상인보다 높은 Beta 진폭을 보였을 뿐 아니라, 코카인 사용 빈도가 높을수록 더 높은 Beta 진폭을 나타내었다(Herning, Glover, Koeppl, Phillips, & London, 1994). 엑스터시나 아편제 사용 장애 환자들 역시 마찬가지로 높은 휴식기 Beta 진폭을 나타내었으며 중독 기간과 Beta 진폭이 유의한 정적 상관을 나타내, 중독의 심각성과 Beta 진폭이 관련된다는 것을 확인할 수 있었다(Houston & Ceballos, 2013; Wang, Kydd, Wouldes, Jensen, & Russell, 2015). 따라서 본 연구에서 나타난 인터넷 중독 집단의 Beta1 진폭 상승 및 IAT점수와의 정적 상관은 이들이 물질 사용 장애와 유사한 심리생리학적 기전을 가지고 있을 수 있다는 것을 시사한다.

중독에서 나타나는 이러한 과도한 Beta 진폭은 중독 환자들이 일반적으로 가지고 있는 과도한 보상 민감성과 관련되는 것일 수 있다. Beta 진폭은 보상 경로에 속하는 피질 및 피질 하 두뇌 영역들 간 네트워크의 통합 및 조절과 관련되는 것으로 알려져 있다(Varela, Lachaux, Rodriguez, & Martinerie, 2001; Colgin et al., 2009). 실제로 다

www.kci.go.kr

양한 ERP 연구들에서 과제 실시 시 보상으로써 주어지는 긍정적 자극이 Beta 진폭을 증가시키는 것으로 나타났는데, 이는 Beta 대역 진폭이 보상 처리에 핵심적인 역할을 하고 있다는 것을 시사하는 것이었다(HajiHosseini, Rodríguez-Fornells, & Marco-Pallarés, 2012, Mellers & McGraw, 2001). 그런데 중독 환자들은 이러한 보상 경로의 활성화 수준이 휴식기에도 증가되어 있다는 근거들이 있다(Bechara, 2005). 즉, 본 연구에서 인터넷 중독 집단이 휴식기에 보인 과도한 Beta1 진폭은 중독 환자들에게서 나타나는 보상 경로의 일반화된 과잉 흥분을 반영하는 것일 가능성이 있다.

한편, 본 연구 결과로 나타난 인터넷 중독 집단의 뇌파 패턴에서 ADHD 및 충동 조절 장애와의 유사점은 거의 발견되지 않았다. ADHD와 충동 조절 장애 모두 전두 영역에 국한된 이상 뇌파 패턴이 특징적이다. ADHD 환자들은 전두 영역에서 Theta 대역 진폭은 정상인에 비해 높은 반면 Beta 대역 진폭은 오히려 낮은데, 이것은 이들의 각성 저하로 인한 주의력 결핍 및 실행기능의 결함을 반영하는 것으로 알려져 있다(Egner & Gruzelier, 2003). 반면 충동 조절 장애의 경우 ADHD와는 반대로 전두 영역에서의 Beta 대역 진폭 상승이 특징적으로, 이는 신경계의 흥분-억제 불균형으로 인한 것으로 여겨지고 있다(Kamarajan & Porjesz, 2012). 그러나 본 연구 결과 인터넷 중독 집단은 전두 영역에 국한되지 않고 전체 뇌 영역에서 Beta 1 진폭이 상승하는 모습을 나타내었다. 또한 인터넷 중독 집단의 Theta 대역 진폭은 통제 집단과 차이를 보이지 않았다. 따라서 본 연구 결과로 나타난 뇌파 패턴을 고려할 때, 인터넷 중독을 ADHD나 충동 조절 장애의 하위 장애로 개념화하는 것은 다소 어려울 것으로 보인다.

또한 본 연구에서 인터넷 중독 집단은 두정, 후두, 양 반구 측두 영역 Gamma 대역의 절대파워가 정상인보다 높았을 뿐 아니라 시간적 동조성 분석 결과 두정-우측 측두-후두 간 동조성이 통제 집단에 비해 유의하게 높다는 것을 확인할 수 있었다. 선행 연구에 따르면 인터넷 중독 집단은 정상인에 비해 높은 Gamma 대역 진폭을 보였다(Choi et al., 2013). 그러나 일반적인 물질 사용 장애들의 경우 30Hz이하의 Beta 대역과 높은 연관성을 보이기는 하지만 Gamma 대역과 연관된다는 근거는 찾을 수 없었다(Coger et al., 1978; Wang et al., 2015). 즉, Gamma 대역 진폭의 증가 및 높은 동조성은 중독의 일반적인 특징이라기보다 인터넷 중독에서만 나타나는 특징적 현상으로 보인다.

이러한 Gamma 대역 진폭 증가 및 동조성 증가에 대해 한 가지 새롭게 제안할 수 있는 것은, 이것이 반드시 병리적 지표라기보다는 일반인과 구분되는 인터넷 사용자 집단만의 독특한 특성일 수 있다는 것이다. Gamma 진폭은 활발한 피질 활동을 나타내는데, 특히 휴식기에 자발적으로 나타나는 Gamma 진폭은 시상-피질 간 연결성을 반영하는 것으로 설명되어 왔다(Engel, Fries, & Singer, 2001). 시상은 우리 뇌에서의 감각 입력의 첫 단계로 여겨지는데, 따라서 Gamma 진폭 역시 감각 자극과 밀접한 관련을 보이며 많은 연구들에서 Gamma 활동은 감각 및 지각의 활발한 통합 과정을 반영한다고 설명되어 왔다(Debener, Herrmann, Kranczioch, Gembris, & Engel, 2003).

www.kci.go.kr

그런데 게임을 장기간 사용할 경우 시각적 민감성 및 정확성이 증가한다는 연구 결과가 보고되고 있으며(Appelbaum, Cain, Darling, & Mitroff, 2013), 실제로 정상인에게 게임을 시킨 후 휴식기 뇌파 측정 결과 Gamma 대역 진폭이 증가하였다는 연구 결과도 있었다(Chiara et al., 2015). 즉, 본 연구 결과로 나타난 인터넷 중독 집단의 두정, 측두, 후두 영역 Gamma 대역 진폭 상승 및 시간적 동조성의 증가는 인터넷 과사용으로 인한 감각적 변화를 시사하는 것일 수 있다. 본 연구에서 나타난 이와 같은 결과는 인터넷 중독 집단의 Gamma 대역 진폭 증가와 감각적 변화에 대한 추가적 행동적 과제를 실시하는 후속 연구를 촉발시킬 수 있을 것으로 보인다.

본 연구에서 인터넷 중독 집단은 Beta 2(18~30Hz) 대역에서는 정상 통제 집단과 차이를 보이지 않았다. 20Hz 이상의 높은 Beta 대역은 주로 능동적 인지적 노력과 관련하여 나타난다고 한다(Strelets, Novototsky-Vlasov, & Golikova, 2002). 본 연구에서는 휴식기 뇌파를 측정하였으므로 인지적 노력을 기울이는 상황이 초래되지 않았다. 따라서 본 연구에서 인터넷 중독 집단과 통제집단의 Beta2 대역 진폭이 유의한 차이를 보이지 않았던 것은 특정한 인지적 과제를 실시하지 않고 휴식기 뇌파 특성을 탐구한 본 연구의 설계가 반영된 결과로 보인다.

본 연구는 공존하는 정신과적 질환 및 임상적 수준의 우울과 불안 증상을 지니고 있지 않은 인터넷 중독 집단의 휴식기 정량적 뇌파의 특성을 확인한 연구로써, 인터넷 중독의 심리생리학적 기전이 중독과 ADHD 중 어느 쪽에 더 가까운지에 대한 통찰을 제공해준다. 연구 결과 인터넷 중독 집단은 고주파 대역에 속하는 Beta 1 대역 진폭이 통제집단에 비해 높았으며 인터넷 중독의 심각성과 정적 상관을 보여, 일반적인 물질 사용 장애와 유사한 패턴을 나타내었다. 또한 인터넷 중독 집단은 두정, 측두, 후두 영역의 Gamma 대역 진폭이 높고 시간적 동조성 역시 강해, 인터넷 과사용과 관련한 감각적 변화 및 이와 관련한 뇌생리학적 변화에 대한 가능성을 제공하였다. 즉, 본 연구 결과로 나타난 EEG 패턴은 인터넷 중독이 중독의 하위 장애로 개념화되는 데에 대한 근거를 제공하며, 인터넷 중독의 특징적인 현상을 잘 반영해준다고 할 수 있다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 먼저, 본 연구의 각 집단 별 참여자 수는 20명씩으로 다소 적은 편이었다. 그러나 본 연구와 같은 뇌영상 및 생리심리학적 연구들의 경우 집단 별 약 10명에서 20명 정도의 참여자 할당이 보편적으로(Liu et al., 2010; Zhou et al., 2013), 본 연구 표본의 크기는 생리학적 연구에 있어 현실적 조건 하에서 집단 간 차이 검증을 할 수 있는 적절한 규모였던 것으로 생각된다. 그렇지만 본 연구 결과의 일반화를 위해서는 보다 큰 인터넷 중독 표본을 통해 반복 검증을 실시할 필요가 있을 것으로 보인다.

또한, 본 연구는 휴식기 뇌파 분석을 실시한 연구로써, 보상 관련 및 다른 인지적 특성의 행동적 수행에 대한 평가를 실시하지 않았다. 본 연구에서 실시한 휴식기 뇌파 분석은 인터넷 중독만의 특징적이고 안정적인 심리생리학적 특성을 규명하기에 적합한 연구 방법이었으며, 휴식기 뇌파를 측정함으로써 영역 간 시간적 동조성에 대해서도 확인할 수 있었다. 그러나 중독에서 나타나는 보상에 대한 민감성 증대가 실제로 인터넷 중독에

www.kci.go.kr

게서도 나타나는지에 대한 행동적 증거를 확보하지 못해, 인터넷 중독이 중독과 동일한 기전을 공유한다는 확실한 결론을 내리기에는 다소 부족하였다. 따라서 후속 연구에서는 행동 실험을 통해 실제로 인터넷 중독이 이러한 특성을 지니고 있는지에 대해 검증할 필요가 있을 것이다.

또한 본 연구는 공존하는 정신과 질환이 없이 순수하게 인터넷 중독 증상만을 보이는 집단을 대상으로 한 연구로, 인터넷 중독 고유의 심리생리적 특징을 확인할 수 있었다는 장점이 있다. 그러나 현실적으로 많은 수의 인터넷 중독 환자들은 우울이나 불안 등의 문제를 보이며, 인터넷 중독이 이러한 정신과적 질환의 이차적 증상으로써 나타난다는 관점 또한 제시되고 있다(노안영, 정민, 2011; Caplan, 2003). 즉 본 연구에서 모집된 개인들은 실제 임상 장면에서의 인터넷 중독을 온전하게 반영하지 못했을 수 있으며, 인터넷 중독이 주요 정신과적 질환의 이차적 증상으로써 나타날 가능성에 대해서는 충분히 검증할 수 없었다는 한계점을 지니고 있다.

이러한 한계점에도 불구하고, 본 연구는 인터넷 중독의 특성에 대한 심리생리학적 측정 자료를 분석함으로써 인터넷 중독의 병태생리학적 특성을 규명할 수 있는 객관적 근거를 제공했다는 점에서 그 의의가 있다. 본 연구를 통해 발견된 인터넷 중독의 기저 심리생리학적 특성은 향후 인터넷 중독에 대한 활발한 연구들을 끌어 낼 것으로 기대된다.

## 참 고 문 헌


고영건, 이임순, & 김지혜. (2004). 주의력-결핍/과잉행동 장애와 품행 장애의 충동성 비교. 한국심리학회지: 임상, 23(2), 417-433.

김정택, 신동균 (1978). STAI 의 한국표준화에 관한 연구. 최신의학, 21(10), 1223-1229.

노안영, 정민 (2011). 우울을 매개로한 대학생의 인터넷 중독 예측 변인들. 상담학연구, 12(1), 355-371.

신광우, 김동일, & 정여주. (2011). 스마트폰 중독 진단 척도 개발 연구. 서울: 한국정보화진흥원.

유상우, 김영신, 노주선, 오강섭, 김찬영, & 남궁기. (2006). 한국판 Mini International Neuropsychiatric Interview 타당도 연구. 대한불안의학지, 2, 50-55.

이중서, 배승오, 안용민, 박두병, 노경선, 신현균, & 김용식 (2005). 한국판 Hamilton 우울증 평가 척도의 신뢰도, 타당도 연구. J. Korean Neuropsychiatr Assoc, 44(4), 456-465.

한국정보화진흥원 (2015). 2014 인터넷중독 실태조사. 서울: 미래창조과학부.

황병록, 정형원 (2010). 청소년 인터넷 게임 중독과 게임 이용자 혁신성과의 관계 연구. 한국컴퓨터게임학회논문지, (20), 167-176.

American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistic Manual of Mental Disorders 5th edition (DSM-5).* Washington, DC: APA.

Anand, A., & Shekhar, A. (2003). Brain imaging studies in mood and anxiety disorders. *Annals of the New York Academy of Sciences, 985*(1), 370-388.

Appelbaum, L. G., Cain, M. S., Darling, E. F., & Mitroff, S. R. (2013). Action video game playing is associated with improved visual sensitivity, but not alterations in visual sensory memory. *Attention, Perception, & Psychophysics, 75*(6), 1161-1167.

Bavelier, D., Green, C. S., Han, D. H., Renshaw, P. F., Merzenich, M. M., & Gentile, D. A. (2011).


www.kci.go.kr

Brains on video games. *Nature Reviews Neuroscience, 12*(12), 763-768.

Bechara, A. (2005). Decision making, impulse control and loss of willpower to resist drugs: a neurocognitive perspective. *Nature Neuroscience, 8*(11), 1458-1463.

Bechara, A., & Damasio, H. (2002). Decision-making and addiction (part I): impaired activation of somatic states in substance dependent individuals when pondering decisions with negative future consequences. *Neuropsychologia, 40*(10), 1675-1689.

Bechara, A., Dolan, S., & Hindes, A. (2002). Decision-making and addiction (part II): myopia for the future or hypersensitivity to reward?. *Neuropsychologia, 40*(10), 1690-1705.

Block, J. J. (2008). Issues for DSM-V: internet addiction. *American Journal of Psychiatry, 165*, 306-307.

Brand, M., Young, K. S., & Laier, C. (2014). Prefrontal control and Internet addiction: a theoretical model and review of neuropsychological and neuroimaging findings. *Frontiers in Human Neuroscience, 8*(375), 1-13.

Caplan, S. E. (2003). Preference for online social interaction a theory of problematic Internet use and psychosocial well-being. *Communication Research, 30*(6), 625-648.

Choi, J. S., Park, S. M., Lee, J., Hwang, J. Y., Jung, H. Y., Choi, S. W., Kim, D. J., Oh, S. H., & Lee, J. Y. (2013). Resting-state beta and gamma activity in Internet addiction. *International Journal of Psychophysiology, 89*(3), 328-333.

Coccaro, E. F., Lee, R. J., & Kavoussi, R. J. (2009). A double-blind, randomized, placebo-controlled trial of fluoxetine in patients with intermittent explosive disorder. *The Journal of Clinical Psychiatry, 70*(5), 653-662.

Coger, R. W., Dymond, A. M., Serafetinides, E. A., Lowenstam, I., & Pearson, D. (1978). EEG signs of brain impairment in alcoholism. *Biological Psychiatry, 13*(6), 729-739.

Colgin, L. L., Denninger, T., Fyhn, M., Hafting, T., Bonnevie, T., Jensen, O., Moser, M. B., & Moser, E. I. (2009). Frequency of gamma oscillations routes flow of information in the hippocampus. *Nature, 462*(7271), 353-357.

Debener, S., Herrmann, C. S., Kranczioch, C., Gembris, D., & Engel, A. K. (2003). Top-down attentional processing enhances auditory evoked gamma band activity. *Neuroreport, 14*(5), 683-686.

Dong, G., Huang, J., & Du, X. (2011). Enhanced reward sensitivity and decreased loss sensitivity in Internet addicts: an fMRI study during a guessing task. *Journal of Psychiatric Research, 45*(11), 1525-1529.

Dong, G., Lu, Q., Zhou, H., & Zhao, X. (2010). Impulse inhibition in people with Internet addiction disorder: electrophysiological evidence from a Go/NoGo study. *Neuroscience Letters, 485*(2), 138-142.

Egner, T., & Gruzelier, J. H. (2003). Ecological validity of neurofeedback: Modulation of slow wave EEG enhances musical performance. *Neuroreport, 14*(9), 1221-1224.

Engel, A. K., Fries, P., & Singer, W. (2001). Dynamic predictions: oscillations and synchrony in top-down processing. *Nature Reviews Neuroscience, 2*(10), 704-716.

Fontenelle, L. F., Oostermeijer, S., Harrison, B. J., Pantelis, C., & Yücel, M. (2011). Obsessive-Compulsive Disorder, Impulse Control Disorders and Drug Addiction. *Drugs, 71*(7), 827-840.

Griffiths, M. (1996). Gambling on the Internet: A brief note. *Journal of Gambling Studies, 12*(4),

www.kci.go.kr

471-473.

Griffiths, M. (2000). Does Internet and computer" addiction" exist? Some case study evidence. *CyberPsychology and Behavior*, *3*(2), 211-218.

HajiHosseini, A., Rodríguez-Fornells, A., & Marco-Pallarés, J. (2012). The role of beta-gamma oscillations in unexpected rewards processing. *Neuroimage*,*60*(3), 1678-1685.

Hamilton, M. (1960). A rating scale for depression, *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry, 23*, 56-62.

Han, D. H., Hwang, J. W., & Renshaw, P. F. (2010). Bupropion sustained release treatment decreases craving for video games and cue-induced brain activity in patients with Internet video game addiction. *Experimental and Clinical Psychopharmacology, 18*(4), 297.

Han, D. H., Lee, Y. S., Na, C., Ahn, J. Y., Chung, U. S., Daniels, M. A., Haws, C. A., & Renshaw, P. F. (2009). The effect of methylphenidate on Internet video game play in children with attention-deficit /hyperactivity disorder. *Comprehensive Psychiatry, 50*(3), 251-256.

Hermens, D. F., Soei, E. X., Clarke, S. D., Kohn, M. R., Gordon, E., & Williams, L. M. (2005). Resting EEG theta activity predicts cognitive performance in attention-deficit hyperactivity disorder. *Pediatric Neurology, 32*(4), 248-256.

Herrmann, C. S., & Demiralp, T. (2005). Human EEG gamma oscillations in neuropsychiatric disorders. *Clinical Neurophysiology, 116*(12), 2719-2733.

Herning, R. I., Glover, B. J., Koeppl, B., Phillips, R. L., & London, E. D. (1994). Cocaine-induced increases in EEG alpha and beta activity: evidence for reduced cortical processing. *Neuropsychopharmacology, 11*(1), 1-9.

Houston, R. J., & Ceballos, N. A. (2013). Human Neurophysiology: EEG and Quantitative EEG in Addiction Research. *Biological Research on Addiction: Comprehensive Addictive Behaviors and Disorders, 2*, 379.

Jang, K. S., Hwang, S. Y., & Choi, J. Y. (2008). Internet addiction and psychiatric symptoms among Korean adolescents. *Journal of School Health, 78*(3), 165-171.

June, K. J., Sohn, S. Y., So, A. Y., Yi, G. M., & Park, S. H. (2007). A study of factors that influence Internet addiction, smoking, and drinking in high school students. *Taehan Kanho Hakhoe Chi, 37*(6), 872-882.

Kim, H., Kim, Y. K., Gwak, A. R., Lim, J. A., Lee, J. Y., Jung, H. Y., Sohn, B. K., Choi, S. W., Kim, D. J., & Choi, J. S. (2015). Resting-state regional homogeneity as a biological marker for patients with Internet gaming disorder: A comparison with patients with alcohol use disorder and healthy controls. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry, 60*, 104-111.

Kamarajan, C., & Porjesz, B. (2012). *Psychology of Impulsivity.* NY: Nova Science Publishers, 20-93.

Ko, C. H., Hsiao, S., Liu, G. C., Yen, J. Y., Yang, M. J., & Yen, C. F. (2010). The characteristics of decision making, potential to take risks, and personality of college students with Internet addiction. *Psychiatry Research, 175*(1), 121-125.

Ko, C. H., Yen, J. Y., Yen, C. F., Chen, C. S., & Chen, C. C. (2012). The association between Internet addiction and psychiatric disorder: a review of the literature. *European Psychiatry,* 27(1), 1-8.

Kvaal, K., Ulstein, I., Nordhus, I. H., & Engedal, K. (2005). The Spielberger state trait anxiety inventory (STAI): the state scale in detecting mental disorders in geriatric patients. *International Journal of Geriatric Psychiatry,*

www.kci.go.kr

*20*(7), 629-634.

Lecrubier, Y., Sheehan, D. V., Weiller, E., Amorim, P., Bonora, I., Sheehan, K. H., Janavs, J. J., & Dunbar, G. C. (1997). The Mini International Neuropsychiatric Interview (MINI). A short diagnostic structured interview: reliability and validity according to the CIDI. *European Psychiatry, 12*(5), 224-231.

Lin, S. S., & Tsai, C. C. (2002). Sensation seeking and internet dependence of Taiwanese high school adolescents. *Computers in Human Behavior, 18*(4), 411-426.

Liu, J., Gao, X. P., Osunde, I., Li, X., Zhou, S. K., Zheng, H. R., & Li, L. J. (2010). Increased regional homogeneity in internet addiction disorder a resting state functional magnetic resonance imaging study. *Chin Med J (Engl), 123*(14), 1904-1908.

Mellers, B. A., & McGraw, A. P. (2001). Anticipated emotions as guides to choice. *Current Directions in Psychological Science*, *10*(6), 210-214.

Park, H. S., Kim, S. H., Bang, S., Yoon, E. J., Cho, S. S., & Kim, S. E. (2010). Altered regional cerebral glucose metabolism in internet game overusers: a 18 F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography study. *CNS Spectrums, 15*(03), 159-166.

Propping, P., Krüger, J., & Mark, N. (1981). Genetic disposition to alcoholism. An EEG study in alcoholics and their relatives. *Human Genetics, 59*(1), 51-59.

Romera, I., Pérez, V., Menchón, J. M., Polavieja, P., & Gilaberte, I. (2011). Optimal cutoff point of the Hamilton Rating Scale for Depression according to normal levels of social and occupational functioning. *Psychiatry Research, 186*(1), 133-137.

Salari, A. A., Bakhtiari, A., & Homberg, J. R. (2015). Activation of GABA-A receptors during postnatal brain development increases anxiety-and depression-related behaviors in A time-and dose-dependent manner in adult mice. *European Neuropsychopharmacology., 25*(8), 1260-1274.

Shapira, N. A., Goldsmith, T. D., Keck, P. E., Khosla, U. M., & McElroy, S. L. (2000). Psychiatric features of individuals with problematic internet use. *Journal of Affective Disorders, 57*(1), 267-272.

Shapira, N. A., Lessig, M. C., Goldsmith, T. D., Szabo, S. T., Lazoritz, M., Gold, M. S., & Stein, D. J. (2003). Problematic internet use: proposed classification and diagnostic criteria. *Depression and Anxiety, 17*(4), 207-216.

Spielberger, C. D. (1989). *State-Trait Anxiety Inventory: Bibliography (2nd ed.).* CA: Consulting Psychologists Press.

Strelets, V. B., Novototsky-Vlasov, V. Y., & Golikova, J. V. (2002). Cortical connectivity in high frequency beta-rhythm in schizophrenics with positive and negative symptoms. *International Journal of Psychophysiology, 44*(2), 101-115.

Sutherland, M. T., McHugh, M. J., Pariyadath, V., & Stein, E. A. (2012). Resting state functional connectivity in addiction: Lessons learned and a road ahead. *Neuroimage, 62*(4), 2281-2295.

Tian, M., Chen, Q., Zhang, Y., Du, F., Hou, H., Chao, F., & Zhang, H. (2014). PET imaging reveals brain functional changes in internet gaming disorder. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging, 41*(7), 1388-1397.

Uddin, L. Q., Kelly, A. C., Biswal, B. B., Margulies, D. S., Shehzad, Z., Shaw, D., Ghaffari, M., Rotrosen, J., Adler, L. A., Castellanos, F. X., & Milham, M. P. (2008). Network homogeneity reveals decreased integrity of default-mode network in ADHD. *Journal of Neuroscience*

www.kci.go.kr

*Methods*, *169*(1), 249-254.

Varela, F., Lachaux, J. P., Rodriguez, E., & Martinerie, J. (2001). The brainweb: phase synchronization and large-scale integration. *Nature Reviews Neuroscience*, *2*(4), 229-239.

Wang, G. Y., Kydd, R., Wouldes, T. A., Jensen, M., & Russell, B. R. (2015). Changes in resting EEG following methadone treatment in opiate addicts. *Clinical Neurophysiology, 126*(5), 943-950.

Weinstein, A., & Lejoyeux, M. (2010). Internet addiction or excessive internet use. *The American Journal of Drug and Alcohol Abuse*, *36*(5), 277-283.

Weinstein, A., & Lejoyeux, M. (2015). New developments on the neurobiological and pharmaco genetic mechanisms underlying internet and videogame addiction. *The American Journal on Addictions, 24*(2), 117-125.

Wilson, T. W., Franzen, J. D., Heinrichs Graham, E., White, M. L., Knott, N. L., & Wetzel, M. W. (2013). Broadband neurophysiological abnormalities in the medial prefrontal region of the default mode network in adults with ADHD. *Human Brain Mapping*, *34*(3), 566-574.

Yen, J. Y., Yen, C. F., Chen, C. S., Tang, T. C., & Ko, C. H. (2009). The association between adult ADHD symptoms and internet addiction among college students: the gender difference. *CyberPsychology & Behavior, 12*(2), 187-191.

Zhou, Z., Li, C., & Zhu, H. (2013). An error-related negativity potential investigation of response monitoring function in individuals with Internet addiction disorder. *Frontiers in Behavioral Neuroscience, 7*(131), 1-8.

원고접수일: 2015년 6월 19일
논문심사일: 2015년 7월 20일
게재결정일: 2015년 10월 14일

www.kci.go.kr

한국심리학회지: 건강
The Korean Journal of Health Psychology
2015. Vol. 20, No. 4, 893 - 912

# Psychophysiological Characteristics of teenage internet addiction: A resting state qEEG study

YunNa Kwan SungWon Choi
Department of Psychology, Duksung Women's University

Internet Addiction(IA) is associated with various disorders such as substance use disorder, ADHD, and impulse control disorder. In the present study, we purposed to investigate the resting state EEG pattern of an IA group, without any other psychiatric disorders, to identify psychophysiological characteristics of IA. Twenty adolescent patients with IA were compared to 20 healthy controls, matching for age and sex participated this study. A resting state EEG record was obtained through 30 sites of the whole scalp. In comparison with the control group, the IA group showed a significant higher beta1 and gamma EEG amplitude. This activation pattern has proven to be similar to substance use disorder.

*Keywords: Internet addiction, Internet overuse, resting state EEG, beta wave*

www.kci.go.kr