

## 베타 감소 뉴로피드백 훈련이 수면의 질에 미치는 영향<sup>†</sup>

김성욱 권윤나 최승원<sup>‡</sup>  
덕성여자대학교 심리학과

베타 감소 뉴로피드백 훈련이 수면의 질이 좋지 못한 일반인을 대상으로 수면에 어떠한 영향을 미치는지 효과를 확인하였다. 연구대상자들은 사전에 온라인을 통해서 Pittsburgh 수면의 질 척도, 불면증 심각도 척도, 수면 전 각성척도, Epworth 낮 졸리움 척도를 실시하였다. 사전에 실시한 척도 중 Pittsburgh 수면의 질 척도 점수 5점 이상의 대상자만을 선발하였다. 최종 선발된 15명의 연구대상자들은 Beta 감소 뉴로피드백 훈련 집단, SMR 강화 뉴로피드백 훈련 집단, 이완훈련 집단으로 각각 5명씩 무선배정 되었다. 대상자들은 6주 간의 수면일지를 작성하도록 하였고, 작성 2주 후 뉴로피드백 훈련이 실시되었다. 뉴로피드백 훈련은 총 4세션으로, 세션당 4회/10분으로 훈련이 실시되었다. 뉴로피드백 훈련이 종료된 후 사후 검사를 실시하였고, 2주 후 추적검사가 실시되었다. 연구 결과, Beta 감소 뉴로피드백 훈련 집단은 다른 두 집단과 달리 Pittsburgh 수면의 질 척도, 불면증 심각도 척도, 수면 전 각성 척도에서 유의미하게 감소되었다. 수면일지를 통해서 알아본 주관적 수면상태에서는 Beta 감소 뉴로피드백 훈련 집단의 수면효율이 다른 두 집단과 달리 유의미하게 증가하였다. 이러한 경향은 추적검사 때 까지 유지되었다. 끝으로 본 연구의 의의, 제한점과 미래 연구에 대한 제안점이 논의되었다.

주요어: 뉴로피드백, 불면증, 수면, 과다각성, Beta 감소

<sup>†</sup> 본 연구는 김성욱의 석사학위 청구논문을 수정 정리한 것임.

본 연구는 2014년 정부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임.(NRF-2014R1A1A1005355)

<sup>‡</sup> 교신저자(Corresponding author) : 최승원, (132-714) 서울특별시 도봉구 삼양로 144길 33 덕성여자대학교 심리학과, Tel: 02-901-8306, E-mail: karatt92@duksung.ac.kr

수면 장애(sleep disturbance)는 누구나 일생에 한 번쯤 겪을 수 있는 흔한 문제 중 하나일 것이다. 다양한 수면 장애 중 불면증은 특히 높은 유병률을 나타내는데, 미국의 경우 거의 10%에 해당하는 사람들이 만성적 불면증을 겪고 있다고 하며 국내에서도 10 ~ 17%의 사람들이 불면증으로 인해 고통을 받고 있다(이성훈, 이홍식, 유계준, 김소희, 1988; Centers for Disease Control and Prevention, 2015). 더욱이, 불면증은 심혈관계 질환, 면역계 질환, 암 등 다양한 내과적 상태들과 밀접한 관련을 지닐 뿐 아니라 낙상, 교통사고, 산업 재해 등의 원인이 되기도 해 심각한 기능적, 사회경제적 손실을 초래해, 불면증의 치료는 점차 우리 사회의 중요한문제로 떠오르고 있다(Altevogt & Colten, 2006).

국내에서 불면증의 치료법으로써 대표적으로 거론되는 것은 약물 치료일 것이다(건강보험심사평가원, 2007). 그러나 약물 치료는 즉각적인 효과를 볼 수 있다는 장점이 있지만 장기적으로 사용할 경우 약물에 대한 내성과 의존, 낮 시간 동안의 인지기능 장애 등이 유발될 수 있으며, 약물 사용을 중지했을 때 반동성 불면증이 발생할 수 있다는 문제점이 있다(김린, 2001; 김석주, 2009). 이러한 단점을 보완하면서도 병리의 신경생물학적 기제를 근거로 하는 대체치료의 한 방법으로 뉴로피드백(Neurofeedback)이 제안되고 있다(Niv, 2013).

뉴로피드백은 EEG(Electroencephalogram) 바이오피드백이라고도 불리며, 전자장비의 도움을 받아 환자가 스스로 뇌파를 변화시키는 행동훈련이다(최승원 외, 2012; Sherlin et al., 2011). 뇌파는 뇌 내 전기적 활동을 밀접하게 반영하는데, 따라

서 뉴로피드백 훈련은 특정 병리와 관련된 뇌파를 훈련을 통해 정상적으로 변화시키는 것을 목적으로 한다(최승원 외, 2012). 이 훈련 기법은 대상자의 두피에 전극을 부착하므로 비침습적이고 안전한 두뇌 활동 조절법으로 알려져 있다(Niv, 2013). 뉴로피드백은 ADHD 또는 간질 등의 치료에 널리 사용되고 있으며(Kotchoubey et al., 2001; Lansbergen, van Dongen-Boomsma, Buitelaar, & Slaats-Willemse, 2011), 최근에는 불면증의 치료에 있어서도 효과가 있다는 연구 결과들이 보고되고 있다(Hammer, Colbert, Brown, & Ilioi, 2011; Suh & Park, 2007).

현재까지 불면증 환자들에게서 치료 효과가 보고된 뉴로피드백 훈련기법은 크게 두 가지로 나뉜다. 먼저, Theta(4 ~ 8Hz) 등 서파 대역의 뇌파 진폭을 증진시키거나 근육 긴장 시 나타나는 근전도(electromyogram; EMG)를 저하시키는 것을 목표로 하는 이완 계열의 훈련법이 있다. 이 훈련법은 Budzynski(1973)가 처음 불면증 환자에게 실시하여 입면시간이 개선됨을 확인하면서 그 효과가 알려졌다. 추후에 많은 연구자들이 그의 연구를 근거로 불면증 환자들에게 훈련을 실시하며 효과를 입증하였다(Bell, 1979; Hauri, 1981; Hauri, Percy, Hellekson, Hartmann, & Russl, 1982). 이완 계열의 훈련법은 근본적으로 불면증의 치료에 널리 사용되는 이완 훈련과 유사한 기제를 지닌다(Batty, Bonnington, Tang, Hawken, & Gruzelier, 2006). 즉, 불면증의 심리적 원인인 스트레스, 불안 등으로 유발된 긴장을 완화시키고 각성을 저하시켜 수면을 유발하는 것이다(장창현, 김석현, 오동훈, 2013). 그러나 이완 계열 뉴로피드백 훈련법은 불면증에 대한 이완 훈련과 유사

하게 제한적인 효과를 나타내고 있는 것으로 보인다. 이 훈련법은 모든 불면증 환자들에게 효과적이지 못할뿐더러, 환자 개인의 특성에 따라서 효과가 달리 나타나 이완 계열 훈련이 수면 개시에는 효과적이거나 수면 유지에는 큰 효과를 나타내고 있지 못하다는 제한점이 나타났다(Bell, 1979; Hauri et al., 1982).

두 번째로, 12~15Hz 주파수 대역 뇌파를 가리키는 Sensorimotor rhythm(SMR)의 진폭 증진을 목표로 하는 SMR 증진 훈련법이 있다. SMR 증진 훈련법은 특히 ADHD 증상의 개선에 효과를 보이는 것으로 알려져 있는데(Arns, de Ridder, Strehl, Breteler, & Coenen, 2009), 불면증 환자들에게 이 훈련법을 실시한 결과 총 수면 시간의 증가, 수면 효율 증가, 불면증 척도 점수 감소 등이 보고돼 불면 증상을 완화시킬 수 있는 것으로 확인되었다(Cortooos, De Valck, Arns, Breteler, & Cluydts, 2010; Hammer et al., 2011; Hauri et al., 1982).

SMR 증진 훈련법은 경험적 연구들을 통해 그 효과가 보고되었지만, 치료의 심리생리학적 기제는 다소 모호하다. 동물 연구에서, 건강한 고양이에게 SMR 증진 훈련을 실시하였을 때 훈련 집단은 이완훈련 집단에 비해 더 깊은 수면을 취하는 것을 관찰할 수 있었다(Sterman, Howe, & Macdonald, 1970). 연구자들은 이러한 현상의 원인을 SMR 증진 훈련이 수면 시 이와 유사한 주파수 대역인 12~14Hz 대역에서 나타나는 수면 방추를 증가시켰기 때문인 것으로 추측하였다. 인간을 포함한 고등 동물들은 대체로 유사한 수면 단계를 보이는데, 각성에서 수면으로 이행하는 단계인 제 1단계 수면에서는 Theta 대역의 비

교적 낮은 주파수 대역의 뇌파가 두드러지며 느린 안구 운동이 동반된다. 2단계 수면으로 진행되면서 K 복합체와 함께 수면 방추가 두정엽부위에 나타나게 되는데, 이는 제 3, 4단계인 서파 수면을 유도하는 역할을 한다(채규영, 2007; Cash et al., 2009).

그러나 낮 시간 동안 나타나는 SMR 주파수 대역 진폭은 수면과 관련된 정신적 상태보다는 오히려 정신적 각성을 유지하는 상태와 더 밀접한 관련을 보이는 것으로 알려져 있다(Friel, 2007; Schabus, et al., 2014; Sterman, LoPresti, & Fairchild, 1969). 실제로 ADHD 아동들에게 낮 동안 SMR 증진 훈련을 시킨 결과 각성 수준 증진 및 부주의와 충동성 증상의 개선이 확인되었다(Arns et al., 2009; Hillard, El-Baz, Sears, Tasman, & Sokhadze, 2013). 반면, 인간 대상 연구에서 낮 동안의 SMR 증진 훈련이 야간 수면 중 나타나는 수면 방추의 증가와 관련된다는 경험적 연구가 매우 부족한 데 더해, SMR 증진 훈련이 수면 방추를 촉진한다는 근거 역시 확인하기 어려웠다(Hoedlmoser et al., 2008; Schabus, Griessenberger, Heib, Lechinger, & Hoedlmoser, 2013). 게다가, 수면 방추가 불면증과 직접적인 관련을 나타내는지에 대해서도 아직까지는 논란이 있어(Bastien et al., 2009; Besset, Villemin, Tafti, & Billiard, 1998; De Gennaro & Ferrara, 2003), SMR 증진 훈련법이 어떠한 신경생리학적 기제를 통해 불면증에 영향을 미치는지에 대해서는 명확히 알려져 있지 않다.

최근 들어 불면증의 발생 및 유지와 관련하여 과다 각성 이론이 많은 관심을 받고 있다. (Bonnet & Arand, 1997, 2010; Riemann et al.,

2010). 이 이론에서는 불면증을 과다 각성의 장애라고 규정하고 있는데, 과다 각성 성향을 지닌 개인들은 그렇지 않은 사람들에 비해 스트레스 시 쉽게 수면 교란에 빠지며 이러한 문제가 지속될 가능성이 더 높다고 한다(American Psychiatric Association, 2013; Bonnet & Arand, 1997). 과다 각성은 신체적, 심리적, 피질 활동의 증대를 모두 포함하는데, 특히 피질 과다각성과 관련해서는 많은 EEG 연구들이 축적되어 있다(Bonnet & Arand, 1998; Levenson, Kay, & Buysse, 2015).

많은 선행 연구들에서 불면증 환자들은 일관적으로 Beta 등 고주파 EEG 진폭이 정상인보다 높고 theta 등 서파는 감소하는 특성을 보였다(De Gennaro, Ferrara, & Bertini, 2001; Lamarche & Ogilvie, 1997; Merica, Blois, & Gaillard, 1998; Perlis, Smith, Andrews, Orff, & Giles, 2001). 이러한 특성은 야간의 수면 중 뿐 아니라 낮 동안에도 지속적으로 관찰돼, 불면증의 안정적인 심리생리학적 특성으로 여겨지고 있다(Nofzinger et al., 2004; Riedel & Lichstein, 2000; Rosa & Bonnet, 2000; Vgontzas et al., 2001; Wołyńczyk-Gmaj & Szelenberger, 2011). 일반적으로 Beta 이상 고주파 EEG는 활발한 피질 활동을 반영하며 성인의 낮 동안의 뇌파에서 지배적으로 나타나지만, 이것이 과도해질 경우 긴장, 불안, 과도한 경계 상태 등의 정신적 상태와 연관된다(Friel, 2007). 즉, 불면증 환자들이 나타내고 있는 고주파 EEG의 과잉은 피질의 활동 과다를 의미하는 것으로 생각된다(박병운, 2004; Bonnet & Arand, 1998).

본 연구의 관심사는 불면증의 주요생리지표로 확인된 높은 Beta파의 진폭을 직접 조절하는 뉴

로피드백 훈련을 개발하는 것이다. 기존 불면증 프로토콜인 각성계열의 SMR 증진 훈련이나 이완 계열의 Theta 증진 훈련은 불면증의 심리생리학적 지표를 바탕으로 만들어진 훈련 프로토콜이 아니었다. 그래서 그 효과가 간접적이고, 한계성이 나타난 이유 또한 불면증 본연의 심리생리학적 지표를 고려하지 않았기 때문이라고 판단된다. 따라서, 본 연구에서는 훈련의 효과를 입증하기 위해서 다음과 같은 변인을 선정하여 알아보고자 한다.

첫째, 불면증 환자들의 수면 상태를 평가하는데 널리 사용되는 방법 중 하나는 주관적인 수면상태를 평가하는 방법이 있는데, 대표적으로는 Buysse, Reynold, Monk, Berman과 Kupfer(1989)가 개발한 피츠버그 수면의 질 척도(Pittsburgh Sleep Quality Index)가 있다. 여기서 측정되는 수면의 질은 수면시간, 입면시간, 각성의 횟수, 수면을 얼마나 깊고 편안하게 취했는지 순수하게 주관적인 측면을 포함하여 개인의 전반적인 수면 상태를 측정한다.

둘째, 이완 계열 훈련은 입면기 불면증에는 효과가 입증되어 있으나, 불면증상을 호소하는 환자들의 불안과 긴장수준에 따라서 이완 계열 훈련의 효과가 달리 나타난다는 한계가 있다(Hauri, 1981). 또한 많은 수의 불면증 환자들이 호소하는 수면 중에도 지속되는 심리생리적 과다각성으로 인한 수면 유지의 문제 및 수면을 취한 뒤에도 남아 있는 피로감에 대한 적절한 개입방법이 되기는 어렵다(Bell, 1979; Hauri et al., 1982). 그러나 Beta 대역 진폭의 감소는 불면증 환자들이 나타내고 있는 과다각성 현상에 대한 근본적인 개입방법으로, 수면 직전 및 수면 중의 각성 수준

감소를 통해 수면의 질 증진에 효과를 발휘할 것으로 기대된다.

셋째, SMR 뉴로피드백은 불면증 환자의 입면 시간(sleep latency)을 개선시키는 효과를 나타내는 것으로 알려졌는데(Ams, Feddema, & Kenemans, 2014; Hoedlmoser et al., 2008; Serman, Macdonald, & Stone, 1974), 본 연구에서 시도하는 베타 감소 뉴로피드백 훈련도 SMR 뉴로피드백에 상응하는 병태생리학적 기반의 프로토콜임을 효과를 확인하고자 한다.

따라서 본 연구는 불면증 환자의 병태생리학적 기제로 알려진 높은 Beta파를 단독으로 감소시키는 뉴로피드백을 실시하여 불면증상 개선에 어떠한 효과가 있는지 확인하고, 기존에 효과가 있다고 알려진 SMR 강화 뉴로피드백 훈련 그리고 이완훈련과 비교하여 어떠한 효과차이가 있는지 확인하기 위해 다음과 같은 가설을 설정하였다;

가설 1. Beta 감소 뉴로피드백 훈련 집단은 훈련 후 SMR 증진 훈련 집단과 이완훈련 집단보다 수면의 질이 상승할 것이다.

가설 2. Beta 감소 뉴로피드백 훈련 집단은 훈련 후 SMR 증진 훈련 집단과 이완훈련 집단보다 수면 전 각성 점수가 감소할 것이다.

가설 3. Beta 감소 뉴로피드백 훈련 집단은 훈련 후 SMR 증진 훈련 집단과 이완훈련 집단보다 입면시간(sleep latency)이 감소할 것이다.

## 방 법

### 참여자

본 연구의 참가자들은 온·오프라인을 통해서 연구에 참여를 희망하는 20세 이상의 성인을 대상으로 모집하였다. 온라인 모집방법으로는 네이버 카페검색에서 키워드 ‘불면증’으로 검색되는 커뮤니티 카페에 연구 홍보글을 게시하였고, 오프라인 모집 방법으로 D대학 교내에 연구홍보 포스터를 부착하여 참여를 희망하는 대상자를 모집하여 19명의 참가자가 모집되었다. 연구에 참여를 희망하는 참가자들은 온라인을 통하여 사전 측정을 실시하였다.

참가자들은 불면증 심각도 척도(Insomnia Severity Index; ISI), 피츠버그 수면의 질 척도(Pittsburgh Sleep Quality Index; PSQI), Epworth 낮 졸리움 척도(Epworth Sleepiness Scale; ESS), 수면 전 각성 척도(Pre-Sleep Arousal Scale; PSAS)를 실시하였다. 연구 참가 선발 기준은 피츠버그 수면의 질 척도(PSQI)점수 5점 이상의 비숙면인(poor sleeper)으로 선정하였다(신수진, 황은희, 2008). 배제기준은 피츠버그 수면의 질 척도 5점 미만의 점수를 받은 대상, 현재 또는 과거 정신장애를 진단 받은 대상으로 기준 삼았다. 선발 기준을 충족한 참가자는 총 19명이었다. 이들은 연구자가 본 연구에 대해서 충분한 설명을 하고, 연구윤리에 따라 작성된 연구동의서를 작성하였다. 연구 참가자 19명 중 4명은 연구 참가를 희망하였으나, 개인적 사정으로 연구에 불참하게 되어 최종 15명의 연구대상자가 확정되었으며, 이들은 Beta 감소 프로토콜 집단(이

하, Beta 감소 집단) 5명, SMR 강화 프로토콜 집단(이하, SMR 강화 집단) 5명, 이완훈련 집단(이하, 이완 집단) 5명으로 무선배정 되었다.

### 측정도구

**뉴로피드백 훈련 도구.** 뉴로피드백 훈련기기는 procomp 5 infinity(Thought Thchnology Ltd.)를 사용하여 측정 및 훈련을 하였다. 뇌파신호는 IIR(Infinite Impulse Response)필터를 통해서 1Hz ~60Hz로 Cut-off 하여, 1024Hz로 샘플링(sampling) 되었다. 샘플링 된 뇌파는 Delta(1~4Hz), Theta(4~8Hz), Alpha(8~12Hz), Beta1 & SMR(12~15Hz), Beta2(15~18Hz), Beta3(18~25Hz), Beta4(25~30Hz), Gamma(30~60Hz)로 나타내었다. 각 영역별 뇌파는 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transformation; FFT)되어 진폭과 평균값으로 계산되어 훈련 및 분석에 사용되었다.

**수면일지.** 본 연구에서 사용된 수면일지는 김선영(2014)이 제작한 수면일지를 본 연구자가 일부 수정한 수면일지를 사용하였다. 연구대상자들은 매일 수면양상과 전날 수면에 영향을 미쳤을 요인들에 대해서 작성한다. 수면일지에 포함되는 항목은 잠자는 시간(잠자리에 누운 시간, 불을 끈 시간, 오늘 아침 침대에서 나온 시간), 총 수면시간, 총 깨어있었던 시간, 밤중에 깬 횟수, 수면의 질, 낮잠시간, 피곤함 정도, 알콜 섭취량, 카페인 섭취량, 흡연 횟수, 약물 섭취, 특이사항의 항목을 포함한다. 분석에 사용되는 하위 요인은 다음과 같다. 총 수면 시간(Total sleep time; TST)은 침대에서 있었던 시간과 입면시간 그리고 수면 중

깨어있는 시간을 뺀 시간이다. 침대에서 있었던 시간(Time in bed; TIB)은 잠을 자려고 침상에 누운 시간부터 아침에 침상에서 나온 시간이다. 입면시간(Sleep latency; SL)은 잠들고자 침상에 누운 후 부터 실제로 잠들 기까지의 시간이다. 수면 중 깨어있는 시간(Wake after sleep onset; WASO)은 실제로 수면 중에 깬 후 잠들기까지의 시간이다. 수면 효율(Sleep efficiency; SE)은 총 수면 시간을 침대에서 있었던 시간에서 나눈 후 100을 곱해 계산된 값이다.

**한국판 불면증 심각도 척도(Insomnia Severity Index; ISI).** 불면증 심각도 척도(Insomnia Severity Index; ISI)는 1993년 Morin 이 개발한 척도로 총 7문항으로 구성되어 있다. 검사를 시행한 시점부터 지난 2주간의 불면증 심각도를 평가한다. 대상자는 자신의 수면에 대한 만족도가 어느 정도 되는지 평가한다. 5점 리커트 척도를 사용하며, 0점='전혀 없음'~4점='매우 많이 심각함'으로 점수화 한다. 총점은 28점으로 0점~7점은 정상, 8점~14점은 경계성이며, 15점~21점은 중등도, 22점~28점은 중증으로 볼 수 있다. 한국판 불면증 심각도 척도는 2004년 조용원이 번안한 것으로, 조용원의 연구에서는 내적일치도(Cronbach's  $\alpha$ )가 .87 이었으며, 본 연구에서 .70으로 나타났다.

**피츠버그 수면의 질 척도(Pittsburgh Sleep Quality Index; PSQI).** 본 척도는 1989년 Buysse 등이 개발한 척도로, 지난 한달 동안 수면의 질과 수면 방해에 대해서 측정하는 자가 보고식 척도이다. 척도의 내용은 잠에 든 시각, 잠들

기 까지 소요된 시간, 아침에 일어난 시각, 실제로 잔 평균 시간에 대해서 작성하게 된다. 그리고 지난 한 달간 잠드는 데 방해된 요인들에 대해서 0점에서 3점으로 작성하게 되며, 수면제 복용여부, 주간활동에서 졸음을 느낀 경험, 일의 방해 여부, 한 달간 전반적인 수면의 질을 묻는다. 각 문항의 점수는 주관적 수면의 질, 수면잠복, 수면시간, 수면 효율, 수면방해, 수면약물이용, 낮 시간의 기능 장애로 각각 점수화 되어, 전체 PSQI의 점수로 환산되게 된다. 환산된 점수는 5점 미만이면 숙면인(good sleeper), 5점 이상이면 비숙면인(poor sleeper)으로 판단한다(신수진, 황은희, 2008). 본 연구에서 사용된 PSQI 척도는 Kim(2000)이 변안한 척도를 사용하였다. Kim(2000)의 연구에서 내적일치도(Cronbach's  $\alpha$ )는 .70이었으며, 본 연구에서는 .75로 나타났다.

**Epworth 낮 졸리움 척도(Epworth Sleepiness Scale; ESS).** Epworth 낮 졸리움 척도(Epworth Sleepiness Scale, 이하 ESS)는 Lee(2003)가 번역한 척도를 사용하였다. 본 척도는 1991년 Johns에 의해 개발된 척도이다. ESS는 여덟 개의 상황에서 환자가 졸린 정도를 0~3 척도로 표기한다. 점수 범위는 0~24점으로, 10~24점의 범위에 해당하는 경우 낮 졸리움증 환자라고 볼 수 있다. Lee(2003)의 연구에서 내적일치도(Cronbach's  $\alpha$ )는 .84이었으며, 본 연구에서는 .75로 나타났다.

**수면 전 각성 척도(Pre-Sleep Arousal Scale; PSAS).** 수면 전 각성 척도(Pre-Sleep Arousal Scale;이하 PSAS)는 1985년 Nicassio와

동료들이 개발한 설문지이다. 수면에 들기 전의 신체적, 인지적 각성을 측정한다. 총 16문항으로 이루어져 있으며, 점수가 높을수록 각성 수준이 높은 것을 의미한다. 본 연구에서는 조영은(2010)이 번안한 설문지를 사용하였으며, 조영은(2010)의 연구에서 내적일치도(Cronbach's  $\alpha$ )는 .91이었으며, 본 연구에서는 .79로 나타났다.

**연구 절차**

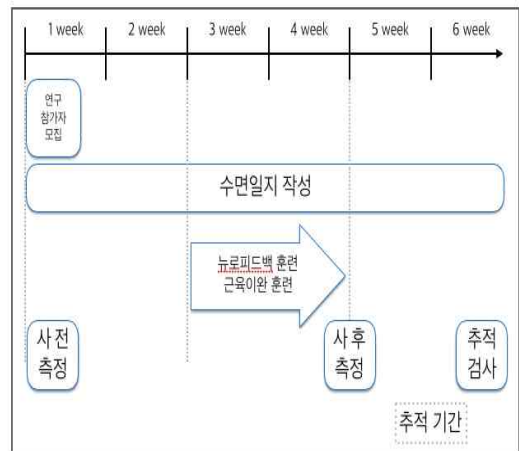


그림 1. 연구 절차

2015년 6월부터 2015년 11월까지 모집된 19명은 연구 참가를 희망한 시점에서 온라인으로 사전검사가 실시되었다. 선정기준을 만족한 연구대상자 19명은 개인별로 본 연구에 대해서 자세히 설명 및 질의응답을 받고, 연구윤리에 따라 작성된 연구동의서를 작성하였다. 연구대상자 중 개인적 사정으로 연구에 불참한 4명을 제외한 15명의 연구대상자만 연구에 참여하였다. Kryger, Roth와 Dement(2005; Choi & Kim, 2010에서 재인용)는 수면일지를 작성함에 있어서 1주 이상 작성한 것

을 평가해야 된다고 제안했다. 그들의 제안과 4세션으로 훈련의 효과가 나타난 뉴로피드백 훈련 연구(양혜련, 이재식, 2010)를 근거로 2주간 총 4세션의 훈련을 진행하여, 6주 간의 연구기간을 선정하였다. 연구대상자들은 수면일지 작성 2주 후 시점에서 심리학과 실험실에 설치된 차폐실에서 훈련을 실시하였다. 훈련은 뉴로피드백 이론과 훈련을 교육받은 본 연구의 연구자가 훈련을 실시하였다.

연구대상자들은 훈련이 종료되는 시점에서 이틀 안에 PSQI, ISI, ESS, PSAS 척도를 사용하여 온라인 사후 검사를 실시하도록 하였다. 훈련 종료 시점에서 2주 동안의 추적 조사 기간을 가졌고, 추적 기간 종료 후 이틀 안에 사전, 사후검사에서 사용한 동일한 척도를 사용하여 온라인 측정을 하였다. 연구가 종료된 대상자들은 연구 참가에 대한 보상비로 현금 1만원의 보상을 지급하고, 연구 참가에 대한 소감 및 질의응답을 받고 종료하였다.

## 훈련 방법

### 뉴로피드백 훈련 절차

**Beta 감소 뉴로피드백 훈련 절차:** Beta 감소 뉴로피드백 훈련은 외부 자극이 최소화되어 있고, 편안한 상태를 유지할 수 있게 설계된 차폐실에서 진행하였다. 뉴로피드백 장비는 Procomp 5 infiniti(Thought Thchnology Ltd.)를 사용하였으며, 훈련 프로그램은 BioGraph Infiniti(Thought Thchnology Ltd.) 5.1.2 버전을 사용하였다. 훈련은 모두 폐안 상태로 진행하였으며, 2주~약 3주

동안 4세션을 진행하였고, 세션 당 4회, 회당 10분으로 설정하였다. 참가자들은 훈련의 회 사이에 2분씩의 휴식시간을 가졌다. Beta 감소 뉴로피드백 훈련의 전극 부착위치는 10-20 국제시스템(그림2)에 따라 Fz위치에 전극을 부착하였다. 레퍼런스와 그라운드 전극은 각각 양 귓볼 A1, A2에 부착하였다. Beta 감소 뉴로피드백 훈련 기준은 high beta(Beta3 & Beta4)파가 (진폭의 평균 - 표준편차/4)를 유지할 때 청각적 보상을 주었는데, 최대한 편안하고 자극적이지 않은 소리인 자연의 물소리로 보상하였다. 다음 세션의 훈련 역치값은 이전 세션의 평균값을 사용하여 설정하여 진행하였다.

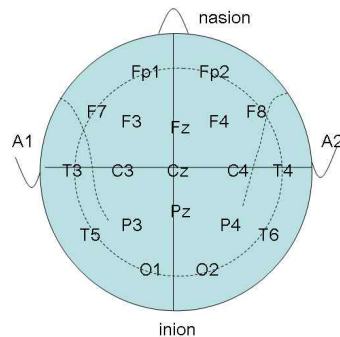


그림 2. 10-20 국제 시스템

**SMR 강화 뉴로피드백 훈련 절차:** SMR 강화 뉴로피드백 훈련은 Beta 감소 뉴로피드백 훈련 절차와 동일한 도구, 장소에서 진행되었다. SMR 강화 뉴로피드백 훈련의 전극 부착위치는 10-20 국제시스템에 따라 Cz위치에 전극을 부착하였다. 레퍼런스와 그라운드 전극 부착위치는 뉴로피드백 훈련 집단 모두 동일한 위치에 부착하였다.



SMR 강화 뉴로피드백 훈련 기준은 SMR파가 진폭의 평균 + 표준편차/2의 역치값 이상을 유지할 때 동일한 청각적 보상자극을 주었다. 훈련의 세션횟수, 역치값 설정 방법은 Beta 감소 뉴로피드백 훈련 절차와 동일한 방법으로 설정하였다.

### 점진적 이완 훈련 절차

미국의 생리심리학자 Jacobson이 고안한 방법으로, 신체의 손, 팔, 눈, 입, 목, 어깨, 배, 다리, 발 등의 근육 순서에 따라 긴장과 이완을 시켜 근육의 감각을 훈련한다. 본 연구에서 사용된 점진적 이완 훈련은 김지혜(2011)의 연구에서 사용된 대본을 사용하였으며, 본 연구에서는 표현상의 어색한 부분을 소폭 수정하여 연구대상자들에게 실시하였다. 점진적 이완 훈련은 뉴로피드백 훈련이 실시된 곳과 동일한 장소에서 진행되었다. 이완 훈련은 총 30분에서 40분간 진행하였다. 훈련은 16단계로 이루어져 상반신부터 하반신으로 단계적으로 이완훈련이 진행되는데, 각 단계별로 약 2분에서 3분여간 소요된다. 점진적 이완 훈련은 2주에 걸쳐 총 4세션이 진행되었다.

### 분석방법

본 연구의 자료 분석은 SPSS statistics 21 프로그램을 사용하였다. 데이터는 정규성을 만족하지 않아, 비모수 검정을 실시하였다. 3집단 간의 실험 전 일반적인 특성, 한국판불면증 심각도 척도, 피츠버그 수면의 질 척도, Epworth 낮 졸리움 척도, 수면 전 각성 척도, 수면일지, 뇌파의 동질성검증을 위해 Kruskal-Wallis 검정을 실시하였

다. 그리고 각 집단별로 뉴로피드백 훈련이 사전, 사후, 추적기간 동안 수면의 질 변화에 미치는 영향을 검증하기 위해 Wilcoxon signed rank 검증을 실시하여 분석하였다.

## 결 과

### 연구대상자의 일반적 특성 및 실험 전 변인 동질성 검증

본 연구 대상자의 일반적 특성 및 실험 전 변인 동질성 검증을 실시하였다. 검증에 사용된 변인들은 성별, 나이, 피츠버그 수면의 질 척도(이하, PSQI), 불면증 심각도 척도(이하, ISI), 수면 전 각성 척도(이하, PSAS), Epworth 낮 졸리움 척도(이하, ESS)와 수면일지의 하위요인 Total sleep time(이하, TST), Time in bed(이하, TIB), Sleep latency(이하, SL), Wake after sleep onset(이하, WASO), Sleep efficiency(이하, SE), 그리고 뇌파변인 Delta, Theta, Alpha, SMR (=Beta1), Beta2, Beta3, Beta4, Gamma파이다. 변인들은 Kruskal-Wallis 분석 방법을 통해서 동질성 검증을 실시하였다. 결과는 표 1에 제시하였다.

동질성 검증 결과를 보면 Alpha파와 SMR파를 제외한 나머지 변인들은 동질한 것으로 나타났으나, 통제집단의 Alpha파와 SMR파가 동질하지 못한 것으로 나타났다, 각각  $\chi^2 = 7.586, p < .05 / \chi^2 = 7.446, p < .05$ . 사후분석을 위해 Bonferroni's method 분석을 하였다. beta 감소 집단과 SMR 강화 집단의 Alpha파와 SMR파는 차이가 없었다,  $Z = -.731, p = .548 / Z = -1.149, p = .310$ . beta감소 집단과 통제집단의 Alpha파와

표 1. beta 감소 뉴로피드백 집단과 SMR 강화 뉴로피드백 집단, 통제집단의 동질성 검증

변인	집단			$\chi^2$	<i>p</i>
	beta 감소 집단 ( <i>n</i> =5)	SMR 강화 집단 ( <i>n</i> =5)	이완 집단 ( <i>n</i> =5)		
	<i>M(SD)</i>				
성별	Female = 5	Female = 4 Male = 1	Female = 4 Male = 1		
나이	23.6 (1.82)	27 (3.81)	24.6 (4.39)	3.230	.199
수면 설문지					
PSQI	10.80 (3.56)	9.60 (2.97)	9.20 (4.21)	.754	.686
ISI	16.20 (6.94)	15.40 (5.13)	12.40 (7.96)	.563	.755
PSAS	50.20 (8.41)	49.00 (16.34)	44.80 (15.94)	.671	.715
ESS	9.00 (4.18)	9.20 (2.95)	8.20 (4.82)	.247	.884
수면일지					
TST	375.05 (14.32)	343.63 (83.93)	335.12 (97.40)	.080	.961
TIB	422.02 (46.09)	400.61 (92.44)	411.53 (90.59)	.060	.970
SL	38.84 (41.26)	34.99 (30.67)	53.11 (15.08)	1.860	.395
WASO	8.12 (9.28)	21.98 (23.20)	23.30 (22.13)	1.631	.442
SE	89.04 (7.94)	85.50 (6.68)	75.72 (17.99)	2.880	.237
뇌파					
Delta	10.74 (1.65)	10.50 (1.78)	10.99 (0.62)	.523	.770
Theta	11.62 (2.37)	11.64 (3.23)	11.44 (0.81)	.086	.958
Alpha	10.36 (2.59)	12.11 (4.72)	20.79 (2.43)	7.586	.023*
SMR (=Beta1)	5.16 (0.71)	4.61 (0.70)	6.30 (0.65)	7.446	.024*
Beta2	3.94 (0.68)	4.13 (1.13)	4.64 (0.61)	2.143	.343
Beta3	5.16 (1.37)	5.54 (1.32)	6.64 (1.38)	2.443	.295
Beta4	3.24 (1.24)	3.52 (0.89)	3.96 (0.94)	1.183	.554
Gamma	2.46 (0.91)	2.56 (0.53)	2.92 (0.92)	1.346	.510

\* *p* < .05.

SMR파를 분석한 결과 alpha파에서 유의미한 차이가 나타났고,  $Z = -2.449$ ,  $p = .016$ , SMR파는 유의한 차이가 없었다,  $Z = -1.960$ ,  $p = .063$ . SMR 강화 집단과 통제집단의 alpha파와 SMR파를 분석한 결과 alpha파는 유의한 차이가 없었고,  $Z = -2.205$ ,  $p = .032$ , SMR파는 유의미한 차이를 나타냈다,  $Z = -2.449$ ,  $p = .016$ .

**수면 관련 척도**

훈련을 실시한 집단의 수면 관련 설문지에서

어떠한 변화가 있었는지 알아보기 위해 각 집단 내 사전, 사후, 추적기간 동안의 PSQI, ISI, PSAS, ESS 척도를 통계 검증하였다. 결과는 표 2에 제시하였다.

표 2를 보면 Beta 감소 집단은 사전-사후 검사 결과 PSQI, ISI, PSAS에서 유의미한 감소를 확인할 수 있었다, 각각  $Z = -2.032$ ,  $p < .05$  /  $Z = -2.023$ ,  $p < .05$  /  $Z = -2.032$ ,  $p < .05$ . ESS에서는 유의미한 결과를 확인할 수 없었다,  $Z = -1.300$ ,  $p < .05$ . Beta 감소 집단의 사전-추적 기간 동안에도 PSQI, ISI, PSAS가 유의미하게 감소

표 2. 집단 내 수면관련 척도 사전-사후-추적 검사 비교

		사전	사후	추적	사전~사후	사후~추적	사전~추적
		M(SD)			Z		
PSQI	Beta 감소 집단	10.80 (3.56)	7.20 (1.48)	5.80 (1.48)	-2.032*	-1.518	-2.032*
	SMR 강화 집단	9.60 (2.97)	7.60 (1.82)	7.20 (2.05)	-.1511	-.136	-1.473
	이완 집단	9.20 (4.21)	9.40 (2.97)	7.80 (4.44)	-.184	-1.069	-1.511
ISI	Beta 감소 집단	16.20 (6.94)	9.00 (3.16)	5.60 (2.88)	-2.023*	-1.841	-2.023*
	SMR 강화 집단	15.40 (5.13)	7.20 (5.76)	9.40 (6.11)	-1.761	-1.289	-1.214
	이완 집단	12.40 (7.96)	7.80 (3.42)	8.40 (4.77)	-1.753	-.736	-1.289
PSAS	Beta 감소 집단	50.20 (8.41)	43.00 (11.20)	40.60 (8.68)	-2.032*	-.674	-2.032*
	SMR 강화 집단	49.00 (16.34)	35.40 (15.24)	39.80 (12.87)	-1.483	-.405	-1.214
	이완 집단	44.80 (15.94)	39.40 (13.13)	33.40 (13.63)	-.944	-1.826	-2.023*
ESS	Beta 감소 집단	9.00 (4.18)	6.20 (4.38)	6.80 (3.77)	-1.300	-.828	-1.219
	SMR 강화 집단	9.20 (2.95)	5.20 (3.49)	6.60 (2.30)	-1.841	-1.289	-1.511
	이완 집단	8.20 (4.82)	6.20 (3.11)	7.60 (5.13)	-.412	-.816	-.406

주. Wilcoxon signed rank test \* $p < .05$ .

됨을 확인하였으나, 각각  $Z = -2.032, p < .05 / Z = -2.023, p < .05 / Z = -2.032, p < .05$ , ESS에서는 유의하지 않았다,  $Z = -.828, p < .05$ .

SMR 강화 집단은 사전-사후, 사후-추적, 사전-추적 기간 동안 유의미한 변화가 나타나지 않았다. 통제집단에서는 사전에서 추적까지의 기간 동안 PSAS 점수만 유의하게 감소된 결과를 확인 하였다,  $Z = -2.023, p < .05$ .

### 수면일지 하위요인

뉴로피드백 훈련의 결과 수면일지의 양상을 통계 검증하기 위해 수면일지의 하위요인 TST, TIB, SL, WASO, SE의 사전-사후-추적 기간 동안의 변화를 통계 검증하였다. 결과는 표 3에 제시하였다.

표 3을 보면 Beta 감소 집단이 사전-사후 기간 동안 SE에서 유의미한 증가를 보였다,  $Z =$

표 3. Beta 감소 뉴로피드백 집단과 SMR 강화 뉴로피드백 집단, 통제집단의 수면일지 하위 요인 사전 - 사후 - 추적기간 변화

수면일지	집단	사전	사후	추적	사전~사후	사후~추적	사전~추적
		<i>M(SD)</i>			<i>Z</i>		
TST	Beta 감소 집단	375.05 (14.32)	376.24 (47.15)	394.22 (18.57)	-.405	-1.214	-2.023*
	SMR 강화 집단	343.63 (83.94)	371.45 (43.08)	410.04 (44.57)	-.135	-1.214	-1.214
	이완 집단	335.12 (97.40)	411.62 (49.43)	407.57 (41.45)	-2.023*	-.365	-1.753
TIB	Beta 감소 집단	422.02 (46.09)	409.75 (55.69)	415.75 (23.85)	-.135	-.405	-.405
	SMR 강화 집단	400.61 (92.44)	414.37 (70.97)	445.05 (31.28)	-.135	-.944	-.944
	이완 집단	411.54 (90.59)	473.28 (83.21)	460.97 (47.17)	-2.023*	-.730	-2.023*
SL	Beta 감소 집단	38.84 (41.26)	26.39 (26.77)	18.50 (11.21)	-.730	-.405	-1.214
	SMR 강화 집단	34.99 (30.67)	29.70 (35.52)	18.54 (16.22)	-1.461	-.944	-2.023*
	이완 집단	53.11 (15.08)	54.91 (47.48)	43.67 (25.32)	-.674	-.730	-1.483
WASO	Beta 감소 집단	8.12 (9.28)	7.11 (7.96)	3.01 (2.82)	-.365	-.1604	-1.461
	SMR 강화 집단	21.98 (23.20)	13.21 (15.15)	20.53 (22.98)	-1.214	-.674	-.405
	이완 집단	23.30 (22.13)	5.35 (5.62)	8.32 (10.00)	-1.483	-1.069	-1.214
SE	Beta 감소 집단	89.04 (7.94)	92.29 (6.78)	93.32 (4.98)	-2.023*	-.674	-1.753
	SMR 강화 집단	85.50 (6.67)	89.27 (6.68)	91.89 (7.74)	-.944	-1.214	-1.753
	이완 집단	75.72 (17.99)	87.53 (7.88)	86.38 (8.69)	-.944	-1.461	-.944

주. Wilcoxon signed rank test \* $p < .05$ .

-2.023,  $p < .05$ . 다음으로 통제집단에서는 사전-사후 기간 동안 TST, TIB에서 유의미한 증가를 나타냈다, 각각  $Z = -2.023$ ,  $p < .05$  /  $Z = -2.023$ ,  $p < .05$ . SMR 강화 집단은 사전-사후 기간 동안 수면일지 하위요인에서 유의미한 결과가 나타나지 않았다. 3집단 모두 사후-추적 기간 동안 유의미한 결과를 보이지 않았다.

### 논 의

본 연구는 Beta 감소 뉴로피드백은 불면증의 과다 각성 이론에 기반을 두어서 개발된 뉴로피드백 훈련법으로, 선행 연구를 통해 확인된 불면증의 심리생리학적 지표를 고려하여 개발되었다. 여러 선행 연구들이 불면증 환자들이 정상인에 비해 전신 및 피질 대사율의 증가 및 고주파 EEG 증가를 나타낸다는 것을 확인하였는데, 이는 불면증 환자들이 과다각성을 나타내고 있으며 이것이 불면 증상과 직접적으로 관련된다고 하는 과다각성 이론의 주요 근거가 되고 있다. 특히 EEG 연구에서, High beta 및 Gamma 대역 진폭의 증가는 야간 뿐 아니라, 주간 휴식기에도 관찰되는 바, 불면증의 전형적인 심리생리학적 지표로 여겨지고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 주간 휴식기 동안의 High beta 대역의 진폭을 떨어뜨리는 훈련법을 통하여 불면증 성향자들의 각성 수준 감소 및 이를 통한 수면의 질 증진 및 입면 시간 단축을 도모하였다.

또한 본 연구에서는 이 훈련법이 선행 연구를 통해 경험적으로 효과가 있는 것으로 알려진 뉴로피드백 훈련법인 SMR 증진 훈련법과 비교하여 보다 효과적이지에 대해 검증하였으며, 뉴로피드백의 훈련의 효과가 신체적 이완으로 인한 것임을 배제하기 위해 이완 훈련 집단을 활성 대조군으로서 함께 비교하였다. 따라서 총 15명의 참가자들을 Beta 감소 뉴로피드백 훈련 집단, SMR 강화 뉴로피드백 훈련집단, 이완 훈련 집단에 각각 5명씩 무선적으로 배치하여 각각 4회기씩의 뉴로피드백과 점진적 근육 이완 훈련을 실시하였다. 연구결과는 다음과 같다.

첫째, Beta 감소 뉴로피드백 훈련 집단은 훈련 후 수면의 질이 상승되었다. Beta 감소 집단의 훈련 후 PSQI, ISI 점수는 사전에서 사후까지 측정 시에 SMR 강화 집단과 이완훈련 집단에 비해 더 유의한 감소를 보여주어 가설 1을 지지하였다. Beta 감소 집단에서 유의미하게 PSQI와 ISI의 점수가 감소하고, 수면효율이 증가한 결과는 Hammer 등(2011)의 결과와 비슷하다. 그러나 그들의 연구에서는 SMR과를 강화하고 높은 beta과를 억제하는 통합 프로토콜을 실시한 결과로 사실상 SMR과만을 단독으로 실시한 강화 프로토콜과 비슷한 것으로, 각기 다른 뇌파를 단독으로 훈련하였을 때 어떠한 영향을 주었는지 알 수는 없었다. 본 연구를 통해서 보았을 때, Beta 감소 뉴로피드백 훈련만 실시하였을 때, 다른 뉴로피드백 훈련을 하였을 때와 마찬가지로 수면의 질에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다고 판단된다.

둘째, Beta 감소 집단은 다른 두 집단들과 달리 훈련 후 수면 전 과다각성 척도의 점수가 유의미하게 감소되었다. 그러나 SMR 강화집단과 이완 훈련 집단은 사전에서 사후까지 기간 동안 통계적으로 유의한 감소는 보여주지 못했다. 이러한 결과는 Beta 감소 뉴로피드백 훈련이 각성 수준을 낮추는데 효과적이라고 볼 수 있다. 선행된 연

www.kci.go.kr

구들(Cortoo et al., 2010; Hammer et al., 2011)에서는 불면증 환자의 과다각성 상태가 어떠한지 확인하지 않아 그들을 훈련하였을 때 실제로 환자들이 느끼는 각성 상태가 어떻게 변화하는지 알 수 없었다는 점이 있으나, 본 연구를 통해서 참가자들이 주관적으로 느끼는 각성의 수준이 낮아짐에 따라 수면의 질도 좋아짐을 확인 할 수 있었다. Bonnet과 Arand(2010)은 불면증을 치료하는 방법 중 하나로 생리적인 활성화를 감소시키는 치료법을 제안하였다. 따라서, 본 연구에서 Beta 감소 뉴로피드백 훈련 집단은 훈련 후 다른 두 집단보다 각성수준이 감소할 것이라는 가설 2가 지지됨을 알 수 있다. 또한 본 연구의 결과에서 SMR 훈련을 실시한 집단은 훈련이 종료된 후 추적 기간 동안 각성상태가 높아지는 경향이 나타났지만, Beta 감소 집단은 훈련 후에도 각성상태가 낮아졌다고 보고 하였는데, Beta 감소 프로토콜은 불면증상의 병태생리학적 근거인 과다각성 상태를 감소시키고자 노력한 결과로 볼 수 있으며, 실제로 참가자들이 느끼는 각성수준이 낮아졌음을 의미할 수 있을 것으로 판단된다.

셋째, Beta 감소 집단은 사전-사후, 사후-추적, 사전-추적 기간 동안 평균 입면 시간이 줄어드는 경향이 나타났지만, 통계적으로 유의하지 못했다. 이와 같은 결과, Beta 감소 뉴로피드백 훈련 집단은 훈련 후 다른 두 집단보다 입면시간(sleep latency)이 감소할 것이라는 가설 3은 지지되지 못하였다. 불면증 환자를 대상으로 뉴로피드백 훈련을 실시한 선행연구들(Cortoo et al., 2010; Hammer et al., 2011)에서는 불면증 환자들을 모집하였기에 대다수의 참가자들이 훈련 후 입면시간이 감소됨을 알 수 있었으나, 본 연구의

특성상 일반인 중 주관적으로 수면의 질이 좋지 못하다고 판단하는 대상으로 구성되어 참가자 개인마다 입면시간의 문제가 달랐으며, Beta 감소 훈련 집단 중 상대적으로 입면시간에 어려움이 있는 3명의 참가자들은 평균 60.92분(표준편차=38.79)의 기존 입면시간이 훈련 후 평균 39.67분(표준편차=29.07)으로 감소됨이 확인되었다. 이러한 이유들로 가설 3이 지지되지 못하였을 가능성이 존재하며, Beta 감소 뉴로피드백 훈련 후 입면시간이 줄어드는 경향을 보았을 때, 본 훈련 프로토콜이 SMR 강화 프로토콜에 상응하는 효과가 있음이 시사된다.

결론적으로, Beta 감소 훈련법과 SMR 증진 훈련법 모두 PSQI와 ISI 등 주관적으로 나타내고 있는 불면증 증상 및 수면의 질을 개선하는 데에는 효과적이었으나, 불면증의 근본 원인으로 지적되고 있는 과다각성에 대해서는 Beta 감소 훈련법만이 영향을 미치고 있으며, 이 효과가 훈련이 종료된 이후에도 유지되고 있는 것을 확인할 수 있었다. 즉 본 연구는 불면증 증상 완화에 대한 효과가 경험적으로 입증된 SMR 증진 훈련법에 비해, 불면증의 근본적인 심리생리적 기체에 대한 직접적인 개입을 도모한 Beta 감소 훈련법이 실질적으로 더 지속적인 효과를 발휘할 수 있다는 한 가지 근거가 될 수 있을 것이다.

Beta 감소 훈련법 시 실제로 효과가 나타난 심리생리학적 기체에 대해서는 다음과 같이 추측할 수 있다. 훈련자는 낮 시간에 스스로 과다각성 뇌파인 Beta파를 낮추고자 한 노력이 학습되어 밤 시간에도 잠이 잘 들 수 있도록 기여한 것으로 생각된다. 훈련자는 목표로 한 Beta파에 주의 및 집중하며 훈련에 몰입하였고 이러한 일련의 과정

이 수면에 대한 준비를 학습하게 만들었을 수 있다. 불면증 환자들을 위한 치료방법인 인지행동치료 또한 주간에 실시하는데, 불면증상을 더욱 고착시키고, 유지하도록 하는 심리, 행동, 인지적 요인들을 중재하여(장창현 외, 2013), 수면에 잘 들도록 유도하여 효과를 나타낸다. 이와 비슷한 기제로 Beta 감소 훈련법도 불면증상을 개선하는데 효과를 나타냈을 가능성이 시사된다.

본 연구가 갖는 의의는 다음과 같다.

첫째, Beta 감소 뉴로피드백 훈련을 통해서 수면의 질이 좋지 못한 대상자들을 대상으로 한 연구는 본 연구자가 조사한 바로 국내에서 실시된 연구로는 첫 시도였다는 점에서 의의가 있다. 대부분의 뉴로피드백 연구는 ADHD아동, 발달장애 아동들을 대상으로 한 연구가 일반적이다. 이러한 뉴로피드백의 영역을 좀 더 나아가 확장시켰다는 점에서 본 연구의 의의가 있다고 생각된다.

둘째, 4세션(총 훈련시간 160분)의 뉴로피드백 훈련을 실시한 것으로도 주관적으로 경험하는 수면의 질이 향상되었다는 점이다. 불면증 환자들을 대상으로 뉴로피드백 훈련을 실시한 Cortoos 등(2010)의 연구와 Hammer 등(2011)의 연구에서 각각 18(총 360분 훈련)세션, 15세션(총 300분 훈련)을 진행하여 환자들의 불면 증상에 개선을 보였다. 이러한 점에서 짧은 기간 동안 뉴로피드백 훈련을 한 노력으로도 수면의 질을 개선하여 도움을 줄 수 있다는 가능성을 보여줬다는 것에 의의가 있다.

셋째, 불면증 환자들의 치료에 있어서 다양한 기회를 제공했다는 것이다. 불면증 환자들의 치료에 있어서 약물치료가 높은 비율을 차지한다. 그러나 약물치료는 부작용이라는 단점이 존재하는

데, 이로 인해 치료에 거부감을 느끼는 환자들에게 뉴로피드백이 긍정적인 대안이 될 수 있다는 점에서 의의가 있다고 생각한다.

본 연구의 제한점과 미래 연구에 대한 제안점은 다음과 같다.

첫째, 4세션, 총 160분의 뉴로피드백 훈련으로 강화와 감소하고자 한 목표 뇌파들이 변화하지 못했다는 점이다. 선행된 연구들(Cortoos et al., 2010; Hammer et al., 2011)에서 역시 목표로 한 뇌파들의 변화가 확인하지 못하였으나, 불면증 환자들의 수면의 질이 좋아지는 결과가 나타났다. 이러한 결과에도 불구하고, 수면의 질이 좋아진 결과는 연구 참가자들이 뉴로피드백의 긍정적인 기대감과 자신의 수면패턴을 수면일지로 기록함으로써 불면을 치료하고자 하는 노력 등이 작용했을 가능성이 있다. 임정화와 성우용(2014)에 연구에 따르면 적게는 4세션에서 많게는 90세션을 진행한 연구들이 존재하였으나, 뉴로피드백 훈련은 표준화가 되어 있지 못해 적절한 세션의 횟수에 대한 표준화 연구가 미래 연구에 필요할 것으로 판단된다. 또한 미래의 연구에서는 사전사후 휴지기 qEEG를 통해 실제 베타파가 훈련 영역 및 인접영역에서 감소된 현상을 보이는지를 반드시 검증해야 한다.

둘째, 뉴로피드백 훈련 이외의 영향으로 대상자들의 수면의 질이 변화했는지 여부는 알 수 없다는 점이다. 수면일지를 이용하여 수면에 영향을 미칠 수 있는 알코올, 카페인, 니코틴, 약물 등의 변인들에 대해서 확인하고 통제하였지만, 그 외의 다른 변인들이 연구 결과에 영향을 미쳤을 가능성을 배제 할 수 없다. 미래 연구에서는 일상생활의 전반적인 상태를 확인 할 수 있는 어플리케이션

선 등을 이용하여, 뉴로피드백 훈련 이외의 변인들을 통제하는 노력이 필요할 것으로 생각된다.

셋째, 본 연구의 참가자들의 수가 매우 적었으며, 객관적 검사인 수면다원검사를 실시하지 못했다는 점이다. 불면증은 유병률이 높으나, 이러한 증상으로 고통 받아 치료를 받으러 오는 사람들은 드문데(김린, 2001), 이와 같은 가능성으로 인해 불면증상을 가진 대상자들이 연구 참여에 저조했을 수 있다고 판단된다. 또한 주관적 보고인 수면일지만을 사용하여, 연구결과에 영향을 미칠 가능성이 있다. 미래 연구에서는 많은 수의 참가자를 모집하고, 수면다원검사를 실시하여, 객관적으로 수면의 변화를 검사해야 할 것으로 판단된다.

넷째, 참가자들은 불면증으로 진단받은 환자아닌 일반인을 대상으로 수면의 질이 좋지 못한 사람들이었다는 점이다. 불면증 환자가 아닌 대상자들이었기에 본 연구의 결과들이 환자들에게도 효과가 나타나는지. 미래 연구에서는 불면증 환자를 대상으로 Beta 감소 뉴로피드백 훈련이 효과가 있는지 연구할 필요가 있다.

## 참 고 문 헌

- 건강보험심사평가원 (2007). 건강보험통계연보, 국민건강보험공단.
- 김린 (2001). 불면증의 진단과 치료. 대한신경과학회 춘계학술대회, 36-45.
- 김선영 (2014). 마음챙김 명상을 결합한 인지행동치료가 만성 불면증 환자의 수면에 미치는 효과: 인지행동치료와의 비교. 덕성여자대학교 일반대학원 석사학위 청구논문.
- 김석주 (2009). 불면증의 약물치료. *Journal of Korean Medical Association*, 52(7), 719-726.
- 김지혜 (2011). 음악을 사용한 점진적 근육이완법이 사회복귀시설 정신분열병 환자의 불안과 스트레스에 미치는 영향. 명지대학교 사회교육대학원 석사학위 청구논문.
- 박병운 (2004). 뇌파밴드별 상호연관성에 따른 뇌기능의 최적화연구. 한국정신과학회 학술대회논문집, 21, 103-108.
- 신수진, 황은희 (2008). 불면증을 호소하는 성인의 주관적 수면 평가와 객관적 수면 평가. 대한임상건강증진학회지, 8(3), 141-149.
- 양혜련, 이재식 (2010). 뉴로피드백 훈련이 회상기억과 재인지역에 미치는 효과. 감성과학, 13(4), 647-658.
- 이성훈, 이홍식, 유계준, 김소희 (1988). 성인 수면 질환의 빈도 연구. 대한의학회지, 31(6), 657-664.
- 임정화, 성우용 (2014). 뇌파를 이용한 생기능자기조절(뉴로피드백) 훈련에 대한 임상연구 동향 - 2000년부터 2013년까지 국내 학술지 논문을 중심으로. 대한한방신경정신과학회지, 25(3), 271-286.
- 장창현, 김석현, 오동훈 (2013). 불면증의 인지행동치료. *Hanyang Medical Reviews*, 33, 210-215.
- 조영은 (2010). 스트레스와 인지적 과정이 불면증에 미치는 영향. 고려대학교대학원 석사학위 청구논문.
- 조용원 (2004). 수면척도와 수면위생. *대한수면학회지*, 1(1), 12-23.
- 채규영 (2007). 수면의 생리. *Korean Journal of Pediatrics*, 50(8), 711-717.
- 최승원, 조혜현, 허지원, 김기성, 정선용, 설재현 (2012). neurofeedback 입문. 서울: 시그마프레스.
- Altevogt, B. M., & Colten, H. R. (2006). *Sleep disorders and sleep deprivation: An unmet public health problem*. Washington DC: National Academies Press.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®)*. American Psychiatric Pub.
- Arns, M., de Ridder, S., Strehl, U., Breteler, M., & Coenen, A. (2009). Efficacy of neurofeedback



- treatment in ADHD: The effects on inattention, impulsivity and hyperactivity: A meta-analysis. *Clinical EEG and Neuroscience*, 4(3), 180-189.
- Ams, M., Feddema, I., & Kenemans, J. L. (2014). Differential effects of theta/beta and SMR neurofeedback in ADHD on sleep onset latency. *Frontiers In Human Neuroscience*, 8.
- Bastien, C. H., St-Jean, G., Turcotte, I., Morin, C. M., Lavallée, M., & Carrier, J. (2009). Sleep spindles in chronic psychophysiological insomnia. *Journal of psychosomatic research*, 66(1), 59-65.
- Batty, M. J., Bonington, S., Tang, B. K., Hawken, M. B., & Gruzelier, J. H. (2006). Relaxation strategies and enhancement of hypnotic susceptibility: EEG neurofeedback, progressive muscle relaxation and self-hypnosis. *Brain research bulletin*, 71(1), 83-90.
- Bell, J. S. (1979). The use of EEG theta biofeedback in the treatment of a patient with sleep-onset insomnia. *Biofeedback and Self-regulation*, 4(3), 229-236.
- Besset, A., Villemain, E., Tafti, M., & Billiard, M. (1998). Homeostatic process and sleep spindles in patients with sleep-maintenance insomnia (SMI): Effect of partial (21 h) sleep deprivation(PSD). *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 107(2), 122-132.
- Bonnet, M. H., & Arand, D. L. (1997). Hyperarousal and insomnia. *Sleep medicine reviews*, 1(2), 97-108.
- Bonnet, M. H., & Arand, D. L. (1998). The consequences of a week of insomnia II: Patients with insomnia. *Sleep*, 21(4), 359-370.
- Bonnet, M. H., & Arand, D. L. (2010). Hyperarousal and insomnia: state of the science. *Sleep medicine reviews*, 14(1), 9-15.
- Budzynski, T. H. (1973). Biofeedback procedures in the clinic. *Seminars in psychiatry*, 5(4), 537-547.
- Buysse, D. J., Reynolds, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R., & Kupfer, D. J. (1989). The pittsburgh sleep quality index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research*, 29, 193-213.
- Cash, S. S., Halgren, E., Dehghani, N., Rossetti, A. O., Thesen, T., Wang, C., & Madsen, J. R. (2009). The human K-complex represents an isolated cortical down-state. *Science*, 324(5930), 1084-1087.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2015). Sleep and Sleep Disorders. Retrieved from <https://www.cdc.gov/sleep/index.html>
- Choi, S. J., & Kim, K. S. (2010). The effects of sleep restriction-emphasized cognitive behavioral therapy for insomnia on sleep with chronic insomniacs: A preliminary study. *J Korean Sleep Res Soc*, 7(7), 49-56.
- Cortoo, A., De Valck, E., Ams, M., Breteler, M. H., & Cluydts, R. (2010). An exploratory study on the effects of tele-neurofeedback and tele-biofeedback on objective and subjective sleep inpatients with primary insomnia disorder. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 33(2), 125-134.
- De Gennaro, L., Ferrara, M., & Bertini, M. (2001). The boundary between wakefulness and sleep: Quantitative electroencephalographic changes during the sleep onset period. *Neuroscience*, 107, 1-11.
- De Gennaro, L., & Ferrara, M. (2003). Sleep spindles: An overview. *Sleep Medicine Reviews*, 7(5), 423-440.
- Friel, P. N. (2007). EEG biofeedback in the treatment of attention deficit/hyperactivity disorder. *Alternative Medicine Review*, 12(2), 146.
- Hammer, B. U., Colbert, A. P., Brown, K. A., & Ilioi, E. C. (2011). Neurofeedback for insomnia: A pilot

- study of Z-Score SMR and individualized protocols. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 36, 251-264.
- Hauri, P. (1981). Treating psychophysiological insomnia disorder with biofeedback. *Archives of General Psychiatry*, 38(7), 752-758.
- Hauri, P. J., Percy, L., Hellekson, C., Hartmann, E., & Russ, D. (1982). The treatment of psychophysiological insomnia disorder with biofeedback: A replication study. *Biofeedback and Self Regulation*, 7(2), 223-235.
- Hillard, B., El-Baz, A. S., Sears, L., Tasman, A., & Sokhadze, E. M. (2013). Neurofeedback Training Aimed to Improve Focused Attention and Alertness in Children With ADHD A Study of Relative Power of EEG Rhythms Using Custom-Made Software Application. *Clinical EEG and Neuroscience*, 44(3), 193-202.
- Hoedlmoser, K., Pecherstorfer, T., Gruber, G., Anderer, P., Doppelmayr, M., Klimesch, W., & Schabus, M. (2008). Instrumental conditioning of human sensorimotor rhythm (12-15 Hz) and its impact on sleep as well as declarative learning. *Sleep*, 31(10), 1401.
- Johns, M. W. (1991). A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. *Sleep*, 14(6), 540-545.
- Kim, G. D. (2000). A study on quality of sleep and sleep disturbing factors among community dwelling elderly. *Korean J Society of Welfare for the Aged*, 7(1), 173-192.
- Kotchoubey, B., Strehl, U., Uhlmann, C., Holzapfel, S., König, M., Fröscher, W., & Birbaumer, N. (2001). Modification of slow cortical potentials in patients with refractory epilepsy: a controlled outcome study. *Epilepsia*, 42(3), 406-416.
- Lamarche, C. H., & Ogilvie, R. D. (1997). Electrophysiological changes during the sleep onset period of psychophysiological insomniacs, psychiatric insomniacs and normal sleepers. *Journal of Sleep Research and Sleep Medicine*, 2(9), 724-733.
- Lansbergen, M. M., van Dongen-Boomsma, M., Buitelaar, J. K., & Slaats-Willemse, D. (2011). ADHD and EEG-neurofeedback: A double-blind randomized placebo-controlled feasibility study. *Journal of Neural Transmission*, 118(2), 275-284.
- Lee, J. S. (2003). *Comparison of daytime sleepiness between normal subjects and patients with sleep disorders and analysis of its clinical implications*. Department of Medical Science Graduate school Seoul National University. 1-16.
- Levenson, J. C., Kay, D. B., & Buysse, D. J. (2015). The pathophysiology of insomnia. *CHEST Journal*, 147(4), 1179-1192.
- Morin, C. M. (1993). *Insomnia: Psychological Assessment and Management*. New York: Guilford Publications.
- Nicassio, P. M., Mendlowitz, D. R., Fussell, J. J., & Petras, L. (1985). The phenomenology of the pre-sleep state: The development of the pre-sleep arousal scale. *Behavior Research Therapy*, 23, 263-271.
- Niv, S. (2013). Clinical efficacy and potential mechanisms of neurofeedback. *Personality and Individual Differences*, 54, 676-686.
- Nofzinger, E. A., Buysse, D. J., Germain, A., Price, J. C., Miewald, J. M., & Kupfer, D. J. (2004). Functional neuroimaging evidence for hyperarousal in insomnia. *The American Journal of Psychiatry*, 161, 2126-2129.
- Merica, H., Blois, R., & Gaillard, J. M. (1998). Spectral characteristics of sleep EEG in chronic insomnia. *The European Journal of Neuroscience*, 10, 1826-1834.
- Perlis, M. L., Smith, M. T., Andrews, P. J., Orff, H.,

- & Giles, D. E. (2001). Beta/Gamma EEG activity in patients with primary and secondary insomnia and good sleeper controls. *Sleep, 24*(1), 110-117.
- Riedel, B. W., & Lichstein, K. L. (2000). Insomnia and daytime functioning. *Sleep Medicine Reviews, 4*(3), 277-298.
- Riemann, D., Spiegelhalder, K., Feige, B., Voderholzer, U., Berger, M., Perlis, M., & Nissen, C. (2010). The hyperarousal model of insomnia: A review of the concept and its evidence. *Sleep Medicine Reviews, 14*(1), 19-31.
- Rosa, R. R., & Bonnet, M. H. (2000). Reported chronic insomnia is independent of poor sleep as measured by electroencephalography. *Psychosomatic Medicine, 62*(4), 474-482.
- Schabus, M., Griessenberger, H., Heib, D., Lechinger, J., & Hoedlmoser, K. (2013). Non-pharmacological treatment of primary insomnia using sensorimotor-rhythm neurofeedback. *Sleep Medicine, 14*, e260-e261.
- Schabus, M., Heib, D. P., Lechinger, J., Griessenberger, H., Klimesch, W., Pawlizki, A., & Hoedlmoser, K. (2014). Enhancing sleep quality and memory in insomnia using instrumental sensorimotor rhythm conditioning. *Biological Psychology, 95*, 126-134.
- Sherlin, L. H., Arns, M., Lubar, J., Heinrich, H., Kerson, C., Strehl, U., & Serman, B. (2011). Neurofeedback and Basic Learning Theory: Implications for Research and Practice, *Journal of Neurotherapy 15*(4), 292-304.
- Serman, M. B., LoPresti, R. W., & Fairchild, M. D. (1969). *Electroencephalographic and behavioral studies of monomethylhydrazine toxicity in the cat*. Technical Report AMRL - TR-69-3 (AD691474). Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, Aerospace Medical Research Laboratory.
- Serman, M. B., Howe, R. C., & Macdonald, L. R. (1970). Facilitation of spindle-burst sleep by conditioning of electroencephalographic activity while awake. *Science, 167*(921), 1146-1148.
- Serman, M. B., MacDonald, L. R., & Stone, R. K. (1974). Biofeedback training of the sensorimotor electroencephalogram rhythm in man: Effects on epilepsy. *Epilepsia, 15*(3), 395-416.
- Suh, H. S., & Park, H. B. (2007). Clinical applications of neurofeedback treatment for insomnia. *Sleep Medicine and Psychophysiology, 14*(2), 79-85.
- Vgontzas, A. N., Bixler, E. O., Lin, H. M., Prolo, P., Mastarakos, G., Vela-Bueno, A., ... Chrousos, G. P. (2001). Chronic insomnia is associated with nyctohemeral activation of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis: Clinical implications. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, 83*, 3787-3794.
- Wołyńczyk-Gmaj, D., & Szelenberger, W. (2011). Waking EEG in primary insomnia. *Acta Neurobiol Exp, 71*, 387-392.

원고접수일: 2016년 12월 16일

논문심사일: 2017년 1월 2일

게재결정일: 2017년 6월 16일

# The Effect of Beta Neurofeedback Training on the Quality of Sleep

Sung-Wook Kim    Yun-Na Kwan    Sung-Won Choi<sup>†</sup>

Department of Psychology, Duksung Women's University

Insomnia is a sleeping problem that is experienced by many people at least once in their lifetimes. Neurofeedback training is known to be effective for treating insomnia. However, neurofeedback training for insomnia generally SMR protocol. Recently, hyperarousal theory is supported by relevance to occurrence and maintenance in insomnia. It is known that patients with insomnia have increased psychophysiological indicators such as a high Beta frequency. Despite this evidence, a beta decrease neurofeedback protocol has not yet been developed. Therefore, the objective of this study is the development of a new neurofeedback training protocol for insomnia. Several questionnaires were used for selection of participants and administration of the pre-test: the Pittsburgh Sleep Quality Index(PSQI), the Insomnia Severity Index(ISI), the Pre-Sleep Arousal Scale(PSAS), and the Epworth Sleepiness Scale(ESS). 15 participants were randomly assigned to receive beta decrease neurofeedback(n=5) or SMR increase neurofeedback(n=5) or relaxation training(n=5). Four days during the course of 2 weeks of Neurofeedback and relaxation training was performed, and the neurofeedback sessions took place 4 times a day(10min/times), for a total of 4 sessions. At the end of training, the results were assessed for the post-test, and also during a 2 week follow-up period. As a result, the PSQI, ISI, PSAS scores of beta neurofeedback group significantly decreased. To conclude, study limitations are discussed as well as suggestion for future studies.

*Keywords:* neurofeedback, insomnia, sleep, hyperarousal, beta decrease.