

뉴로피드백 훈련이 ADHD 아동의 부주의와 과잉행동/충동성에 미치는 효과

노 욱 분	손 정 략 [†]	박 태 원	박 순 권
전북대학교 심리학과	전북대학교병원 정신과	전주대학교 대체건강관리학부	

본 연구에서는 뉴로피드백 훈련이 ADHD 아동의 부주의와 과잉행동/충동성에 미치는 효과를 알아보았다. 전북대학교병원 외래환자이며 지능지수가 70점 이상인 32명의 아동이 본 연구에 참여하였다. 참여한 아동과 부모는 아동용-정동장애와 정신분열병 스케줄 면담을 받았으며, 아동의 부모가 한국어판 주의력 결핍 및 과잉행동 장애 평정척도를 작성하여 모든 아동이 절단점 이상을 받았다. 아동과 부모의 선택에 따라 뉴로피드백 집단에 12명, 뉴로피드백+약물치료 집단에 9명, 약물치료 집단에 11명이 배정되었다. 그 후 뉴로피드백 훈련이 포함된 집단은 총 20회기의 훈련 프로그램을 받았으며, 훈련 종료 후 사후 검사가 실시되었고 4주 후 추적 검사가 이루어졌다. 그 결과, 부주의 점수에서 세 집단의 점수 감소는 보였지만, 뉴로피드백 집단이 약물치료 집단보다 유의하게 더 감소되었다. 과잉행동/충동성 점수에서는 세 집단 간 유의한 차이를 보이지 않아 뉴로피드백 훈련도 약물치료 만큼 증상을 개선하는 경향이 있음을 확인하였다. 또한 뉴로피드백 훈련과 약물치료를 병행하는 것보다 뉴로피드백 훈련을 단독으로 실시하는 것이 증상 개선에서 더 긍정적인 경향이 있음을 확인하였다. 마지막으로, 본 연구의 의의와 제한점 및 추후 연구에 대한 제언을 논의하였다.

주요어 : ADHD, 부주의, 과잉행동/충동성, 뉴로피드백

[†] 교신저자(Corresponding Author) : 손정락 / 전북대학교 사회과학대학 심리학과 / 전북 전주시 덕진구 백제대로 567 / Tel : 063-270-2927 / Fax : 063-270-2933 / E-mail : jrson@jbnu.ac.kr

주의력 결핍 및 과잉행동 장애(Attention Deficit Hyperactivity Disorder, 이하 ADHD)는 정신과를 내원하는 소아청소년 환자 중에서 가장 많은 비중을 차지하는 장애이다. **정신장애의 진단 및 통계편람 제4판**(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder, forth edition; DSM-IV, American Psychiatry Association, 1995)에 따르면, ADHD의 필수 증상은 동등한 발달 수준에 있는 아동들에게서 관찰되는 것보다 더 빈번하고 더 심하고 더 지속적인 부주의나 또는 과잉행동/충동성이다. 이에 따라, ADHD는 부주의 우세형, 과잉행동 및 충동성 우세형 그리고 복합형으로 분류된다.

신현균과 김진숙(2000)은 ADHD의 발병률을 미국과 유사한 것으로 추정하며 교실 내에 1-3명 정도의 ADHD 아동이 있을 것으로 예상하였다. 최근 서울시 광역정신보건센터의 역학 사업 보고서(서울시 소아청소년광역정신보건 센터, 2005)가 작성되었다. 조사 대상자는 지속적으로 6개월 이상 학교를 다니고 있는 서울 지역의 만 6세에서 17세(초등학교 1학년-고등학교 2학년)의 소아청소년 2,672명이었다. 조사를 통해 나타난 소아청소년의 장애별 빈도를 살펴보면 ADHD, 적대적 반항장애, 품행장애 등 행동장애가 687명(25.71%)으로 가장 많이 나타났다. 진단된 장애는 특정공포증이 416명(15.57%)으로 가장 높은 비율을 보였고, ADHD가 354명(13.25%), 적대적 반항장애가 303명(11.34%), 틱 장애가 104명(3.89%)으로 주요 4가지 장애가 전체의 44%에 달하는 것으로 나타났다. 보고서의 결론에 따르면 정신보건사업 대상 장애의 우선순위는 1) ADHD, 2) 우울장애, 3) 불안장애, 4) 정신분열병 및 5) 틱 장애의 순으로서, 향후의 정신보건사업에서는 이 장애들을 중심으로 하는 효율적인 선

별·관리 체계의 수립 및 시행이 이루어져야 한다고 하였다.

아동기 ADHD 환자의 장기추적 검사 결과 보고에 따르면, ADHD 환자의 70-80%가 청소년기에 들어서도 또래에 비해 부적절한 증상을 보이며, 30% 정도는 성인기에도 일부 증상이 지속된다(반건호, 조아랑, 2002; Mannuzza, Klein, Bessler, Malloy, & LaPadula, 1998). ADHD 아동의 이차적인 문제는 학업 부진, 또래와의 관계 악화, 학교생활에서의 적응 곤란, 부모 및 교사와의 관계 악화 등이 있다(Barkley, 1990). 청소년기나 성인기에 이르면 이러한 장애를 가진 사람들은 비록 일차적인 인지·행동적 주요 증상들이 감소하거나 완전히 사라지더라도 여전히 의사소통이나 학교활동의 참여율이 낮고, 우울의 정도가 심각하며, 대인관계도 원만하지 못하다(Weiss & Hechtman, 1986).

ADHD는 다른 정신과 장애와 함께 동반되는 경우가 매우 흔하다. 홍강의 등(1996)의 연구에 따르면, ADHD 환자군의 48.8%가 공병을 가지고 있는 것으로 보고되었다. ADHD 아동에게서 보이는 가장 빈번한 공병은 반항장애와 품행장애이다(August, Realmuto, MacDonald, Nugent, & Corsby, 1996). Lynam(1996)은 ADHD를 가진 아동들과 그들의 성격에서 반사회성이 있는 아동들은 성인기에 정신병이 될 위험이 높고 만성적인 범죄자가 될 위험이 높다는 것을 발견했다. ADHD 아동의 빠른 증가, 이차적 및 공병 관련 문제들은 ADHD의 원인을 밝힘에 있어 많은 영향을 미쳐왔지만, ADHD는 다양한 원인으로 발생하며, 장애를 명백하게 설명할 수 있는 단일한 틀은 존재하지 않는다.

현재까지 많이 활용되고 있는 ADHD 아동

을 위한 치료 방법은 약물치료, 행동 치료, 행동 약물 치료, 인지 행동 치료, 부모교육 등이 있다(Corsini, 1981). 그런데 이 치료 방법들은 ADHD 아동에 대한 특정한 부적응적 증상을 감소시키는 데는 성공했지만, 현재까지의 연구 결과에 의하면 어떤 치료법도 ADHD 아동들의 부적응 증상을 완벽하게 개선시키지는 못하는 것으로 보고하고 있다(류문화, 1996). ADHD 아동들의 증상은 한 가지 특징만을 갖지 않고 복합적으로 나타나기 때문에, 근래 들어 ADHD 아동을 위한 치료는 약물 사용, 교육적 중재, 기술 훈련 등을 조합하여 시행하고 있다(김옥정, 1998).

약물치료는 ADHD가 중추신경계의 낮은 각성수준에 기인된 신경학적 결함에 기인한 것으로 여기고 있다. 인간은 각성수준이 적절히 유지됨으로써 자극에 대한 적절한 행동을 적극적으로 취한다. 여러 연구들에서 ADHD 아동이 약물치료를 통해 각성수준이 적절히 유지됨으로써 주의집중력이 증가되고, 충동성 및 과잉활동성이 감소되었다고 보고한다(박난숙, 오경자, 1992). 이와 같은 약물치료의 이점은 상대적으로 잘 증명되어 있지만(Schachter, Pham, King, Langford, & Moher, 2001; Swanson et al., 1993), 약물의 장기간 효능에 대한 경험적 증거는 불충분하다(Schachar, Herzog, & Leonard, 2002).

장기간 효능에 대한 경험적 증거 불충분과 함께, 약물치료에 의존하는 것에 대한 몇 가지 문제점들이 제기되고 있다. 첫째, 약물복용을 중단하고 수개월이 지난 후에 ADHD 증상이 다시 나타난다는 점이다(Abikoff et al., 2004). 둘째, 치료 지속성에 있어 아동들의 건강과 잠재적인 영향과의 관련성 때문에 효과들은 약물 복용에 대해 숙고를 하게 한다. 예

를 들어, 심장혈관에 미치는 영향들과 성장 속도 감소가 신경각성제 치료와 관련이 있다(Rapport & Moffitt, 2002). 마지막으로, 약물치료를 받은 4명의 아동들 중 약 1명은 감소된 식욕을 보고하고 7명 중 1명은 불면증 등의 부작용을 보고한다(Schachter, Pham, King, Langford, & Moher, 2001).

1차적인 치료 방법으로 권고되고 있는 약물치료는 위에서 언급된 치료에 대한 의존성, 부작용 및 치료 중단 후 치료 효과가 갑자기 사라진다는 단점을 가지고 있다. 따라서 약물치료의 대안적인 치료 방법이 요구되고 있는 실정에서 행해지고 있는 치료 방법은 뉴로피드백이다(Heinrich, Gevensleben, & Strehl, 2007).

뉴로피드백의 기본 가정들은 뇌의 유연성에 관한 이론들과 신경의 조절과 저장성의 장애로 ADHD를 설명하는 모형들과 일치한다. 뇌의 저장성과 관련된 상태로 ADHD를 설명하는 이론들은 신경전달물질의 불충분한 생산 혹은 이용을 주목한다. 그것은 뉴런들 사이의 비능률적인 전달을 유발한다. 본질적으로, 내담자는 뉴런이 전달을 하거나 더 빠르게 발화할 때 강화를 받는다. 뉴런 사이의 연결을 촉진함으로써 뉴로피드백은 각성제가 신경전달물질의 이용을 촉진하는 약물학적 접근과 비슷하다(Patrick & Friel, 2007).

인간의 뇌는 신경세포로 구성되어 있고, 기본적인 신경세포의 활동은 전기적 속성을 띤다. 많은 수의 신경세포가 발산하는 전기적 활동을 집합적으로 기록한 것을 뇌전도(electroencephalography: EEG) 또는 뇌파(brain wave)라 한다. EEG 바이오피드백이 ADD/ADHD를 가진 아동들을 어떻게 도울 수 있는지의 기제는 특정 뇌파 형태의 구분에 기초한다. EEG 주파수 범위는 다음과 같다. 먼저, δ

파는 0.5-4 Hz, θ 파는 4-7 Hz, α 파는 8-11 Hz, 감각운동(SMR)은 12-15 Hz, β 파는 15-40 Hz이다. δ 파와 θ 파는 서파 활동으로 알려졌고 백일몽과 졸음과 관련된다. α 파는 집중되지 않은 주의의 이완된 상태와 관련된다. β 파는 속파 활동으로 불리고 높은 각성, 집중 및 집중된 주의의 상태로 특징 지워진다(Linden, Habib, & Radojevic, 1993). ADHD의 증상은 비정상적인 뇌파 형태와 관련되어 있다. ADHD 아동들은 정상 아동에 비해 느린 뇌파(θ 파)의 활동성이 높고 불규칙한 파형을 보이며, 반면 다소 빠른 뇌파(β 파)의 활동성이 낮다(Clarke, Barry, McCarthy, & Selikowitz, 2001; Lazzaro et al., 1998). β 파 활동을 보상하는 동안 θ 파 활동을 억제하는 것을 목표로 하는 뉴로피드백 프로토콜은 주의 유지, 충동성 및 과잉행동에 대한 통제에서 결함과 같은 ADHD와 관련된 증상들의 성공적인 경감을 이끌어 낸다(Fox, Tharp, & Fox, 2005). C4(국제적인 10-20 시스템; Jasper, 1958)와 SMR파가 과잉행동-충동성 아형의 아동들에서 사용되었고 C3(국제적인 10-20 시스템; Jasper, 1958)와 β 파가 주로 부주의 아형의 아동들에서 사용되었다. 결합형 아형의 아동들은 회기 반절 동안 과잉행동-충동성처럼 같이 치료되었고 나머지 반 동안 부주의 아형처럼 치료되었다. 이런 구별의 이론적 근거는 SMR파가 시상-대뇌피질 연결의 억제를 반영하고 과잉행동은 우반구 과잉반응성과 관련되었다는 것이다(Sterman, Wyrwicka, & Howe, 1969). 반면에 주의력 결핍(경계에서 감소)은 주로 좌반구 느린 θ 파 활동과 β 파 활동의 상대적인 부재로 나타난다. 뉴로 피드백 훈련의 목표는 SMR파 혹은 β 파 대역("보상 대역" :15-18 Hz)에서 힘을 증가시키고 동시에 θ 파와 고 β 파

대역("억제 대역":22-40)에서 힘을 감소시키는 것이다.

이러한 뇌파를 실시간으로 사용자에게 제공함으로써 의식적이고 암시적인 방법을 사용하거나 자신의 신체를 스스로 조절하는 방법을 학습하게 하는 기법이 뉴로피드백이다. 즉, 뉴로피드백 훈련은 특수 고안된 컴퓨터 장비로 자신의 뇌파 활동 상황을 실시간으로 검토함으로써 뇌파를 변화시키는 훈련을 통해 스스로의 힘으로 뇌의 화학적 작용과 네트워킹을 재구성해 뇌기능을 개선시키는 프로그램이다(박인순, 박병운, 2003). 지난 30년 동안 수행된 몇몇 임상 연구들의 결과는 뉴로 피드백(혹은 EEG 바이오피드백)이 주의력 결핍 및 과잉행동 장애 아동들을 치료하는 것에 효과가 있었다(Fuchs, Birbaumer, Lutzenberger, Gruzelier, & Kaiser, 2003; Kropotov et al., 2005).

유정영(2009)에서 뉴로피드백의 대표적 훈련 모드 중 하나로 눈을 뜬 상태에서 β 파-SMR파 훈련이 있으며, 여러 연구들은 우측 뇌에 SMR파, 좌측 뇌에 β 파를 증가시키는 뉴로피드백 훈련이 ADHD 아동에게 매우 효과적임을 보여주었다(Lubar, 1991; Tansey, 1990).

Rossiter와 LaVaque(1995)는 주의력 결핍 및 과잉행동 장애를 위한 치료의 부분으로 EEG 바이오피드백을 받았던 23명 환자와 정신각성제로 치료를 받고 뉴로피드백을 받지 않은 23명의 환자들을 나이로 짝지어 비교하였다. 뉴로피드백의 일반적인 수용이 각성제의 수용에 동등한 효과를 가진다는 것과 치료 후 오래 지속하는 효과와 부작용이 없다는 것과 같은 부가적 이점을 가지고 있다는 것을 증명해야 하기 때문에 이것은 중요한 비교였다. EEG 집단의 5명은 치료 전 및 치료 동안 정신각성

제를 복용하고 있었다. 모든 참가자들은 EEG 측정과 T.O.V.A 검사를 실시하기 전 2일 동안 약물치료를 중단했다. 아동용 행동평가척도(어머니)가 EEG 집단에 대해 치료 전 및 후에 얻어졌다. 검사 전 지능 측정이 이루어졌다. 연령, 성별 분포, 지능, 주의력 결핍 및 과잉행동 장애의 빈도와 “차이가 생기지 않은” 주의력 결핍 장애 사이에서, 2차적/3차적 진단에 유의한 차이가 없어서 분석은 짝이 잘 이루어졌다고 나왔다. 집단은 기저선 T.O.V.A 측정에서 차이가 없었다. 이전에 정신각성제 치료를 받았었던 사람들은 의료집단($n=10$)보다 EEG 집단($n=17$)이 더 많았다.

EEG 훈련 프로토콜은 연령, 증상, 기저선 결과 및 치료에 대한 환자의 반응에 따라 다양했다. EEG 훈련의 20회기가 재검사 전에 마쳐졌다. 치료 후 약물치료 집단은 유의하게 향상되었고 변화의 크기 및 유의성은 EEG 집단과 다르지 않았다. EEG 집단의 구성원들은 약물치료 없이 재검사되었다; 약물치료 집단은 약물복용 후 재검사되었다. 연구는 좋은 실험 통제를 증명했다. 두 집단에서 만들어진 이점의 비교는 T.O.V.A 검사 결과로 제한되었다. 그것은 관찰자 편견에 주관적일 수 있는 평정 척도 혹은 다른 검사들 보다 덜 주관적이기 때문이다. 환자들이 20회기 후에 향상을 보였다면, 나머지 20회기는 그 기술을 굳건하게 하고 “계속 학습”할 것을 권한다. 이 절차는 뉴로피드백 치료에서 공통적인 실무 모형이 되었고, 이 발견에 기초해서, 연구자들은 뉴로피드백이 주의력 결핍 및 과잉행동 장애를 치료하기 위해 효과적인 도구일 수 있다고 결론지었다.

외국의 다수 연구들은 뉴로피드백 훈련이 ADHD를 치료하는데 있어 효과적임을 보여주

었다. 국내에서 뉴로피드백 훈련으로 ADHD를 치료한 연구는 적으나 최근 유정영(2009)의 연구에 따르면 ADHD 아동을 대상으로 총 30회기에 걸쳐 뉴로피드백 훈련을 실시하여 효과를 확인하였다. ADHD 아동의 주의력 및 충동성 변화를 ADS(ADHD Diagnostic System)로 알아본 결과 약물치료를 병행한 뉴로피드백 치료 집단은 4가지 척도(누락오류, 오경보 오류수, 반응시간, 반응시간 표준편차) 모두에서 유의한 수준으로 줄어들었다. 하지만 약물만 단독 치료집단에서는 2가지 척도(누락오류, 반응시간 표준편차)만이 유의한 수준으로 줄어들었다. 이러한 결과는 약물만 단독치료보다는 뉴로피드백 훈련을 병행한 치료가 주의력을 증가시키고 충동성을 감소시키는 데 더욱 효과적임을 나타낸다고 보고한다. 그리고 부모가 보고하는 ARS(ADHD Rating Scale)에서 약물만 단독 치료집단이든 약물치료를 병행한 뉴로피드백 집단 모두 점수가 줄어들었으로써 주의력 및 충동성에서 호전을 나타내었다. 두 집단 모두에서 아동의 변화가 보호자들이 감지할 수 있을 정도로 행동에서 드러났고 두 집단 간 유의한 차이는 없었다. 또한 약물치료를 병행한 뉴로피드백 집단의 19명 중 6명이 주의력 및 충동성의 상당한 호전을 보여 약물치료를 중단한 사례를 보이고 있다. 마지막으로 약물치료를 병행한 뉴로피드백 집단의 뇌파 변화를 보면 훈련 목표로 두었던 θ 파 활동성과 편차는 줄었다. 하지만 SMR파와 β 파는 유의하게 증가하지 않았다. 이는 주의력과 직접 관련된 뇌파는 짧은 훈련기간으로 유의하게 증가하지는 않았으나 θ 파와 높은 β 파의 활동성과 편차가 줄어 정상인들의 평균적 수행과 가까운 뇌파 양상을 보이고 있다고 보고한다.

외국의 다수 연구들이 뉴로피드백 훈련이 ADHD를 치료하는데 효과적임을 보여주었다. 그러나 아직까지도 치료 기법으로써 뉴로피드백 훈련의 타당성에 대한 논란은 많다(Baydala & Wikman, 2001). 또한 국내에서는 뉴로피드백이 ADHD에 미치는 효과를 체계적으로 살펴본 연구가 적은 실정이다. 따라서 본 연구의 목표는 정신과를 내원하고 있는 ADHD 아동에게 뉴로피드백 훈련만을 실시하거나 약물치료와 뉴로피드백을 병행하여 실시할 때, 약물치료만 주어지는 ADHD 아동들과 비교하여 부주의와 과잉행동/충동성 감소에 효과가 있는지를 살펴보고자 한다.

이러한 목표에 따른 구체적인 연구문제는 다음과 같다:

연구문제 1. 약물치료와 비교해서 뉴로피드백 훈련이 부주의와 과잉행동/충동성을 감소시키는데 효과가 있는가?

연구문제 2. 뉴로피드백 훈련에 약물치료를 병행할 경우, 두 치료의 상승적인 효과가 있는가?

방 법

연구대상

2009년 12월 초부터 중반까지 전북대학교병원 정신과 전문의에게 일차적으로 ADHD를 진단받은 지능지수가 70점 이상인 32명의 아동에게 한국어판 주의력 결핍 및 과잉행동 장애 평정척도를 실시하였다. 참가자 모두가 한국어판 주의력 결핍 및 과잉행동 장애 평정척도에서 절단점 이상을 받았다. 참여한 아동과 아동의 부모에게 뉴로피드백 집단, 뉴로

피드백+약물치료 집단 그리고 약물치료 집단 세 집단 중 하나의 집단을 선택하게 하였다. 그 결과 뉴로피드백 집단에 12명, 뉴로피드백+약물치료 집단에 9명, 약물치료 집단에 11명이 배정되었다. 이 중 2명(약물치료 집단)은 훈련에 참여할 수 없었는데 1명은 사고로 정형외과에 입원하게 되었으며 1명은 다른 지역으로 이사를 가게 되어 훈련에 참여할 수 없었다. 훈련을 다 마치고 난 후 1명(뉴로피드백 집단)은 추적 검사에 응하지 못해 총 29명 아동의 자료가 최종적으로 결과 분석에 사용되었다.

측정도구

한국어판 주의력 결핍 및 과잉행동 장애 평정척도-부모용(Korean-Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Rating Scale; K-ARS).

본 연구에서 사용한 부주의와 과잉행동/충동성 척도는 DSM-IV의 ADHD 진단준거를 토대로 DuPaul에 의해 개발된 부모가 실시하는 행동 평정 척도이다. ADHD 장애군과 대조군을 변별하는 변별타당도가 높은 것으로 입증되었고, 18문항(홀수 문항: 부주의성, 짝수 문항: 과잉행동-충동성)으로 구성되어 있기 때문에 경제적이며 ADHD 3가지 아형(부주의 우세형, 과잉행동-충동성 우세형 및 복합형)을 구별하는데 사용할 수 있어 효율적이다(DuPaul & Eckert, 1997; DuPaul & Stoner, 1994). 연령에 따른 내적 일치도는 .77-.89, 평정자간 신뢰도는 .383로 유의하다고 보고되었다(김영신 등, 2003). 장수진 등(2007)의 K-ARS 규준 연구에 따라 남아의 경우 16점 이상, 여아의 경우 11점 이상을 받은 아동을 선별하였다.

**아동용-정동장애와 정신분열병 스케줄
(Kiddie-Schedule for Affective Disorders and
Schizophrenia-Present and Lifetime Version-
Korean Version; K-SADS-PL-K).**

본 연구에서 ADHD의 아형 구분과 공병 여부 확인을 위해 전공의 2명의 도움을 받아 이면담을 실시하였다. K-SADS-PL은 총 32개의 DSM-III-R 및 IV 소아정신과적 진단을 평가할 수 있으며, 현재의 진단 외에도 과거 진단을 함께 확정할 수 있도록 구성되어 있다. 국내 표준화 결과, 역치 및 역치하 진단에서 ADHD가 가장 높은 타당도를 가지는 것으로 확인되었다(Consensual validity; Kappa=.695). 신뢰도는 ADHD와 틱 장애에서만 이루어졌는데, ADHD의 경우 검사 간 신뢰도가 .421, 검사-재검사 신뢰도가 .755로 만족할 만한 수준이었다(조수철, 신민섭, 2006).

절차

전북대학교병원을 내원하여 일차적으로 정신과 전문의에게 주의력 결핍 및 과잉행동 장애임이 확인된 아동 32명을 대상으로 실시하였고 2009년 11월 ◇◇대학병원 윤리위원회의 승인을 받았다. 2009년 12월 초부터 중반까지 아동과 부모에게 본 연구의 목적을 설명하고, 연구에 대한 서면 동의를 받았다. 그 후 아동과 부모는 아동용-정동장애와 정신분열병 스케줄 면담을 받아 아형과 공병을 확인했고, 아동의 부모는 한국어판 주의력 결핍 및 과잉행동 장애 평정척도를 실시했다. 32명 아동의 지능지수는 70이상이었고 K-ARS 척도에서 절단점 이상을 받았으며 아동 중 경미한 정도의 공병을 가지고 있는 아동도 포함되었다. 참여한 아동과 아동의 부모에게 하나의 집단을 선택

하게 하였다. 그 결과 뉴로피드백 집단에 12명, 뉴로피드백+약물치료 집단에 9명, 약물치료 집단에 11명이 배정되었다. 이 중 1명은 사고로 정형외과에 입원하게 되었으며 1명은 다른 지역으로 이사를 가게 되어 2명(약물치료 집단)이 본 연구에 참여할 수 없었다. 훈련을 다 마치고 난 후 1명(뉴로피드백 집단)은 추적 조사에 응하지 못해 총 29명 아동의 자료가 최종적으로 결과 분석에 사용되었다.

뉴로피드백 훈련은 12월 마지막 주부터 시작하여 2월 말까지 총 20회기를 실시하였으며, 각 회기는 1주일에 2-3번으로 30분 동안 실시하였다. 약물치료를 받는 아동들은 중추신경 각성제 약물(콘서타와 메틸페니데이트)을 복용하였고 복용량은 아동의 몸무게, 나이 및 증상의 정도에 따라 전문의가 결정하였다. 뉴로피드백 훈련 첫 회기에서 아동들에게 훈련 방법을 설명해주고 기저선 측정을 하였다. 훈련 종결 후 사전 검사 때 사용한 K-ARS를 세 집단의 아동 부모에게 실시하였고 4주 후 추적 검사에서도 동일한 도구를 사용하였다.

뉴로피드백 훈련 절차

본 연구에서는 뇌파의 변화를 측정하기 위하여 Medical Spectrum의 NeuroComp System을 사용하였다. 이 도구는 dual monitor system으로서 치료자와 피험자 각각 모니터를 바라보면서 훈련을 파악할 수 있다는 장점이 있으며, 전체 EEG의 흐름과 선택된 뇌파를 시각적으로 제공해준다.

뉴로피드백 훈련은 다음과 같이 실시하였다. 참가자가 들어오면 의자에 앉게 하고 환자의 심리적 안정감 및 긴장 상태, 육체적 피로 및 생리 현상을 점검하였다. 그리고 전파 방해를

일으키는 휴대물을 제거하고 훈련 중 움직이지 말라고 지시하였다. 참가자에게 뉴로피드백 훈련에 관한 간단한 설명을 하여 환자가 이해하도록 하고 훈련에 참여하도록 하였다. EEG는 C3 또는 C4 위치(국제적인 10-20 시스템; Jasper, 1958)에서 컷불(A1과 A2)까지 기록된다. 주의력과 관련된 EEG 바이오피드백의 효과를 뇌파 대역 및 신경학적 위치에 따라 살펴보면 다음과 같다. 첫째, β 파(C3, A1과 A2) 대역의 강화는 과잉행동-충동성이 없는 부주의 우세형 또는 인지결함이 있는 ADHD의 치료에 효과가 있다(문병희, 현명호, 이장한, 김인영, 김재석, 김선일, 2002; Fuchs, Birbaumer, Lutzenberger, Gruzelier, & Kaiser, 2003). 두 번째, SMR파(C4, A1과 A2) 대역의 강화는 과잉행동/충동성 아형의 ADHD 아동들에게 효과가 있다(Fuchs, Birbaumer, Lutzenberger, Gruzelier, & Kaiser, 2003; Heywood & Beale, 2003). 세 번째, 복합형 아형의 ADHD 아동들은 회기 반절 동안 부주의 아형(C3, A1과 A2)처럼 치료되고 나머지 반절 동안 과잉행동/충동성 아형(C4, A1과 A2)처럼 치료되어 효과가 있다(Fuchs, Birbaumer, Lutzenberger, Gruzelier, & Kaiser, 2003; Rossiter, 2002). 이에 따라 본 연구에서는 ADHD 아동의 아형에 따라 치료 방법을 결정했다.

기저선은 1회기 뉴로피드백 훈련으로 측정되어 최적 수준을 결정하였으며 이를 바탕으로 다음 회기가 진행되었다. 다음 훈련을 시작할 때 강화를 받는 역치는 이전 훈련의 마지막 역치로 실시되었고, 훈련 도중 목표 역치는 훈련 효과와 내담자 동기를 고려해 난이도를 적절하게 조정하였다.

자료 분석

본 연구에서는 집단 간 사전 동질성을 검증하기 위해 사전 점수로 일원 변량분석(ANOVA)을 실시하였다. 뉴로피드백 훈련과 약물치료가 부주의와 과잉행동/충동성에 미치는 효과를 알아보기 위하여 뉴로피드백 집단, 뉴로피드백+약물치료 집단 및 약물치료 집단을 집단 간 변인으로, 사전-사후-추적 시기를 집단 내 변인으로 변량분석을 실시하였다.

결 과

뉴로피드백 집단, 뉴로피드백+약물치료 집단 및 약물치료 집단의 사전 동질성($\alpha=.05$, 양측검증)을 검증하기 위해 사전 점수로 일원 변량분석을 실시하여 연령, 지능, 부주의 및 과잉행동/충동성을 비교하였다. 그 결과 모든 측정치에서 세 집단의 유의한 차이가 없었다. 사전 동질성 검증 결과는 표 1에 제시되었다.

한국어판 주의력 결핍 및 과잉행동 장애 평정 척도(K-ARS) 점수 변화

K-ARS 부주의와 과잉행동/충동성에 관한 뉴로피드백 집단, 뉴로피드백+약물치료 집단 및 약물치료 집단의 검사 결과는 표 2에 제시되었다. 부주의 점수의 변량분석 결과 집단의 주효과, $F(2, 26)=4.515$, $p<.05$ 와 시기의 주효과, $F(1.77, 46.096)=28.879$, $p<.001$ 가 유의하게 나타났으며, 집단과 시기에 따른 상호작용 효과는 유의하지 않았다.

단순 주 효과 분석을 통해 살펴보면 뉴로피드백 집단과 약물치료 집단에서 유의한 점수

표 1. 세 집단의 사전 동질성 검증

변인	집단	뉴로피드백 (n=11)	뉴로피드백+ 약물치료 (n=9)	약물치료 (n=9)	F	p
		M(SD)	M(SD)	M(SD)		
K-ARS	연령	9.73 (2.15)	10.00 (2.18)	9.78 (2.77)	.036	.965
	지능	97.90 (12.42)	89.00 (16.07)	100.11 (8.48)	1.97	.160
	부주의	10.45 (4.16)	14.89 (4.86)	13.89 (4.28)	2.82	.078
	과잉행동/ 충동성	11.82 (6.26)	12.33 (5.66)	11.00 (5.64)	.120	.887

주. 변인(단위): 연령(세)

표 2. 세 집단의 K-ARS 부주의와 과잉행동/충동성의 시기에 따른 변량분석 결과

집단		사전 검사	사후 검사	추적 검사	집단(A)	검사시기(B)	A×B
		M (SD)	M (SD)	M (SD)	F	F	F
부주의	뉴로피드백(11)	10.45 (4.16)	6.90 (4.78)	6.55 (3.36)	4.515*	28.879**	1.996
	뉴로피드백+ 약물치료(9)	14.89 (4.86)	7.78 (1.48)	8.11 (2.47)			
	약물치료(9)	13.89 (4.28)	11.22 (1.92)	10.44 (3.09)			
과잉행동/ 충동성	뉴로피드백(11)	11.82 (6.26)	6.55 (4.74)	5.45 (3.08)	.247	27.925**	1.439
	뉴로피드백+ 약물치료(9)	12.33 (5.66)	6.44 (4.10)	6.67 (3.90)			
	약물치료(9)	11.00 (5.64)	8.56 (3.09)	8.11 (4.46)			

* $p < .05$, ** $p < .001$

차이가 나타났다. 사후 검사 점수에서 뉴로피드백 집단(11)은 6.413, $p < .05$, 또한 추적검사 점수에서도 뉴로피드백 집단이 유의하게 더 감소되었고, $F(1, 18)=6.413$, $p < .05$, 또한 추적검사 점수에서도 뉴로피드백 집단이 유의하게 더 감소되었다.

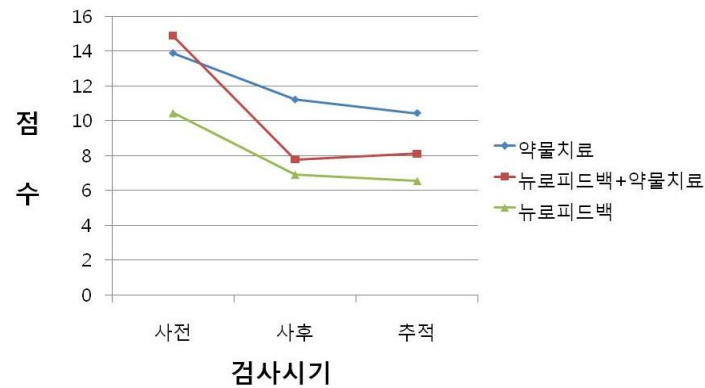


그림 1. 세 집단의 부주의의 사전-사후-추적 검사 점수 변화

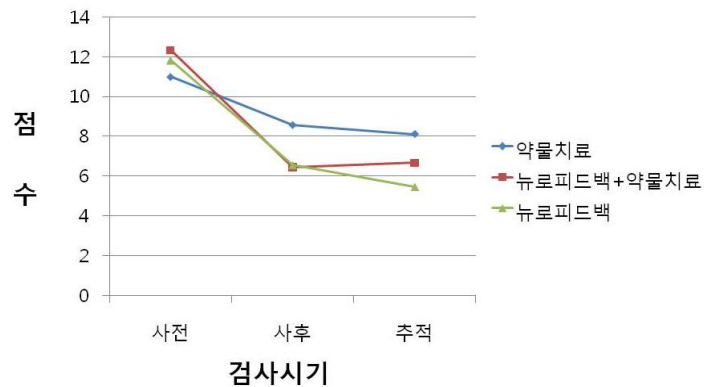


그림 2. 세 집단의 과잉행동/충동성의 사전-사후-추적 검사 점수 변화

$F(1, 18)=7.169, p<.05$. 이러한 부주의 점수의 차이를 그림 1에 나타내었다.

과잉행동/충동성 변량분석 결과 시기의 주 효과만 유의하게 나타났으며, $F(1.679, 43.647)=28.879, p<.001$, 집단 간 차이와 집단과 시기에 따른 상호작용 효과는 유의하지 않았다. 이러한 과잉행동/충동성 점수의 차이를 그림 2에 나타내었다.

뉴로피드백 집단 및 뉴로피드백+약물치료 집단의 뇌파 변화

뉴로피드백 훈련을 받은 두 집단의 사전-사후 뇌파 변화를 알아보기 위해 집단 내 일원 반복측정을 실시하였다. 집단 내의 아형을 구분하여 θ 파, β 파 및 SMR파의 변화를 알아보았다. 부주의 우세형의 결과는 표 3과 같다.

부주의 우세형 θ 파 변화를 보면 뉴로피드백 집단에서 유의한 감소를 보였고, $F=22.87, p<.01$, 뉴로피드백 집단+약물치료 집단에서도

표 3. 부주의 우세형의 각 집단 내 세타파와 베타파의 변화

	집단	사전	사후	집단 내 (반복측정 <i>F</i>)
		<i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>M</i> (<i>SD</i>)	
세타파 (θ 파)	뉴로피드백 (<i>n</i> =5)	15.12(2.11)	12.56(2.52)	22.87***
	뉴로피드백+약물치료 (<i>n</i> =5)	16.16(1.56)	13.92(2.00)	18.61*
베타파 (β 파)	뉴로피드백 (<i>n</i> =5)	5.28(.73)	4.24(.87)	61.46*
	뉴로피드백+약물치료 (<i>n</i> =5)	6.06(1.82)	5.20(1.50)	14.91*

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



그림 3. 부주의 우세형 각 집단 내 뇌파변화(왼쪽: 뉴로피드백 집단, 오른쪽: 뉴로피드백+약물치료 집단)

표 4. 과잉행동/충동성 우세형 집단 내 세타파와 SMR파 변화

	집단	사전	사후	집단 내 (반복측정 <i>F</i>)
		<i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>M</i> (<i>SD</i>)	
세타파 (θ 파)	뉴로피드백 (<i>n</i> =3)	16.8(2.89)	13.43(.76)	7.39
SMR파	뉴로피드백 (<i>n</i> =3)	6.13(.32)	4.93(.25)	20.57*

* $p < .05$

유의한 감소를 보였다, $F=18.61$, $p<.05$. 그리고 β 파의 변화를 보면 뉴로피드백 집단에서 유의한 감소를 보였고, $F=61.46$, $p<.01$, 뉴로피드백+약물치료 집단에서도 유의한 감소를 보였다, $F=14.91$, $p<.05$. 이러한 변화를 그림 3에 나타내었다.

과잉행동/충동성 우세형 뇌파 변화도 알아 보았다. 결과는 표 4와 같다.

과잉행동/충동성 우세형 θ 파의 감소는 있었지만 유의하지 않았다, $F=7.387$, $p>.05$. 그리고 SMR파는 유의한 감소를 보였다, $F=20.57$, $p<.05$. 이러한 변화를 그림 4에 나타내었다.

마지막으로, 복합형의 뇌파 변화도 보았다. 복합형은 다른 두 아형의 치료 방법을 10회기씩 사용하였으므로 훈련 절차에 따라 나누어 분석하였다. 결과는 표 5와 표 6과 같다.

복합형(좌반구) θ 파 변화를 보면 뉴로피드백 집단에서 증가하였지만 유의하지 않았고 $F=.013$, $p>.05$, 뉴로피드백+약물치료 집단에서 감소하였지만 유의하지 않았다, $F=6.04$, $p>.05$. 그리고 복합형(좌반구) β 파 변화를 보면 뉴로피드백 집단에서 감소하였지만 유의하지 않았고, $F=13.00$, $p>.05$, 뉴로피드백+약물치료 집단에서도 감소하였지만 유의하지 않았

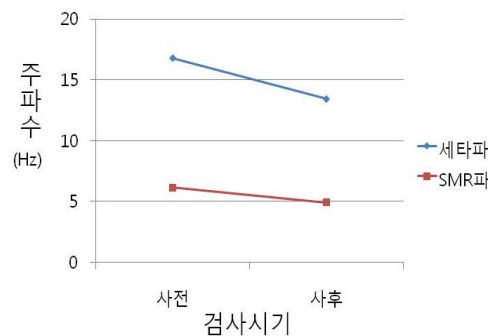


그림 4. 뉴로피드백 집단의 과잉행동/충동성 뇌파 변화

표 5. 복합형(좌반구) 각 집단 내 뇌파 변화

집단		사전	10회기	집단 내 (반복측정 F)
		$M(SD)$	$M(SD)$	
세타파 (θ 파)	뉴로피드백 ($n=3$)	15.63(3.56)	15.70(2.82)	.013
	뉴로피드백+약물치료 ($n=4$)	16.73(4.40)	14.00(2.68)	6.04
베타파 (β 파)	뉴로피드백 ($n=3$)	5.40(.79)	4.97(.97)	13.00
	뉴로피드백+약물치료 ($n=4$)	4.95(1.15)	4.45(.97)	7.50

표 6. 복합형(우반구) 각 집단 내 뇌파 변화

	집단	11회기	사후	집단 내 (반복측정 <i>F</i>)
		<i>M(SD)</i>	<i>M(SD)</i>	
세타파 (θ 파)	뉴로피드백 (<i>n</i> =3)	13.57(2.34)	13.6(2.48)	.023
	뉴로피드백+약물치료 (<i>n</i> =4)	14.28(2.54)	12.58(2.05)	4.86
SMR파	뉴로피드백 (<i>n</i> =3)	6.23(1.53)	6.97(2.85)	.875
	뉴로피드백+약물치료 (<i>n</i> =4)	5.38(.71)	4.35(1.23)	7.05



그림 5. 뉴로피드백 집단의 복합형 뇌파 변화(왼쪽: 좌반구, 오른쪽: 우반구)

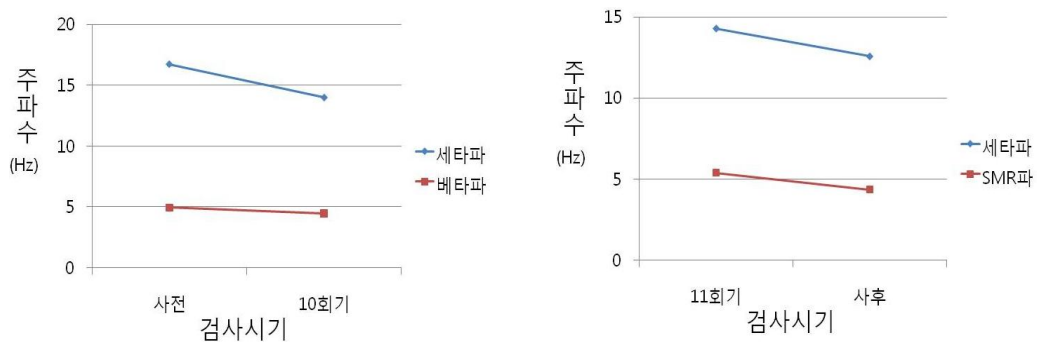


그림 6. 뉴로피드백+약물치료 집단의 복합형 뇌파 변화(왼쪽: 좌반구, 오른쪽: 우반구)

다, $F=7.50$, $p>.05$. 이러한 변화를 그림 5와 그림 6에 나타내었다.

복합형(우반구) Θ 파 변화를 보면 뉴로피드백 집단에서 증가가 보였지만 유의하지 않았고, $F=.023$, $p>.05$, 뉴로피드백+약물치료 집단에서는 감소가 있었지만 유의하지 않았다, $F=4.86$, $p>.05$. 그리고 SMR파 변화를 보면 증가가 보였지만 유의하지 않았고, $F=.875$, $p>.05$, 뉴로피드백+약물치료 집단에서는 감소하였지만 유의하지 않았다, $F=7.05$, $p>.05$. 이러한 변화를 그림 5와 그림 6에 나타내었다.

논 의

본 연구는 전북대학교병원 정신과에 내원하고 있는 ADHD 아동을 대상으로 부주의와 과잉행동/충동성에 미치는 효과를 알아보고자 하였다. 뉴로피드백, 뉴로피드백+약물치료 및 약물치료를 통해 변화된 효과는 다음과 같다.

첫째, 뉴로피드백 집단과 약물치료 집단의 부주의 점수를 비교해본 결과, 뉴로피드백 집단에서 훈련 이후 부주의 점수가 유의하게 낮아졌고 1개월 추적 검사까지 유지되었다. 반면에 약물치료 집단은 사전-사후-추적에서 점수의 감소는 있었지만 유의한 점수 차이가 없었다. 부모의 평정척도에서 부주의 점수가 나아졌다는 것은 뉴로피드백 훈련이 부주의 증상을 치료하는 것에 효과적이었다고 판단할 수 있다. 이는 Monastra 등(2002)의 연구와 일치한다. 아동이 훈련 진행 동안 주의를 집중할 수 있는 자신만의 방법을 찾도록 노력하라는 훈련 방법을 잘 이해했으며, 이러한 방법을 스스로 깨달았음을 보여준다. 이러한 방법을 찾아 깨달을 수 있게 해준 것은 뉴로피드

백 훈련이 이루어지는 동안 자신의 뇌파 변화에 따른 즉각적인 시·청각적 피드백이 증상 수준을 감소시키도록 작용한 것으로 보인다. 또한 대부분의 아동이 뉴로피드백 훈련을 받고 난 후 훈련 이전과 다르게 훈련 이외의 상황(예, 문제집을 푸는 상황, 독서)에서 주의 집중하는 것이 편안해졌다고 보고하였다. 이는 훈련 회기가 끝나고 다음 훈련 회기가 있을 때까지 훈련 동안 실시해본 방법을 집중과 억제를 요하는 일상 활동에서도 연습해보라는 지시가 일상에서 집중과 억제를 하는데 있어 아동의 주관적인 불편감을 줄여준 것으로 보인다.

둘째, 뉴로피드백 집단과 약물치료 집단의 과잉행동/충동성 점수를 비교해본 결과, 두 집단 모두 시기에 따른 감소를 보여 집단 간 과잉행동/충동성 점수 감소는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이에 따라 본 연구에서 뉴로피드백 훈련이 과잉행동/충동성 변화에 영향을 미치지 못한 이유는 과잉행동/충동성 증상은 외현화된 행동문제이며, 이로 인해 규칙에 따르지 못하고 차례를 기다리지 못하는 부가적인 문제를 일으킨다. 이 때문에 상황에 따른 자기 조절이 어려운 ADHD 아동에게는 상황에 맞는 적절한 행동을 유도하거나 학습시키기 위한 행동치료를 실시하는 경향이 있다(O'Leary, Becker, Evans, & Saudargas, 1969; Patterson, 1974). 본 연구에 참여한 아동의 부모는 아동이 뉴로피드백 훈련 이외의 상황에서는 행동의 변화가 보이지 않는데, 뉴로피드백을 하는 동안 움직임 없이 하는 것이 신기하다고 보고했다. 따라서 뉴로피드백 훈련이 과잉행동/충동성 변화에 영향을 미치지 못한 다른 이유는 상황에 맞게 적절한 행동을 유도하거나 행동의 일반화를 학습시키는데 있

어 뉴로피드백 훈련만으로는 부족했던 것으로 판단된다.

셋째, 뉴로피드백+약물치료 집단과 약물치료 집단의 부주의 점수를 비교해본 결과, 두 집단 모두 시기에 따른 감소를 보여 집단 간 부주의 점수 감소는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 본 연구의 결과는 뉴로피드백 훈련과 약물치료의 병행이 ADHD 아동에게 미치는 효과에 대한 연구 결과(유정영, 2009)와 상반된다. 뉴로피드백 훈련과 약물치료를 병행한 아동들 중 약을 복용하고 난 후 뉴로피드백을 실시하면 훈련 과정 동안 기분이 불쾌해지고 굉장히 예민해져 훈련을 하는 동안 불편한데, 약을 복용하지 않고 뉴로피드백 훈련을 하면 편안히 더 잘 된다고 보고한 아동들이 있었다. ADHD 아동에게 적용되는 각성제 치료는 근본적인 신경장애에서 지속적인 변화를 유발하는 것 없이 증상의 발현을 감소시키거나 예방하는 예방 중재의 유형일 수 있다(Monastra et al., 2001). 그래서 약물치료에 신경 가소성 원리로 자율신경계 활동변화를 유도하여 생리기제를 스스로 조절하는 방법을 학습시키고 심리적 변화를 유도하고 유지할 수 있게 하는 뉴로피드백의 효과(문병희, 현명호, 이장한, 김인영, 김재석, 김선일, 2002에서 재인용)를 결합해서 단독치료보다 더 큰 상승적인 효과를 기대했었다. 그러나 두 치료의 결합 효과는 이전 연구의 결과와 상반되었으며 상승적인 효과를 낳지 못했다. 약 복용 후 이루어진 뉴로피드백 훈련 과정에서 아동들이 보고한 주관적인 불편감(예. 두통)을 바탕으로, 훈련 중 두 치료의 결합이 서로의 작용에 신경 혹은 신체적으로 어떠한 영향을 미쳤을 것이라고 판단된다. 그러나 이것은 추론이며 추후 더 정교한 검증이 필요하다.

넷째, 뉴로피드백+약물치료 집단과 약물치료 집단의 과잉행동/충동성 점수를 비교해본 결과, 두 집단 모두 시기에 따른 감소를 보여 집단 간 과잉행동/충동성 점수 감소는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 과잉행동/충동성은 행동의 문제로 볼 수 있는데, 뉴로피드백 훈련과 약물치료가 상황에 맞게 적절한 행동을 유도하거나 행동의 일반화를 학습시키고 외현화된 행동 문제를 다루는 데 있어 부족했던 것으로 판단된다.

다섯 번째, 뉴로피드백 집단과 뉴로피드백+약물치료 집단의 부주의와 과잉행동/충동성 점수를 비교해본 결과, 두 집단 모두 부주의와 과잉행동/충동성 점수에서 감소를 보여 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. ADHD 아동들의 증상은 한 가지 특징만을 갖지 않고 복합적으로 나타나기 때문에, 근래 들어 ADHD 아동을 위한 치료는 약물 사용, 교육적 중재, 기술훈련 등을 조합하여 시행하는 경향이 있다(김옥정, 1998). 이러한 경향에 맞춰 뉴로피드백 훈련과 약물치료를 병행하여 진행된 연구 결과들을 살펴보았을 때, 단독 치료만을 실시하는 것보다 치료를 병행하는 것이 더 좋은 효과를 보이며 단독 치료보다 병행을 권한다고 보고하지만, 본 연구에서는 뉴로피드백 훈련만을 실시한 집단이 병행한 집단의 점수 감소보다 많은 감소를 보였다. 이러한 결과는 약물의 단점을 고려했을 때 약물의 효과를 완전히 배제하고 뉴로피드백 훈련만을 실시할 수도 있으며, 증상 개선에 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 것으로 판단된다.

여섯 번째, 뉴로피드백 집단과 뉴로피드백+약물치료 집단의 뇌파 변화를 비교해보았다. 집단 내에 ADHD의 세 아형이 속해있어 아형별 훈련 절차에 기초해서 아형별 집단 내 분

석을 실시하였다. 그 결과, 뉴로피드백 집단 및 뉴로피드백+약물치료 집단의 부주의 우세형 아동들에게서는 θ 파 및 β 파 감소가 발견되었다. 뉴로피드백 집단의 과잉행동/충동성 우세형 아동들에게서는 θ 파의 유의하지 않은 감소와 SMR파의 유의한 감소가 발견되었다. 뉴로피드백 집단의 복합형 아동들에게서는 좌뇌와 우뇌 θ 파의 유의하지 않은 증가, 좌뇌 β 파의 유의하지 않은 감소와 우뇌 SMR파의 유의하지 않은 증가가 발견되었다. 뉴로피드백+약물치료 집단의 복합형 아동들에게서는 좌뇌와 우뇌 θ 파의 유의하지 않은 증가, 좌뇌 β 파 및 우뇌 SMR파의 유의하지 않은 감소가 발견되었다.

뉴로피드백 훈련을 통해 기대한 결과는 θ 파 감소와 β 파 및 SMR파 증가의 뇌파 변화였으며 이러한 변화를 강화하는 것이었다. 하지만 뉴로피드백의 결과를 종합해보면 EEG 빈도 대역에서 실제 강화 변화들이 탐지되지 않았다. 뉴로피드백 훈련의 권장 회기는 보통 40-50회기이다. 이는 장기간의 훈련을 통해 아동들을 학습시키고자 하기 때문이며 주의력과 직접적으로 관련된 β 파와 SMR파는 짧은 훈련 회기로 증가되지 않기 때문이다(유정영, 2009). 본 연구에서 훈련 동안 β 파와 SMR파의 증가와 감소가 번갈아 나타나며 증가하려는 경향을 보였지만 이 일시적인 경향이 학습되려는 순간 훈련을 끝내게 된 결과는 아닐까하고 생각해본다. 또한 Rossiter와 LaVaque(1995)는 20회기 동안 향상을 보였다면, 향상을 굳건하게 하고 계속 학습할 수 있게 해주는 20회기를 더 가지라고 권고한다. 본 연구에서 훈련이 끝나고 난 후 참여한 아동들의 부모는 자녀에게서 이제 약간의 변화가 보이기 시작했는데 이때 끝나서 아쉽다고 보고했으며, 추가 회기

가 있다면 참여하고 싶다는 의사를 밝히기도 하였다. 주의력과 직접적으로 관련된 뇌파의 증가는 발견되지 않았지만, 주의력 결핍 및 산만과 관련된 θ 파는 유의하지 않지만 대체적으로 감소되었다. 본 연구에서 아동의 변화를 측정하기 위해 사용된 도구에서 발견된 점수들의 감소는 θ 파 변화의 영향을 직·간접적으로 받은 것이라고 생각된다.

ADHD를 가진 아동들은 뉴로피드백 훈련으로 자기-조절 능력을 습득하고 결정적인 생활 상황에서 그것들을 시행한다. 그리고 습득하고 시행하는 과정에서 아동들을 지지해줘야 할 필요성이 강조되어 보상 전략이 뒤따라 이들을 배우게 된다(Gevensleben, Holl, Vogel et al., 2009). 뉴로피드백 훈련 과정 동안 제시되는 보상과 아동이 스스로 배우게 되는 자기 보상성 전략에 방해로 주는 자극으로 부모의 일정하지 않은 보상 전략을 들 수 있겠다. 뉴로피드백 훈련에 대한 설명 후에도 훈련에 대한 의심과 걱정을 하는 아동의 부모에 대한 배려로 훈련 과정을 부모에게 공개하였다. 그러나 이러한 개방된 환경이 아동의 집중과 뇌파에 영향을 준 것으로 생각된다. 훈련을 받기 위해 오고 가는 과정에서 아동들은 ‘오늘 잘 하면 엄마가 혹은 아빠가 ○○○해줄게’식의 일정하지 않은 보상 전략을 제시받았다. 그리고 훈련자가 당일 훈련에 대해 긍정적인 피드백을 주었음에도 부모님들의 기대 수준에 미치지 못하였다고 잘못 판단하여 아동을 질책하였다. 부모의 보상 제시가 아동의 동기를 높일 것이라는 기대와는 달리 오히려 아동은 훈련에 집중하는 것을 더 어려워했으며 관련 없는 사고와 긴장감 증폭이 뇌파 변화에 영향을 주었을 것이라고 판단된다.

따라서 본 연구가 갖는 의의는 다음과 같다.

첫째, 지금까지 뉴로피드백 훈련이 ADHD에 미치는 효과에 대한 많은 연구가 이루어졌음에도 불구하고 아직까지도 뉴로피드백 훈련의 타당성에 대한 논란이 많다(Baydala & Wikman, 2001). 본 연구의 결과가 뉴로피드백 훈련에 대한 관심의 급증과 타당성 논란을 줄이는데 일부 도움이 될 수 있다는 점에 의의가 있다.

두 번째, ADHD 아동을 위해 여러 치료 방법이 행해지고 있지만, 일차 진료로 가장 많이 이루어지고 있는 치료 방법은 약물치료이다. 하지만 약물치료는 ADHD 장애를 가진 아동들 중 25-40% 아동들에게는 효과가 없다고 밝혀졌으며 이는 대략 15만 명-40만 명 아동들이 표준적인 치료 수단으로 도움을 받을 수 없다는 것이다(Swanson et al., 1993). 또한 각성제 약물을 복용하는 사람들 중 20-50%에서 불안, 성급함, 복통, 감소된 식욕, 불면증 및 두통과 같은 부작용이 발생한다고 알려졌다(Goldstein & Goldstein, 1990). 본 연구의 결과로 뉴로피드백 훈련이 약물치료 만큼의 효과를 보이는 경향이 있음을 발견할 수 있었다. 이를 종합하면 약물치료와 같은 신경기제를 이용하는 뉴로피드백의 원리 그리고 뉴로피드백 효과에 대한 많은 연구들의 결과에 따라 뉴로피드백 훈련이 ADHD 아동을 위해서 부작용이 없는 주요한 치료로 제공될 수 있다는 점에서 의의가 있다.

셋째, 본 연구에서는 측정하지 않았지만, 경미한 수준의 틱 증상을 가지고 있는 아동들 관련 보고를 따르면 뉴로피드백 훈련 후 틱 증상의 수준이 감소하거나 사라진 것으로 보고한다. 이런 점으로 보아 뉴로피드백 훈련이 ADHD만을 위한 것이 아니라 더 넓은 범위의 장애에도 효과가 있음을 보여주었다는 점에서 의의가 있다.

본 연구의 제한점과 추후 연구에 대한 제언은 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 무선헌당이 이루어지지 않았고 연구에 참여한 표본의 수가 적다. 아동과 부모의 선택으로 집단이 이루어졌고 집단을 선택하는 과정에서 치료 방법 및 효과에 대한 설명이 제공되어 위약효과 반응자가 있을 수 있는 오염요인 또는 편향을 통제하지 않았다. 표본이 충분히 크지 않아 집단 간 발견된 차이가 없었을 수도 있다. 따라서 표본의 크기를 크게 하고 무선헌당이 이루어져 추후에 뉴로피드백 반응자와 뉴로피드백 비반응자 간의 특성을 비교하면 좋을 것으로 생각된다.

둘째, 본 연구에서는 검사 시기에 따른 뇌파 변화를 보았지만 사전-사후 시기만을 살펴 보았으며 시기 간의 간격이 짧았다. 약물치료 집단의 뇌파 변화 측정과 함께 추적까지 뇌파 변화를 측정하는 것이 이루어졌다면 뇌파 변화와 증상 수준의 변화 사이의 정확한 관계를 볼 수 있었을 것이다. 따라서 후속 연구에서는 검사 시기 간의 간격을 충분히 계획하여 검사를 실시하고 추적 검사 및 전체 집단의 뇌파 변화를 측정하여 뇌파 변화와 검사 시기 점수 변화의 관계를 살펴보면 좋을 것으로 생각된다.

셋째, 본 연구에서 사용된 평정 도구가 하나였고 부모의 관찰이 이루어지는 가정 상황에서만 측정이 이루어졌다. 편향과 위약효과 등을 더 철저히 배제할 수 있고 가정 상황에서뿐만 아니라 다양한 장면에서 아동을 관찰하고 측정하며 이를 객관적으로 측정할 수 있는 평가 방법들을 사용하면 좋을 것으로 생각된다. 그리고 훈련받는 아동뿐만 아니라 보호자의 관리까지 필요한 아동이 연구 참여자이었기 때문에, 조용하고 안락한 훈련 환경이

조성되어야한다는 지침을 확실히 지키지 못한 것이 제한점으로 생각된다.

마지막으로, 뉴로피드백 훈련과 약물치료를 병행하였을 때 보였던 기분의 불쾌감과 예민함을 추후에 더 정교하게 살펴보았으면 한다. 뉴로피드백 훈련 혹은 약물에 대한 위약효과를 이용해 뉴로피드백 훈련 실시 중 약물이 어떠한 작용을 하여 불편감을 호소하는지를 더 자세히 알아보고, 뉴로피드백 훈련의 구체적인 효과와 정확한 효과 크기를 살펴보면 좋을 것으로 생각된다.

참고문헌

- 김옥정 (1998). 주의력결함 과잉행동장애 아동의 증후에 따른 치료 효과 비교 연구. 동아대학교 대학원 박사과정 학위청구논문.
- 김영신, 소유경, 노주선, 최낙경, 김세주, 고운주 (2003). 한국어판 부모 및 교사용 ADHD 평가척도(K-ARS)의 기준 연구. 신경정신의학, 42(3), 352-359.
- 류문화 (1996). 자기교시 훈련이 주의집중결함 과잉행동 아동의 문제행동 수정에 미치는 효과. 대구대학교 대학원 박사학위 청구 논문.
- 박난숙, 오경자 (1992). Methylphenidate 치료가 주의력결핍과잉활동아의 인지, 행동 및 사회, 학습, 정서적 적응에 미치는 효과. 한국심리학회지: 임상, 11(1), 145-160.
- 박인순, 박병운 (2003). 뉴로피드백을 이용한 뇌기능 최적화 연구-임상사례 중심. 한국정신과학학회 제 18회 2003년도 춘계학술대회 논문집, 4, 64-85.
- 반건호, 조아랑 (2002). 성인에서의 주의력결핍 · 과잉행동 장애. 경희의학, 18(3 · 4), 143-157.
- 서울시 소아청소년광역정신보건 센터 (2005). 2005년도 역학사업보고서 - 서울시 소아청소년 정신장애 유병률 조사 - . 서울시 소아청소년광역정신보건 센터.
- 신민섭 (2005). 아동정신병리의 진단평가(웍슬러 지능검사를 통한). 서울: 학지사.
- 신현균, 김진숙 (2000). 주의력 결핍 및 과잉행동 장애. 서울: 학지사.
- 유정영 (2009). 뉴로피드백 훈련이 ADHD 아동의 주의력 및 충동성에 미치는 효과. 부산대학교 대학원 석사과정 학위청구 논문.
- 장수진, 서동수, 변희정 (2007). 한국어판 주의력결핍 과잉행동장애 평가척도의 부모용 기준연구. 소아청소년정신의학, 18(1), 38-48.
- 조수철, 신민섭 (2006). 소아정신병리의 진단과 평가. 서울: 학지사.
- 홍강의, 김종훈, 신민섭, 안동현 (1996). 주의산만 · 과잉운동을 주소로 소아정신과를 방문한 진단적 분류와 평가. 소아청소년정신의학, 7(2), 190-202.
- Abikoff, H., Hechtman, L., Klein, R. G., Weiss, G., Fleiss, K., Etcovitch, J., Cousins, L., Greenfield, B., Marin, D., & Pollack, S. (2004b). Symptomatic improvement in children with ADHD treated with long-term methylphenidate and multimodal psychosocial treatment. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 43, 802-811.
- American Psychiatric Association (1995). 정신장애의 진단 및 통계 편람 제 4판 [*Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (4th ed)]. (이근후 외 역). 서울: 하나의학사. (원전은

1994에 출판)

- August, G. J., Realmuto, G. M., MacDonald, A. W., Nugent, S. M., & Crosby, R. (1996). Prevalence of ADHD and comorbid disorders among elementary school children screened for disruptive behavior. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 24(5), 571-595.
- Barkley, R. A. (1990). *Attention deficit hyperactivity disorder: A handbook for diagnosis and treatment*. NY: Pergamon.
- Baydala, L. & Wikman, E. (2001). The efficacy of neurofeedback in the management of children with attention deficit/hyperactivity disorder. *Pediatrics and Child Health*, 6(7), 451-455.
- Clarke, A. R., Barry, R. J., McCarthy, R., & Selikowitz, M. (2001). Age and sex effects in the EEG: Differences in two subtypes of attention deficit/hyperactivity disorder. *Clinical Neurophysiology*, 112(5), 815-826.
- Corsini, R. J. (1981). *Handbook of Innovative Psychotherapies*. NY: Wiley.
- DuPaul, G. & Eckert, T. L. (1997). The effects of school-based interventions for attention deficit hyperactivity disorder: A meta-analysis. *School Psychology Review*, 26, 5-27.
- DuPaul, G. J. & Stoner, G. D. (1994). *ADHD in the schools: Assessment and intervention strategies*. NY: Guilford.
- Fox, D. J., Tharp, D. F., & Fox, L. C. (2005). Neurofeedback: An alternative and efficacious treatment for attention deficit hyperactivity disorder. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 30, 365-373.
- Fuchs, T., Birbaumer, N., Lutzenberger, W., Gruzelier, J. H., & Kaiser, J. (2003). Neurofeedback treatment for attention-deficit/hyperactivity disorder in children: A comparison with methylphenidate. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 28(1), 1-12.
- Gevensleben, H., Holl, B., Albrecht, B., Vogel, C., Schlamp, D., Kratz, O., Studer, P., Rothenberger, A., Moo, G. H., & Heinrich, H. (2009). Is neurofeedback an efficacious treatment for ADHD?: A randomised controlled clinical trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 50(7), 780-789.
- Goldstein, S. & Goldstein, M. (1990). *Managing attention disorders in children: A guide for practitioners*. NY: Wiley.
- Heinrich, H., Gevensleben, H., & Strehl, U. (2007). Annotation: Neurofeedback-train your brain to train behavior. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48, 3-16.
- Heywood, C. & Beale, I. (2003). EEG biofeedback vs. placebo treatment for attention-deficit/hyperactivity disorder: A pilot study. *Journal of Attention Disorder*, 7(1), 43-55.
- Jasper, H. H. (1958). The ten-twenty electrode system of the international federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10, 371-375.
- Kropotov, J. D., Grin-Yatsenko, V. A., Ponomarev, V. A., Chutko, L. S., Yakovenko, E. A., & Nikishina, I. S. (2005). ERPs correlates of EEG relative beta training in ADHD children. *International Journal of Psychophysiology*, 55, 23-34.
- Linden, M., Habib, T., & Radojevic, V. (1993). *A controlled study of the effects of EEG biofeedback on the cognition and behavior of children with*

- attention deficit disorders and learning disabilities.*
Manuscript submitted for publication.
- Lubar, J. F. (1991). Discourse on the development of EEG diagnostics and biofeedback for attention-deficit/hyperactivity disorders. *Biofeedback and Self-Regulation*, 16, 201-224.
- Lynam, D. R. (1996). Early identification of chronic offenders: Who is the fledgling psychopath? *Psychological Bulletin*, 120, 209-234.
- Mannuzza, S., Klein, R. G., Bessler, A., Malloy, P., & LaPadula, M. (1998). Adult psychiatric status of hyperactive boys grown up. *American Journal of Psychiatry*, 155, 493-498.
- Monastra, V. J., Monastra, D. M., & George, S. (2002). The effects of stimulant therapy, EEG biofeedback, and parenting style on the primary symptoms of attention deficit/hyperactivity disorder. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 27(4), 231-249.
- O'Leary, K. D., Becker, W. C., Evans, M. B., & Saudargas, R. A. (1969). A token reinforcement program in public school: A replication and systematic analysis. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 2(1), 3-13.
- Othmer, S. (1994). *A discussion of alpha/theta training and SMR/beta training and their respective roles.* Unpublished manuscript.
- Patrick, N. & Friel, B. S. (2007). EEG biofeedback in the treatment of attention deficit/hyperactivity disorder. *Alternative Medicine Review*, 12(2), 146-51.
- Patterson, G. R. (1974). Interventions for boys with conduct problem: Multiple settings, treatments, and criteria. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 42(4), 471-481.
- Rapport, M. D. & Moffitt, C. (2002). Attention deficit/hyperactivity disorder and methylphenidate: A review of height/weight, cardiovascular, and somatic complaint side effects. *Clinical Psychological Review*, 22, 1107-1131.
- Rossiter, T. R. (2002). Neurofeedback for AD/HD: A ratio feedback case study and tutorial. *Journal of Neurotherapy*, 6, 9-35.
- Rossiter, T. R. & LaVaque, T. J. (1995). A comparison of EEG biofeedback and psychostimulants in treating attention deficit/hyperactivity disorders. *Journal of Neurotherapy*, 1, 48-59.
- Schachar, R. Herzog, W., & Leonard, T. (2002). Force enhancement above the initial isometric force on the descending limb of the force-length relationship. *Journal of Biomechanics*, 35(10), 1299-1306.
- Schachter, H. M., Pham, B., King, J., Langford, S., & Moher, D. (2001). How efficacious and safe is short-acting methylphenidate for the treatment of attention-deficit disorder in children and adolescents? A meta-analysis. *Canadian Medical Association Journal*, 165, 1475-1488.
- Sterman, M. B., Wyrwicka, W., & Howe, R. (1969). Behavioral and neurophysiological studies of the sensorimotor rhythm in the cat. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 27, 678-679.
- Swanson, D. L., Mcburnett, K., Wigal, T., Pfiffner, L. J., Lerner, M. A., Williams, L., Christian, D. L., Tamm, L., Willcutt, E.,

- Crowley, K., Clevenger, W., Khouzam, N., Weiss, G. & Hechtman, L. T. (1986). *Hyperactive children grown up*. NY: The Guilford Press.
- Woo, Christina, Crinella, F. M., & Fisher, T. D. (1993). Effect of stimulant medication on children with attention deficit disorder: A "review of reviews". *Exceptional Children*, 60, 154-162.
- Tansey, M. A. (1990). Righting the rhythms of reason: EEG biofeedback training as a therapeutic modality in a clinical office setting. *Medical Psychotherapy*, 3, 57-68.
- 원고접수일 : 2010. 10. 1.
1차 수정 원고접수일 : 2010. 12. 7.
2차 수정 원고접수일 : 2011. 2. 7.
게재결정일 : 2011. 2. 19.

The Effects of Neurofeedback Training on Inattention and Hyperactivity/Impulsivity in Children with ADHD

OackBoon Roh¹⁾ ChongNak Son¹⁾ Taewon Park²⁾ Soonkwon Park³⁾

¹⁾Department of Psychology, Chonbuk National University

²⁾Department of Psychiatry, Chonbuk National University Hospital

³⁾School of Alternative Medicine and Health Science, Jeonju University

The purpose of this study was to explore the effects of Neurofeedback Training(NFT) on inattention and hyperactivity/impulsivity in children with ADHD. Thirty two outpatient children with IQ scores over 70 who went to Chonbuk National University Hospital participated in this study. Before pre-test, children and their parents received a thorough explanation of the study and provided their consent form. Both children and their parents completed the Kiddie-Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia-Present and Lifetime Version-Korean Version (K-SADS-PL-K) and the Korean-ADHD Rating Scale-Parent(K-ARS-P). Children gained more than 16 points (boys) or 11 points(girls) as indicated by the Korean-ADHD Rating Scale-Parent. According to choice from children and their parents, children were divided into an NFT group (n=11), an NFT+medication group (n=9), and a medication group (n=9). All parents participants completed K-ARS at pre-treatment, post-treatment, and at four⁴ weeks follow-up. The NFT was administered for 20 training sessions to children in the NFT and NFT+medication groups. The results of this study were as follows: Inattention score for all groups decreased; however, the inattention score for the NFT group significantly decreased more than that of the medication group. Hyperactivity/impulsivity scores among the groups was not significant. Based on the results, it was concluded that NFT had a tendency to reduce symptoms in a manner similar to medication. Further, NFT was more positive than NFT+medication with respect to symptom improvement. Finally, the implications and the limitations of this study, and suggestions for future study were also discussed.

Key words : ADHD, Inattention, Hyperactivity/impulsivity, Neurofeedback