

주의력 저하 아동에 대한 뉴로피드백 치료의 주의집중력 향상

신기석¹⁾ · 이영진²⁾ · 이용호³⁾ · 성형모⁴⁾ · 서호석^{4)†}

Neurofeedback Treatment for Improvement of Attention in Inattentive Children

Ki-Seok Sin, K.M.D.,¹⁾ Young-Jin Lee, M.D.,²⁾ Yong-Ho Lee, M.D.,³⁾
Hyung-Mo Sung, M.D.,⁴⁾ Ho-Suk Suh, M.D.^{4)†}

국문초록

연구목적

본 연구에서는 주의집중력이 저하된 아동에게 뉴로피드백 훈련이 주의집중력의 향상에 효과가 있는가를 알아보고, 더 나아가 과잉행동(hyperactivity)과 충동성(impulsivity)의 호전에 효과가 있는가를 알아보고자 하였다.

방 법

본 연구에서는 주의집중력이 저하된 아동 20명을 대상으로 각 아동별로 뉴로피드백 C3-A1 프로토콜을 15~20회 시행하였으며, 뉴로피드백 시행 전과 후의 주의집중력 정도를 ADHD Rating Scale-IV : Parent Version(ARS)과 Attention Deficit Disorder Evaluation Scale-Home Version(ADDES-HV)을 이용하여 비교하였다.

결 과

ARS 점수는 뉴로피드백 시행 전 inattention 소척도 평균 점수 14.2점에서 20회 시행 후의 평균 점수 8.8점으로 유의하게(p<0.05) 감소하였으며, impulsivity/hyperactivity 소척도의 평균 점수는 13.3점에서 7.1점으로 유의하게 감소하였다. ADDES-HV의 경우는 뉴로피드백 시행 전 inattention 소척도 평균 점수 34.8점에서 20회 시행 후의 평균 점수 20.7점으로 유의하게 감소하였으며(p<0.05), impulsivity 소척도는 22.5점에서 12.7점, hyperactivity 소척도는 18.8점에서 9.9점으로 유의하게 감소하였다. 이 점수들은 대개 10~15회 시점부터 유의하게 변화하기 시작하였다.

결 론

뉴로피드백 치료를 통하여 아동의 주의집중력, 과잉행동, 충동성이 호전되었으며, 이는 뉴로피드백이 주의력 향상, ADHD의 치료에 한 방법이 될 수 있는 가능성을 시사하고 있다.

중심 단어 : 뉴로피드백 · ADHD · 주의집중력.

서 론

아동의 주의집중력 결핍에 대한 문제는 DSM-IV의 At-

tention Deficit Hyperactivity Disorder(ADHD)에 관련된 항목에서 찾아볼 수 있으며, ADHD의 유병률은 학령기 아동의 3~8% 정도라고 알려져 있다.¹⁾ 학습 활동을 원활히 수행하지 못하는 아동들을 살펴보면 주의집중에 결함

접수일 : 2009년 2월 10일 / 게재확정일 : 2009년 4월 10일

¹⁾CHA의과학대학교 대체의학대학원 Graduate School of Complementary Alternative Medicine, CHA University, Seoul, Korea

²⁾CHA의과학대학교 가정의학교실 Department of Family Medicine, School of Medicine, CHA University, Seoul, Korea

³⁾CHA의과학대학교 보건복지대학원 Graduate School of Public Health Science & Welfare Management, CHA University, Seoul, Korea

⁴⁾CHA의과학대학교 정신과학교실 Department of Psychiatry, School of Medicine, CHA University, Seoul, Korea

†Corresponding author

이 있는 경우를 많이 볼 수 있다. 흔히 주의집중에 결함이 있음은 학습 활동 중 지정된 과제에 주의를 집중하지 못하거나, 교사에게 올바르게 집중하지 못하거나, 지시를 따르지 못할 때 관찰된다. 또한 주의집중에 심한 결함을 나타낼 때는 문제 행동을 야기하여 학습 효과는 크게 약화될 수 밖에 없다.

뇌파와 관련된 선행 연구들에 의하면 다양한 정신 질환들이 비정상적인 뇌파 형태와 관련이 있다는 보고가 있으며, 최근에 뇌파를 이용한 바이오피드백(이하 뉴로피드백)을 통한 뇌파 훈련이 주의집중력 향상에 좋은 효과를 보이고 있다는 연구가 많이 이루어지고 있다.²⁾

1929년에 사람의 뇌파를 Berger가 처음으로 기록한 이후, 사람의 뇌파를 인위적으로 조절 가능하다는 것이 알려지면서 뉴로피드백 연구의 기초가 시작되었으며, 1961년 심리학자 Neal Miller는 심박동이나 혈압, 내장활동, 국부적 혈류와 같은 자율신경체제 반사작용은 자발적인 조절이 가능하다는 것을 실험으로써 증명하였고 이것이 바이오피드백 치료에 이르게 되면서 다른 연구자들에 의하여 이 분야의 연구가 확대되었다. 미국의 NASA 소속 우주비행사들이 로켓 연료로 사용되던 monomethyl hydrazine에 의해 경련 증상을 일으키자, 1967년 Sterman은 실험을 통해 monomethyl hydrazine에 노출된 고양이를 sensory motor rhythm(SMR) 뇌파를 이용하여 훈련을 시킨 고양이가 그렇지 않은 고양이들보다 경련이 줄어드는 사실을 발견하였다. 이후 뉴로피드백이 인체의 경련 감소에 효과가 있다는 사실이 확인되면서 최초로 뉴로피드백이 경련성 질환에 대해 임상적으로 이용되기 시작하였다.^{3,4)} 1974년 Beatty 등은 사람에서 후뇌의 theta파 활성도를 조작적 조건 형성(operant conditioning)을 이용하여 감소시킴으로써 반복 작업에서 오는 경계심의 감소를 방지할 수 있음을 발견하였으며, Lubar 등은 ADHD에 적용하여 효과적인 임상 결과가 나타남을 보고하였다.²⁾

이렇듯 뉴로피드백의 임상 적용의 시도는 오래되었으나, 최근 컴퓨터 기술의 급속한 발달로 인하여 개인용 컴퓨터 수준에서도 뉴로피드백 치료를 적용할 수 있게 되었다. 현재 뇌기능과 관련된 여러 가지 영역에서 다양한 효과가 확인되면서 여러 증상과 임상 분야에 걸쳐 응용되고 있다.⁵⁾ 1990년에 Peniston 등⁶⁾이 20명의 알콜 의존 환자들에게 뉴로피드백을 적용하여 치료함으로써 최초로 alpha-theta protocol을 발표한 후로, 현재 간질, ADHD, 우울증, 불안장애, 뇌손상 등 여러 분야에서 이용되고 있으며 관련 임상 연구들이 계속 발표되고 있다. 최근에는 뉴로피드백을 이용한 공황장애 치료에 대한 임상 연구가 국내에서도 발표되었다.⁷⁾

본 연구에서는 뉴로피드백이 주의집중력을 향상시킬 수 있다는 가정 하에, ADHD의 진단에 사용하는 설문 형식의

도구를 이용하여 주의집중력이 부족한 아동들을 선별하여 뉴로피드백 치료를 적용 후 어떠한 효과가 있는지 확인하고자 하였다.

1. 뉴로피드백 치료의 이론적 배경

뉴로피드백 치료는 조작적 조건 형성, 즉 학습 이론의 개념을 이용한 뇌파의 자가 조절 치료로서,⁸⁾ 뇌파가 측정되는 동안 환자는 대뇌 피질 활동의 시각적 혹은 청각적 피드백을 받게 되는데, 이 때 뇌파의 특별한 주파수 영역을 억제 혹은 강화시킴으로써 대뇌의 기능을 정상화시키는 것이 이 치료의 목적이다.⁹⁾ 뉴로피드백은 다양한 생체 신호 중 특히 뇌파를 이용한 바이오피드백으로서 훈련자는 자신의 뇌파 상태를 실시간으로 전달받게 되며 뇌파를 의도하는 방향대로 조절하는 훈련을 하게 된다.

특정 뇌파를 활성화하거나 억제 훈련을 하는 뉴로피드백은 흔히 두 가지의 대표적인 방법을 사용한다. 훈련의 목적이 되는 뇌파에 따라 beta-SMR 훈련과 alpha-theta 훈련이 있다. 어떤 훈련을 선택해야 하는가는 환자의 증상이나 질환에 따라 달라지며, 목적에 따라 강화하고자 하는 보상 주파수대(reward band)와 억제하고자 하는 억제 주파수대(inhibit band)를 결정해야 한다.¹⁰⁾

1) 좌뇌와 우뇌의 정보처리방식

우뇌는 이미지 뇌라고도 하며 오감을 통해 들어 온 정보를 그대로 이미지로 사진을 찍듯 포착한다. 순식간에 이미지로 기억하여 저장하고, 필요할 때나 정해지지 않은 요구가 있을 때 그 이미지를 출력하며, 정보를 공간이나 형태를 포함한 입체적인 영상으로 포착하는 공간 인식 능력이 있다. 그래서 오른쪽 뇌기능이 떨어지는 사람은 공간개념의 이해, 기하학의 이해가 떨어지고, 전체적인 개념 이해가 떨어지며, 유머를 이해하지 못하고 정서적, 음악적 기능이 떨어지며 남의 입장에서 바라보지 못하는 등의 문제가 생길 수 있다.

우뇌는 외부 환경에 반응하기 때문에 흥분하기가 쉬워서 과각성(over-arousal) 상태가 잘 나타나며, 불안, 긴장, 불면증 등의 원인이 될 수 있다.

좌뇌는 언어뇌라고도 하며 오감을 통해 들어 온 정보를 언어로 바꾼다. 외부에서 즉 우뇌에서 들어 온 정보를 받아 시간적 순서대로 처리하고, 희노애락을 시작으로 인간 생활에 필수 불가결한 정신 활동의 대부분을 관장하며, 정보를 수령하여 이해하고 분석하고 판단하고 그것을 바탕으로 이론적으로 계획을 세우고 실행에 옮긴다. 좌뇌 기능이 떨어질 경우, 각성저하(under-arousal) 상태가 잘 나타나며, 읽기, 언어적 표현, 계산, 미세 운동기능 등이 저하될 수 있고, 집중 유지가 잘 안되거나 의욕 저하, 우울 증상 등이 나타나기 쉽다.¹⁰⁾

2) 뉴로피드백에 적용되는 Protocol

(1) Beta-SMR mode

눈을 뜬 상태에서 진행하며 보상 형태는 시각적 보상과 청각적 보상 두 가지로 주어진다. 보상 뇌파는 선정된 대뇌 피질의 위치에 따라 12~15Hz의 SMR파 혹은 15~18의 mid beta파로 설정되고 억제 뇌파는 2~5Hz의 delta파와 22~36Hz의 high beta파 두 가지가 동시에 설정된다.⁷⁾ Beta 영역 훈련은 의식 상태에서 생길 수 있는 집중력장애, 불안, 우울, 간질, 통증, 뇌졸중 등 두뇌 손상 후 후유증 등의 치료에 이용한다.¹¹⁾

(2) Alpha-theta mode

눈을 감고 진행하며 보상 형태는 2가지 형태의 청각적 보상으로 주어진다. 보상 뇌파는 8~12Hz의 alpha파와 4~7Hz의 theta파 두 가지로 설정되고 억제 뇌파는 2~4Hz의 delta파 혹은 15~36Hz의 beta파로 설정된다. alpha파가 theta파보다 우세한 상태에서는 계곡물 소리로 보상이 주어지며 alpha-theta cross over가 되면, 즉 theta파가 더 우세한 상태에서는 파도소리로 보상이 주어진다. 환자는 파도소리가 지속되는 상태, 즉 alpha-theta cross over 상태를 유지하도록 노력한다.⁷⁾ Alpha-theta 훈련은 알콜, 약물, 컴퓨터 등의 각종 중독증 치료와 외상 후 스트레스 장애, 해리 장애, 공포증, 만성 피로 증후군, 스포츠, 예술인들의 수행력 향상, 합병, 분노 조절의 어려움, 강박증 등의 치료에 이용할 수 있다.¹¹⁾

연구대상 및 방법

1. 연구대상

2008년 3월부터 5월까지 충청남도 아산 소재 개인 한의원에서 부모들이 아동들의 주의집중력 부족을 느끼는 경우를 공개 모집하여 만 5~12세 범위의 아동을 대상으로 면접 후 선별하였다. 선별의 기준은 ADHD 진단 도구인 ADHD 평가 척도 : 부모용(ADHD Rating Scale-IV : Parent Version, ARS)과 주의력 결핍 장애 평가척도-가정판(Attention Deficit Disorder Evaluation Scale-Home Version, ADDES-HV)을 이용하여 한국 아동의 평균 주의력보다 저하된 경우를 절단점으로 삼았다. 즉, 한국 초등학생의 평균 점수를 고려하여 ARS의 inattention 점수 7점 이상 또는 ADDES-HV의 inattention 점수 19점 이상의 아동 총 20명을 대상으로 하여 연구를 진행하였다. 주의집중력 부족 정도를 판단하기 위하여 ADHD 진단용 설문지를 조사하였고, 자기 기입식 기초 병력 조사지를 통하여 기본적인 가족 관계, 집중력과 관계된 질환, 치료 유무, 유병 기간, 복용 약물의 유무 및 종류와 용량, 기존에 받았던 치료 후

은 현재 받고 있는 치료 및 과외활동 등을 조사하였다. 뉴로피드백이 특별한 부작용은 없다고 알려져 있으나, 매 session 마다 유해 경험과 불편감 호소에 대하여 조사하였다. 개인 의원 방문 아동들을 대상으로 하였기에 IRB 심의를 받는 데에 한계가 있었으나, 이들은 모두 뉴로피드백 치료의 효과와 안전성에 관하여 충분한 설명을 들은 후 연구에 참여하겠다는 동의서를 작성하였다.

2. 평가도구

ADHD의 진단을 위한 여러 설문 형식 중에서 주의집중력 항목과 충동성, 과잉행동 항목이 구별된 설문을 이용하여 뉴로피드백 치료 전후를 비교하였다.

1) ADHD 평가 척도 : 부모용(ARS)

DSM-IV의 ADHD 진단 기준을 이용하여 Dupaul 등이 임상에서 쓸 수 있는 문항으로 번역한 것이다.^{12,13)} 총 18 문항으로 되어 있으며, 홀수 문항은 주의력 결핍, 짝수 문항은 과잉행동과 충동성을 묻는 형태로, 빈도에 따라 전혀 그렇지 않다 (0)점, 약간 혹은 가끔 그렇다 (1)점, 상당히 혹은 자주 그렇다 (2)점, 매우 자주 그렇다 (3)점 중의 하나를 선택하게 되어 있어 총점은 0~54점의 범위이다. 이 중 주의력 결핍 문항의 점수를 이용하여 평가하였으며, 매 5회의 뉴로피드백 치료가 끝난 후 평가하여 그 점수를 비교하였다. 한국 초등학생 1,044명을 대상으로 한 한국어판 ARS의 신뢰도와 타당도 연구에서 남아의 ARS inattention 평균점수는 6.82 ± 4.36 (Mean \pm SD, N=511), 여아의 ARS inattention 평균점수는 5.08 ± 4.20 (Mean \pm SD, N=533)이었다.^{14,15)}

2) 주의력 결핍 장애 평가척도-가정판(ADDES-HV)

McCarney¹⁶⁾에 의해서 개발된 부모 평가용 설문지로 4~20세 이하의 유아, 청소년에게 적용될 수 있으며 주의산만, 충동성, 과잉행동을 측정하는 3개의 소척도로 구분되어 있는데 항목이 각각 19문항, 15문항, 12문항씩 포함되어 총 46문항으로 구성되어 있다. 박형배 등¹⁷⁾이 표준화한 것을 사용하였다. 아동이 어떤 행동을 나타내는 정도를 명확하게 측정하기 위해 각 문항마다 그런 행동을 한 적이 없다 (0), 한 달에 두세 번(1), 한 주에 여러 번(2), 하루에 여러 번(3), 한 시간에 여러 번(4)의 5등급 중 하나를 선택하게 되어 있어 총점은 0~184점의 범위이다. 이 중 주의산만 소척도 항목의 점수를 이용하여 평가하였으며, 매 5회의 뉴로피드백 치료가 끝난 후 평가하여 그 점수를 비교하였다. 박형배 등의 한국 초등학생 537명을 대상으로 한 한국판 ADDES-HV의 신뢰도, 타당도 연구에서 남아의 ADDES-HV inattention 평균점수는 18.52 ± 12.18 (Mean \pm SD, N=303), 여아의 ADDES-HV inattention 평균 점

수는 15.75±12.22 (Mean±SD, N=235)이었다.¹⁷⁾

3. 치료도구 : 뉴로피드백

뉴로피드백 시스템은 두피에 부착하여 뇌파를 받아들이는 2개의 전극과 1개의 접지 전극, 전극을 통해 들어온 뇌파의 아날로그 신호를 디지털로 전환하여 주파수에 따라 분리시켜 주는 증계기, 치료자용 모니터, 환자용 모니터 각각의 1대와 컴퓨터로 구성되어 있다. 치료자용 모니터에는 환자의 원형 뇌파와, 각 주파수 대역의 뇌파가 각각 분리되어 나타나며 치료자는 보상하고자 하는 주파수와 억제하고자 하는 주파수를 선택, 전압의 역치를 조절함으로써 환자의 뇌파 상태를 조건화 할 수 있도록 되어 있다. 환자용 모니터에는 게임의 형태로 나타나는데 게임의 종류는 선택할 수 있다. 환자는 전극을 부착한 상태로 모니터를 주시하며 각성 상태를 조절하여 게임을 진행하는데, 전극이 부착된 부위의 각성 수준이 치료자가 조건화한 뇌파 상태를 유지할 때, 즉 보상 뇌파는 역치 이상의 전압을 유지하며 억제 뇌파는 역치 이하의 전압을 유지할 때 게임이 진행된다. 환자에 대한 보상은 시각적 보상과 청각적 보상의 2가지가 있다.

뉴로피드백 치료는 뇌에 어떠한 자극을 주거나 인체 침습적인 치료가 아닌 훈련 치료 프로그램이므로 이론적으로 특별한 부작용이나 유해 경험은 없다고 알려져 있으며, 다만 눈을 감고 시행하는 alpha-theta 훈련에서, 특히 alpha-theta cross over 시에 flash back 현상이 간혹 나타나는 것으로 알려져 있다.

본 연구에 적용한 뉴로피드백 치료 기기는 뉴로사이버네틱스사에서 제작한 NeuroComp System을 사용하였다. 사용된 모드는 beta-SMR 모드로, under-arousal 치료를 위한 C3-A1 (15~18Hz : beta) 프로토콜을 적용하였고, 전극의 위치는 international 10/20 system을 따랐다. 총 20회 session의 뉴로피드백 훈련 과정을 시행하였으며, 1회 30분간 주 2~3회의 session을 받도록 하였고, 대부분 2개월 내에 총 20회 session의 뉴로피드백 훈련을 종료하였다.

4. 자료 분석

응답자의 일반적인 사항에 대해 빈도분석(frequency analysis)을 실시하였고, 뉴로피드백 치료를 시행하기 전과 후에 따른 주의집중력, 충동성, 과잉행동의 차이를 살펴보기 위하여 repeated measure ANOVA를 실시하였다. 본 연구의 실증 분석은 모두 유의수준 p<0.05에서 검증하였으며, 통계 처리는 SPSS 12.0을 사용하여 분석하였다.

결 과

1. 연구 대상자의 특성

연구 대상자는 총 20명으로 남아 12명(60%), 여아 8명

(40%)이었으며, 연령은 만 5~12세로 평균 8.3세였다. 대상 아동들은 특별한 신체적 병력은 없었으며, 이 중 3명의 아동은 과거 개인 정신과 의원에서 ADHD 진단을 받고 약물 복용을 했던 병력이 있었다. 1명은 과거 18개월간 정신과 약물을 복용했던 적이 있으나 아동의 부모가 과거 약물의 종류나 용량은 기억하지 못하였다. 또 다른 1명은 12개월간 concerta® 18mg을 복용한 적이 있다고 하였으며, 다른 한 명은 과거 2개월간 부모가 약물의 종류나 용량을 기억하지 못하는 약물을 복용하다 아동이 ‘침체되는 것 같아’ 중단하였다고 한다. 대상 20명의 아동 모두는 연구 당시 약물치료 등의 다른 치료는 받고 있지 않았다.

총 20명의 아동 중 18명은 20회 session의 뉴로피드백 치료를 모두 시행하였으며, 2명은 15회 session을 받은 후 종료하였는데 그 이유는 타 지역으로의 이동과 개인적인 다른 일정 발생 때문이었다. 뉴로피드백 시행 도중 특별한 부작용이나 불편감을 호소하는 아동은 없었다.

2. ARS score 변화

Table 1은 뉴로피드백 시행 전과 매 5회 시행 후 마다 측정된 ARS의 평균점수를 나타낸 것이다. 뉴로피드백 시행 전 inattention 소척도 평균 점수 14.2점에서 20회 시행 후의 평균 점수는 8.8점으로 유의하게(p<0.05) 감소하였으며, 이는 15회 시행 시점부터 유의하게 감소하였다(Fig. 1). 또한, 뉴로피드백 시행 전 impulsivity/hyperactivity 소척도의 평균 점수는 13.3점에서 20회 시행 후의 평균 점수는 7.1점으로 유의하게 감소하였으며, 이 또한 15회 시행 시점부터 유의하게 감소하였다. 또한, ARS 총점의 ADHD 절단점인 남자 23점, 여자 20점을 적용하였을 때 뉴로피드백 시행 전 20명 중 절단점 이상 15명에서 20회 시행 후 4명으로 감소하였다.

3. ADDES-HV score 변화

Table 2는 뉴로피드백 시행 전과 매 5회 시행 후 마다 측정된 ADDES-HV의 평균점수를 나타낸 것이다. 뉴로피드백 시행 전 inattention 소척도 평균 점수 34.8점에서 20회 시행 후의 평균 점수 20.7점으로 유의하게 감소하였으며(p<0.05), 이는 뉴로피드백 시행 10회 시점부터 유의

Table 1. Mean ARS score for 20 sessions of neurofeedback treatment

Sessions	Inattention		Impulsivity/Hyperactivity	
	Mean (N=20)	SD	Mean (N=20)	SD
Baseline	14.2	6.09	13.3	6.40
5 session	12.0	3.58	9.3	7.53
10 session	10.8	3.90	9.6	7.80
15 session	9.5	3.78	7.2	6.85
20 session	8.8	4.68	7.1	7.63

SD : standard deviation

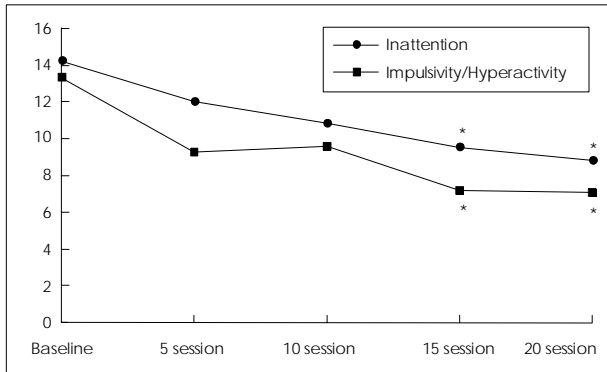


Fig. 1. Change of mean ARS score for 20 sessions of neurofeedback treatment (n=20). * : Repeated measure ANOVA, Bonferroni test, p<0.05.

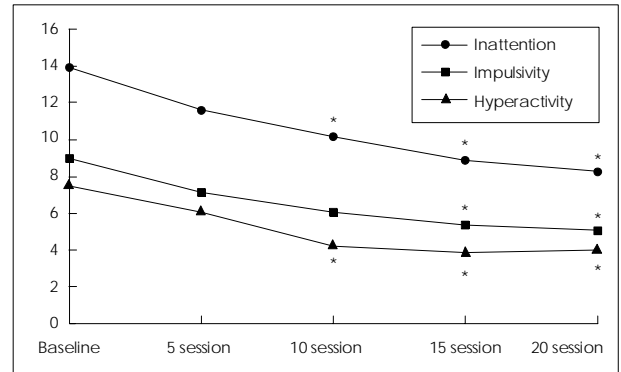


Fig. 2. Change of mean ADDES-HV score for 20 sessions of neurofeedback treatment (n=20). * : Repeated measure ANOVA, Bonferroni test, p<0.05.

Table 2. Mean ADDES-HV score for 20 sessions of neurofeedback treatment

Sessions	Inattention		Impulsivity		Hyperactivity	
	Mean (N=20)	SD	Mean (N=20)	SD	Mean (N=20)	SD
Baseline	34.8	15.20	22.5	13.30	18.8	11.05
5 session	29.0	12.08	17.8	8.88	15.1	8.38
10 session	25.4	13.12	15.2	8.33	10.6	7.77
15 session	22.2	13.84	13.4	7.06	9.7	7.13
20 session	20.7	12.24	12.7	6.90	9.9	6.43

SD : standard deviation

하게 감소하였다(Fig. 2). Impulsivity 소척도는 시행 전 평균 점수 22.5점에서 20회 시행 후의 평균 점수 12.7점으로 유의하게 감소하였으며, hyperactivity 소척도도 시행 전 평균 점수 18.8점에서 20회 시행 후의 평균 점수 9.9점으로 유의하게 감소하였다. impulsivity 소척도는 뉴로피드백 시행 15회째부터, hyperactivity 소척도는 10회째부터 유의하게 감소하였다. 또한, ADDES-HV 총점의 ADHD 절단점인 남자 80점, 여자 69점¹⁷⁾으로 나누었을 때 뉴로피드백 시행 전 20명 중 절단점 이상 11명에서 20회 시행 후 2명으로 감소하였다.

고 찰

총 20명의 주의집중력이 부족한 아동들을 대상으로 한 본 연구는, 뉴로피드백을 이용한 20회의 뇌파 훈련을 통해 여러 생활 습관, 학업 능력 등이 의미 있게 호전되었고, 주의력, 과잉행동 측정 도구인 ARS와 ADDES-HV 점수도 감소하였음을 보여주었다. 뇌파의 패턴은 행동이 좋아진 아동들이 안정화가 이루어진 경우가 많았으나, 행동의 변화가 없지만 뇌파의 패턴이 좋아진 경우도 있고, 반대로 행동이 좋아졌으나 뇌파의 패턴은 별 변화가 없는 경우도 있었다.

부모의 만족감이 높은 아동들은 주로 학업능력 향상을 가장 큰 변화로 꼽았다. 아동 ①의 경우 훈련 초반에는 훈련

자체를 매우 힘들어했으나 약 15회 전후로 유치원에서의 받아쓰기 시험이 20~60점 사이였으나 최초로 100점을 얻었으며, 방문 학습지 수학교사에게서 학업 태도가 매우 좋아졌다는 이야기를 자주 들었다. 또한 사칙연산 능력이 크게 좋아져 초등학교 2학년 수준의 수학 진도를 시작했다. 스스로 책을 잡고 읽기 시작했으며, 과제도 스스로 풀어나가는 능력이 크게 향상되었다. 아동 ⑭의 경우 책상에 앉아 있는 시간과 집중하는 시간이 길어졌으며, 구구단을 4일 만에 9단까지 암산으로 해결하는 등의 수학 능력이 좋아졌으며, 짜증내는 것이 줄어들고 밤에 자다 깨는 일이 줄어들었다. 아동 ⑧의 경우 중간고사 성적이 크게 올랐으며 집중하는 시간이 길어지고 생각하는 것에 여유가 생겼다.

그 밖의 변화로는 운동 시 집중력이 향상되었다(아동 ⑥, 골퍼 지망생), 항상 나타났던 미세한 움직임들이 없어지고 행동에 자신감이 생겼다(아동 ⑮), 타인의 대화 중간에 끼어들어 말을 가로채던 것이 많이 줄었다(아동 ⑤), 가만히 앉아있지 못하고 설새없이 움직이던 것이 줄고 선생님께 의젓해졌다고 칭찬을 많이 듣는다(아동 ④) 등이 있다.

치료 종료 후 보호자와의 면담을 통해 아동의 변화를 알아본 바, 아동이 긍정적인 변화를 보인 경우는 총 15명, 별다른 변화를 발견하지 못한 경우는 총 5명이었다. 별다른 변화가 없는 아동 중 아동 ⑭은 뉴로피드백 훈련 중 계속 졸음을 호소하였으며, 아동 ⑮는 훈련 간격이 일정치 못하고 길게는 1주일 이상 훈련을 건너뛴 적도 있었다. 아동 ⑯은 별다른 행동변화는 없으나 뇌파는 훈련이 계속될수록 꾸준히 안정되어 가는 방향으로 나타났다.

뉴로피드백의 장점은 여러 가지 긍정적인 변화들이 의식적이 아닌 무의식적으로 일어난다는 점이다. 기존의 여러 치료 방법들이 약물, 혹은 의식적으로 주의력을 교정하는데 중점을 두었다면, 뉴로피드백은 의식적으로 노력하지 않더라도 전반적인 주의력, 운동수행 능력 등이 향상되는 것을 알 수 있었다.

별다른 효과를 보지 못한 아동들의 경우에는 일단 뉴로

피드백 훈련에 적극적인 참여를 하지 않은 아동이 포함되어 있다. 치료사의 지도에도 불구하고 훈련에 흥미를 느끼지 못하거나 시간때우기 식으로 버티는 아동들은 큰 효과를 보지 못했으며, 훈련 대상자의 연령이 어린 편이기 때문에 훈련에 대한 동기 부여가 부족한 점이 있을 것이다. 또한 잦은 과외 활동으로 치료의 간격이 불규칙적이고 길어진 아동의 경우도 큰 효과를 보지 못했으며, 뇌파의 안정화는 이루어졌지만 행동 변화가 없는 아동의 경우는 새롭게 학습된 뇌파 패턴이 long-term potentiation이 되지 못한 경우라고 생각이 된다.

이번 연구에서 나타난 긍정적인 효과들이 반드시 뉴로피드백 훈련에 의한 것만은 아닐 수 있다. 학부모들의 기대감, 아동들의 의무감, 새로운 치료법에 대한 기대감, 치료사에 대한 신뢰, 기타 과외 활동 등이 모두 결과에 반영되었을 가능성이 있다. 그러나 이전에 나타나지 않던 행동 변화가 뉴로피드백 훈련 이후에 나타나기 시작했다는 점은 뉴로피드백이 주의집중력의 향상과 더불어 정신, 신체적인 상태에 직접적인 영향을 미쳤다고 할 수 있을 것이다.

이러한 뉴로피드백의 플라시보 효과에 대한 가능성은 Fuchs 등¹⁸⁾의 연구에서도 제기하고 있으나 3개월 간 뉴로피드백 치료를 받은 22명의 아동과 methylphenidate 치료를 받은 12명의 효과를 비교해 봤을 때 뉴로피드백 또한 충분한 효과가 있다는 결과를 보고하였으며, Rossiter^{19,20)}는 약물치료 그룹과 뉴로피드백 치료 그룹이 TOVA(test of variables of attention) 점수에서 별다른 차이를 보이지 않는다고 보고하였다. 또한 Fox²¹⁾의 연구에서 뉴로피드백이 약물 치료를 대체할 만한 치료 수단이며, 특히 약물 치료에 부작용이 나타나는 상황에 훌륭한 대안이 될 것이라 제안하였다. 또한 Butnik²²⁾의 연구에서 청소년과 성인의 ADHD 치료에서도 뉴로피드백이 약물치료와 비슷한 정도의 효과가 있다고 보고되기도 하였다.

본 연구의 제한점은 첫째, 대상자의 수가 충분히 많지 않았고, 또한 위약 대조군이 설정되지 않아 위약 효과가 아니라는 근거 제시가 불충분하였다는 점이다. 둘째로 모집된 아동들의 일상 생활까지 완전하게 조절하기가 불가능하여 각종 과외 활동, 기타 치료활동 등을 통제하지 못했다는 점이다. 셋째, 치료받는 아동이 뉴로피드백에 흥미를 나타내지 못하여 훈련 자체에 집중을 아예 하지 않고 시간만 보내는 경우에 대한 대처가 어려웠다는 점이다. 이러한 아동들은 주의집중력의 변화가 거의 없다고 대부분의 부모들이 언급하였다. 넷째, 치료에 대한 집중도는 좋았으나 20회 치료 종료 후 별다른 주의력 변화가 없었다는 아동들에게 20회가 과연 충분한 치료 횟수인지도 불분명하다는 점이다. 따라서 이러한 제한점들을 고려하여 추후 장기적인 관찰을 통하여 주의집중력 향상의 효과가 어느 정도 유지되

는지 충분한 관찰을 해야 할 것이다.

뉴로피드백의 치료 효과를 명확히 평가하기 위해서는 향후 첫째, 보다 많은 수를 대상으로 한 연구가 진행되어야 할 것이며, 둘째, 기존의 약물, 미술, 놀이치료 등과의 대조 연구를 통해 치료 효과 수준을 평가하여야 하며, 셋째, 주의력 향상을 위한 C3-A1 protocol의 좌뇌 트레이닝에서도 과잉행동, 충동성의 향상이 어느 정도 보인 만큼, 치료원리, 적정 치료 횟수, 적정 치료 모드 등에 대한 확립을 위해 추가적 연구가 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- (1) American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders (4th ed.). 이근후 역. 『정신장애의 진단 및 통계 편람-DSM-IV』. 서울: 하나의학사:1995. p.112-121.
- (2) Lubar JF, Shouse MN. EEG and behavioral changes in a hyperkinetic child concurrent with training of the sensorymotor rhythm (SMR): a preliminary report. *Biofeedback Self-Regul* 1976;3:415-420.
- (3) Serman MB, Friar L. Suppression of seizures in an epileptic following sensorymotor EEG feedback training. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1972;33:89-95.
- (4) Serman MB, Egner T. Foundation and practice of neurofeedback for the treatment of epilepsy. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2006;31:21-35.
- (5) 서호석, 박형배. 불면증에 대한 뉴로피드백 치료의 임상 적용. *수면·정신생리* 2007;14(2):79-85.
- (6) Peniston EG, Kulkosky PJ. Alcoholic personality and alpha-theta brainwave training. *Med psychother* 1990;3:37-55.
- (7) 강승완, 이경미, 박형배, 김세현, 윤대현, 김문중, 이영진. 뉴로피드백을 이용한 공황장애 치료-인지행동치료 및 약물치료에 실패한 공황장애 환자를 대상으로. *가정의학회지* 2006; 27:713-722.
- (8) Othmer S, Othmer SF, Kaiser DA. EEG biofeedback: an emerging model for its global efficacy. In: *Introduction to Quantitative EEG and Neurofeedback*, ed by Evans JR, Abarbanel A. San Diego, Academic Press:1999. p.3-27.
- (9) Cortoos A, Verstraeten E, Cluydts R. Neurophysiological aspects of primary insomnia: Implications for its treatment. *Sleep Med Rev* 2006;10:255-266.
- (10) 박형배, 성형모. Neurofeedback의 이해와 임상적용. *정신신체의학* 2006;14(1):8-17.
- (11) 김동구, 박형배, 안영우. Neurofeedback: 원리와 임상응용. *대한스트레스학회지* 2005;13(2):93-98.
- (12) DuPaul GJ, Anastopoulos AD, Power TJ, Reid R, Ikeda MJ, McGoey KE. Parent Ratings of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Symptoms: Factor Structure and Normative Data. *J Psychopathol Behav Assess* 1998;20(1):83-102.
- (13) Pappas D. ADHD Rating Scale-IV: Checklists, Norms, and Clinical Interpretation by G. J. Dupaul, T.J. Power, A.D. Anastopoulos, and R. Reid. *Journal of Psychoeducational Assessment*

- 2006;24(2):172-178.
- (14) 소유경, 노주선, 김영신, 고선규, 고윤주. 한국어판 부모, 교사 ADHD 평가 척도의 신뢰도와 타당도 연구. *신경정신의학* 2002;41(2):283-289.
- (15) 김영신, 소유경, 노주선, 최낙경, 김세주, 고윤주. 한국어판 부모 및 교사용 ADHD 평가 척도(K-ARS)의 기준연구. *신경정신의학* 2003;42(3):352-359.
- (16) McCaerney SB. The manual of attention deficit disorder evaluation scale-school version. Columbia; Hawthorne Educational Service;1989. p.1-34.
- (17) 박형배, 박성찬, 강지현. 한국판 주의력결핍 장애 평가 척도-가정판: 신뢰도 및 타당도 연구. *신경정신의학* 1996;35(6):1319-1329.
- (18) Fuchs T, Birbaumer N, Lutzenberger W, Gruzelier JH, Kaiser J. Neurofeedback treatment for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder in children a comparison with methylphenidate. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2003;28(1):1-12.
- (19) Rossiter T. The effectiveness of neurofeedback and stimulant drugs in treating AD/HD Part I. Review of methodological issues. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2004;29(2):95-112.
- (20) Rossiter T. The effectiveness of neurofeedback and stimulant drugs in treating AD/HD Part II. Replication. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2004;29(4):233-243.
- (21) Fox DJ, Tharp DF, Fox LC. Neurofeedback: an alternative and efficacious treatment for attention deficit hyperactivity disorder. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2005;30(4):365-373.
- (22) Butnik SM. Neurofeedback in adolescents and adults with attention deficit hyperactivity disorder. *J Clin Psychol* 2005;61(5):621-625.

— ABSTRACT ————— *Korean J Psychosomatic Medicine* 17(1) : 23-29, 2009 —

Neurofeedback Treatment for Improvement of Attention in Inattentive Children

Ki-Seok Sin, K.M.D., Young-Jin Lee, M.D., Yong-Ho Lee, M.D.,
Hyung-Mo Sung, M.D., Ho-Suk Suh, M.D.

Graduate School of Complementary Alternative Medicine, CHA University, Seoul, Korea

Objectives : This research is to figure out the neurofeedback treatment for the inattentive children is effective in improving attention deficit and furthermore, in relieving hyperactivity and impulsivity.

Methods : 20 children subjects participated for this study. C3-A1 protocol neurofeedback was given 15 to 20 times to each child, it is carried out to compare the degree of attention in each case every 5 times of neurofeedback by using ADHD Rating Scale-IV : Parent Version(ARS) and Attention Deficit Disorder Evaluation Scale-Home Version(ADDES-HV).

Results : The subscale of mean inattention score of ARS was reduced from 14.2 to 8.8 significantly($p < 0.05$) after 20 sessions of neurofeedback treatment, also the subscale of mean impulsivity/hyperactivity score of ARS from 13.3 to 7.1. The subscales of mean inattention, impulsivity and hyperactivity score of ADDES-HV was also reduced significantly($p < 0.05$) after 20 sessions of neurofeedback treatment. The changes of scores appeared significantly($p < 0.05$) from 10-15 sessions of neurofeedback treatment.

Conclusion : The results of this study suggest that neurofeedback can improve children's attention deficit, hyperactivity and impulsivity, there exists the possibility of being a method to treat ADHD.

KEY WORDS : Neurofeedback · ADHD · Attention.