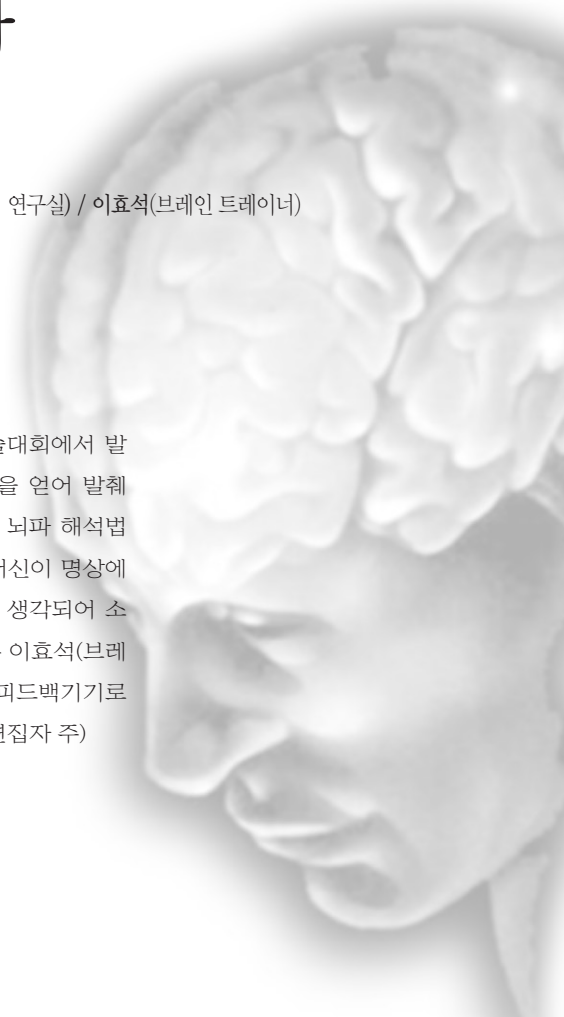


뉴로피드백을 이용한 뇌기능 최적화

박인순, 박병운(한국정신과학연구소 뉴로피드백 연구실) / 이효석(브레인 트레이너)

이 글은 지난 4월 한국정신과학학회 학술대회에서 발표된 자료로 한국정신과학연구소의 허락을 얻어 발췌 게재하는 것입니다. 질병과 뇌파의 관계, 뇌파 해석법을 알 수 있는 좋은 자료이며, 마인드 머신이 명상에 효과가 있을 수 있다는 사례가 될 것으로 생각되어 소개합니다. 후반부의 뇌파 종류별 해석법은 이효석(브레인 트레이너) 씨가 제공한 자료이며 뉴로피드백기기로는 뉴로하모니를 사용했음을 밝힙니다. (편집자 주)



뇌는 약 1000억개의 뇌세포와 10조개가 넘는 신경섬유로 구성된 가장 복잡하고 뛰어난 조직이다. 인간의 모든 정신활동 - 사고, 분석, 논리, 추리, 지각, 인식 등 - 과 언어, 감정, 운동, 생명유지 기능, 본능적인 기능 등을 통제하여 인간을 인간답게 만드는 역할을 수행한다.

뇌의 발달과정을 살펴보면 수태 후 5주쯤에 등쪽에 신경파이프가 형성되고 8주쯤에 앞부분이 부풀어오르면서 뇌의 형태를 만들기 시작하다. 100일 정도가 되면 대뇌를 비롯하여 간뇌, 중뇌, 소뇌 등이 형성되어 대략적인 뇌의 모습을 갖추게 된다. 이후 급속한 뇌세포의 성장으로 태어날 때 무려 1000억 개의 뇌세포를 갖춘 뇌로 발달하게 된다.

생후 3년동안 주변으로부터 들어오는 정보를 처리하고 학습하면서 뇌 신경섬유 네트워크가 발달하게 되고 다음 3년 동안에 인간의 고등 정신활동을 주관하는 전전두엽의 신경섬유 네트워크가 발달하여 비로소 인간다운 인간이 되는 것이다. 이러한 뇌의 발달과정을 살펴보면 수태 중 뇌는 생명체의 진화과정이 그대로 재현되며 다른 기관이나 조직과는 달리 원시기능에서부터 가장 고등기능까지 그대로 간직한 채 전체적인 모습을 만들게 된다. 따라서 그 구조가 양파와 같이 다층구조로 되어 있고 부위별로 기능들이 분화되어 있다. 그래서 척수에 가까운 연수부분은 가장 오래된 뇌로 생명의 본능적인 기능을 담당하며 위로 갈수록 고등화되어 가장 바깥 쪽에 있는 대뇌피질은 인간만이 가지고 있는 가장 고등의 정신기능을 담당하게 된다.

최근의 연구 결과를 보면 죽을 때까지 뇌세포는 끊임없이 새로 만들어지는 것으로 밝혀졌다. 매일 수 십 만개씩 죽기도 하지만 매일 뇌세포가 새롭게 만들어지기 때문에 뇌를 관리하는 방법에 따라 기능과 건강 상태가 크게 영향을 받게 된다. 그동안 수많은 연구에 의해 다양한 방법들이 개발되었지만 본 논문에서는 뉴로피드백 기술에 의한 뇌기능의 최적화에 대한 연구 결과를 논하고자 한다. 뉴로피드백은 1935년 이후 실증을 기반으로 심리학 연구를 중요시한 미국을 중심으로 발달한 분야로 1958년 이후 많은 임상실험에 의해 다양한 분야에서 그 효과가 검증되었다. 특히 최근에는 뇌기능을 최적화시켜 인간의 능력을 극대화시키는 연구가 활발히 진행중이며 다양한 기법들이 개발되고 있다.

이 글에서는 뉴로피드백 기술을 이용하여 다양한 증상에 대한 임상실험을 통해 뉴로피드백 기술의 효과를 검증하고 그 효능성을 타진할 것이다. 먼저 뉴로피드백의 개념과 원리를 고찰한 다음 실험방법을 논하고 실험결과와 분석을 논하기로 한다. 이러한 임상실험은 국내에서는 처음으로 행해지는 것으로 그 의미가 중요하다 할 것이다.

뉴로피드백의 개념과 원리

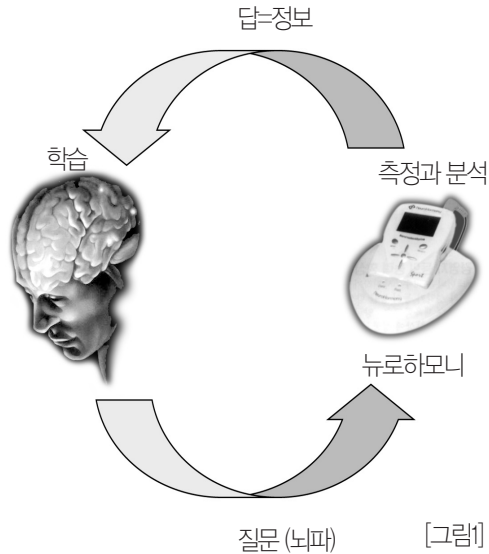
뉴로피드백은 사용자의 뇌파를 측정 분석하여 사용자가 자신의 뇌 상태를 정확히 파악하고 자신이 필요로 하는 상태를 스스로 만들 수 있도록 훈련시키는 기술이다. 뉴로피드백 기술의 이론적 기반은 생리적 반사기능을 훈련에 의해 만들 수 있다는 파블로프의 조건반사에서 시작되었다. 이 이론에 의해 자율신경계나 불수의근을 통제하고자 하는 다양한 시도들이 이루어지게 되었다. 뉴로피드백은 1925년에 독일에서 한스 베르거(Hans Berger)가 뇌파측정기를 발명하여 뇌의 기능을 직접 측정할 수 있게 됨에 따라 가능해졌다. 뇌파도 맥박이나 체온처럼 모든 사람에게 공통적으로 적용할 수 있는 대표적인 생체신호이다. 다만 다른 생체신호들은 육체적 상태에 대한 신호임에 반해 뇌파는 정신적 상태에 대한 생체신호이다.

뉴로피드백은 사용자가 자신의 뇌파상태를 직접 보면서 통제하여 원하는 뇌파 상태로 만드는 아주 강력한 자율 훈련법이다. 1958년에 조 카미야(Joe Kamiya)에 의해 알파파 통제 실험이 성공하였고 1965년에 배리 스티먼(M. Barry Stermann)에 의해 뉴로피드백 훈련의 결과 면역기능이 크게 향상된다는 것을 발견하면서 1971년에 최초로 간질환자에게 적용하여 3개월만에 치료하는데 성공하였다. 이후 수많은 임상실험들이 학습장애아, ADD/ADHD, 발달장애아, 정신지체아, 치매, 간질, 파킨스씨병, 우울증, 조울증, 불안, 불면, 두통, 만성피로, 정신장애, 약물중독 등을 대상으로 이루어져 성공적인 결과를 가져왔다. 또한 1970년대에 엘머 그린(Elmer Green)에 의해 깊은 내적 평화와 깨달음을 위한 명상훈련에도 적용되어 뛰어난 효과를 얻었다. 1990년대에는 정상인들의

정신능력을 극대화하는 것을 목적으로 많은 실험들이 이루어져 IQ증진을 통한 학습능력 향상, 운동 선수들의 경기력 향상, 집중력 강화, 자기조절, 스트레스 저항력 강화, 연기력 증진, 업무능력 향상 등 뛰어난 효과를 얻게 되었다.

뉴로피드백의 원리를 살펴보면 [그림1]에서 보는 바와 같이 뇌와 뉴로피드백 장치와의 대화를 통해 뇌가 스스로 훈련하는 것이다. 먼저 사용자의 뇌파를 측정하여 분석한다. 그 중에서 사용자가 필요로 하는 뇌파 상태를 찾아낸다. 찾아내면 그 상태를 정보로써 사용자에게 알린다. 알리는 방식은 소리나 영상으로 한다. 그러면 사용자의 뇌는 자신이 필요로 하는 상태가 어떤 상태라는 사실을 깨닫고 그 상태를 유지하기 위해 스스로 학습하고 훈련하게 된다. 즉, 뉴로피드백 장치는 원하는 뇌의 상태를 만들기 위한 안내(Guide) 역할만 하는 것이다.

이러한 뉴로피드백 훈련의 목표는 뇌의 최적화(Optimal Performance)이다. 어떤 특정 뇌파만을 강화하는 훈련이 아니고 뇌파의 균형과 조화를 유도하여 뇌의 기능을 건강하게 하고 최적화시키는 것이다. 그 이유는 주어진 정보에 따라 뇌가 스스로 학습하고 훈련하기 때문에 뇌세포들을 연결하는 신경섬유 네트워크가 치밀하게 발달되어 혈액순환이 개선되고 그에 따라 산소공급이 향상되며 정보전달이 활성화되어 뇌의 기능이 현저히 향상되기 때문이다.



[그림]

실험방법

여기에서 사용된 뉴로피드백 장치는 휴대할 수 있는 휴대용으로 좌뇌와 우뇌의 전전두엽에 전극을 부착하여 단극유도법에 따라 좌우뇌를 동시에 측정하는 2채널 뇌파측정기와 2차원, 3차원 뇌파 측정 그래프와 여러 훈련 프로그램 및 훈련모드를 지원하는 뉴로소프트 및 뉴로스펙트럼이라는 컴퓨터 프로그램으로 구성되어 있다. 훈련모드는 각기 다른 뇌파상태를 의미하는 것으로 휴식/긴장이완, 주의력, 집중력, 좌우뇌 균형, 각성, 자기조절, 기억력, 창의력, 명상등 다양한 모드들로 구성되어 피검자의 뇌파상태에 따라 적절한 상태를 선택하여 적용할 수 있게 되어 있다.

뉴로피드백 훈련에서 가장 중요한 것은 피검자의 뇌파상태를 파악하는 것이다. 이것을 위해 먼저 조용하고 쾌적한 환경이 준비되어야 한다. 뇌파는 아주 민감한 생체신호이기 때문에 주변에서 발생하는 사소한 자극에도 영향을 받기 쉽다. 그래서 독립된 환경이 중요하다.

그리고 정확한 뇌파분석을 위해 피검자의 과거 병력사항과 현재의 상태 및 약물복용 상태 등을 세밀하게 작성하였다.

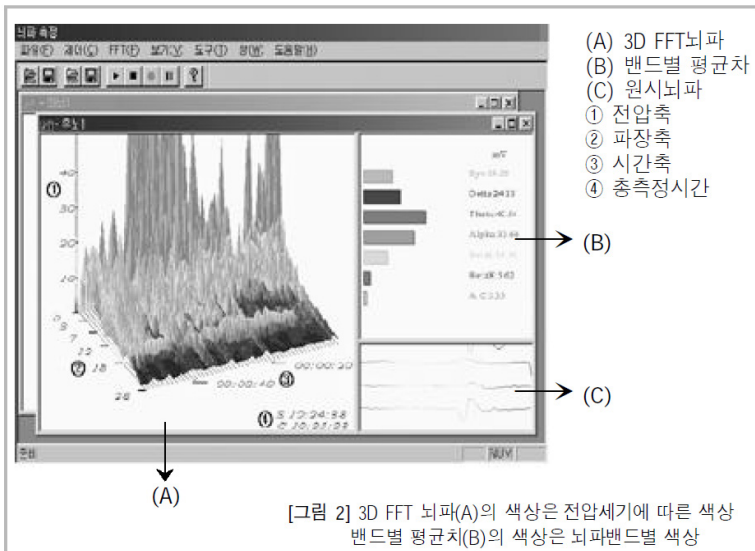
실험 방법은 먼저 피검자의 뇌파를 측정하여 현재의 상태를 파악한다. 다음 뉴로소프트에 포함되어 있는 그림색칠하기 분석프로그램으로 휴식/긴장이완, 주의력, 집중력을 각기 1분씩 측정하여 뇌의 상태를 분석한다. 그중 가장 취약한 상태를 훈련모드로 선택하여 뉴로피드백 훈련을 실시한다. 훈련시간은 대략 15분에서 30분 가량 한다. 훈련중의 뇌파 데이터를 저장한다. 그 다음 다시 뇌파측정을 통해 훈련 후의 뇌파상태를 점검하고 훈련전과 훈련후의 뇌파 변화를 측정하여 훈련의 효과를 파악한다.

훈련 기간과 간격은 피검자의 상태에 따라 차이가 있지만 대체로 1주일에 최소 한번씩 1달간 훈련하는 것으로 하였다. 뇌파측정시 개안과 폐안을 실시하고 그 차이를 비교하여 심신의 이완과 안정상태를 파악하였다.

본 연구는 2002년 11월부터 2003년 2월 사이에 200여 명을 대상으로 실시한 결과를 정리한 것이다.

실험결과

뉴로소프트에 있는 뇌파 측정 프로그램은 세 개의 창으로 구분되어 있다. 그림[2]에서 보는 바와 같이 원시 뇌파와 밴드별 평균치, 3차원 FFT(Fast Fourier Transform) 뇌파그래프로 구성되어 뇌파 데이터를 다양하게 볼 수 있게 되어 있다.



[그림 2] 3D FFT 뇌파(A)의 색상은 전압세기에 따른 색상
밴드별 평균치(B)의 색상은 뇌파밴드별 색상

훈련프로그램은 모두 6가지로 구성되어 훈련모드와 피검자의 취향에 따라 효과적인 것을 선택할 수 있다.

훈련시 나타나는 일반적인 반응은 머리가 맑아지고 눈이 환해지며 심신이 편안해지는 것이다. 그러나 피검자의 상태에 따라 특이한 반응도 나타난다. 예를 들면 100명 중 1명이 훈련 중 머리가 아프다고 하였으나 3-4회가 지나고 나면 없어졌다. 200명 중 1명이 훈련 중 턱이 조이는 느낌을 받았다고 하는데 평

상시 뒷목이 항상 아팠었고 2회부터는 없어졌다. 훈련 중 발이 따뜻해지는 것을 느끼는 경우도 있었다. 이 피검자는 교통사고로 크게 다쳤었고 목에서 항상 소리가 나며 발이 찼다고 한다. 훈련 중 잠들어 버리는 경우는 상당히 많다.

대역별 뇌파해설

뇌파는 주파수에 따라 크게 델타파, 세타파, 알파파, SMR파, 베타파의 5개 영역으로 구분되는데, 아래는 뇌파 각각의 의미와 뉴로하모니에서 나타나는 상태를 설명하고자 한다.

■ 베타파(Beta Waves) – 스트레스 혹은 일상생활

베타파는 13-30 Hz 대역의 뇌파를 말하며, 뇌파 중 진폭이 가장 작은 뇌파이며 생리적으로 항상 알파파보다 작다. 일상적인 업무중에 나타나기 때문에 활동 뇌파라고도 한다. 의사결정, 논리적 추론, 문제해결 등과 연관된 뇌파로서 연설, 토론을 하거나, 아나운서가 방송 중일 경우 뇌파는 대부분 베타파가 우세하다. 즉, 집중력이 나타나는 뇌파대역으로서 집중력이 과도하여, 분노하거나 스트레스가 높은 상태에서는 고베타파(20Hz 이상)가 비교적 높게 나타난다. 뉴로하모니 3D 그래프에서 나타나는 모습은 다른 뇌파 대역에 비해 진폭이 작기 때문에 거의 나타나지 않거나, 아주 낮은 진폭의 형태로 나타난다. 진폭이 비교적 높게 나타나는 경우는 대개 통증(편두통, 치통 등)이 있거나, 불안한 경우 또는 스트레스 상태에 해당한다.

■ 알파파(Alpha Waves) – 안정과 휴식

알파파는 8-12 Hz대역의 뇌파를 말하며, 자리에 앉아 조용히 생각하는 경우나, 편안하게 휴식을 하는 경우 즉, 이완된 상태를 나타내며, 이때 정신은 깨어있는 상태이다. 졸리거나, 멍한 상태의 이완과 구분된다. 대개 정상적인 성인의 의뢰경우 눈을 감고 편안하게 안정하고 있으면 발생하며, 시각중추와 관련되어 있다. 비유하자면, 엔진 시동 후 자동차의 기어가 중립상태에 있는 것과 같은 준

비상태(alert)를 말한다. 이런 상태를 명상상태라고 표현하거나, 학습능률이 좋아진다고 하는데 사실은 명상상태를 들어가기 위한 전단계이거나, 학습을 위한 주의력 형성의 전단계로 보면 된다. 충분한 휴식과 이완된 상태에서의 단지 출발 상태일 뿐이다.

■ SMR파(Sensorimotor Rhythm) – 주의력 / 업무와 학습의 효율성

뉴로피드백 훈련에서 중요하게 여기는 뇌파중의 하나가 저베타파(12-15Hz) 대역상의 SMR파이다. 이 뇌파대역은 60년대 중반에 스테르만(B. Stermann) 박사가 발견한 것으로, 고양이를 대상으로 한 실험에서 발견하였으며, 이후 NASA에서 우주인을 위한 면역기능 향상실험에서 그 효과가 입증(1968년)되었고, 학습부진아들의 학습능력 향상(2000년)에 탁월한 효과가 있는 것으로 판명되었다.

고양이를 대상으로 한 실험은 종소리가 울리고 있다가 소리가 멈출 때, 고양이 먹이 상자를 열면 먹이를 주는 것이었다. 즉, 고양이는 종소리가 멈출 때까지 조용히 기다렸고, 종소리가 멈추자 먹이상자를 열고 먹이를 얻게 되는데 고양이가 기다릴 때 고양이 뇌에서 발생한 뇌파가 SMR파였다. 이 상태는 사람의 경우에 한마디로 준비된 차분한 몸, 각성된 정신(Quiet Body, Active Mind)으로 표현할 수 있다. 스테르만 박사가 실험한 고양이의 예에서 보는바와 같이 움직이고, 정신은 주의집중이 되어 있어 조건반사의 조건이 발생하면 즉각 반사적인 행동을 할 수 있는 상태를 의미한다. 이때 몸은 이완된 상태이지, 절대로 긴장되고 굳어있는 상태가 아니다.

여기서 SMR이란 감각운동 리듬(sensorimotor rhythm)을 의미하는데, 이는 알파파가 시각 리듬과 연관되어 있다는 점과 대비적으로 표현한 것이다. 뉴로하모니 훈련에서 이 SMR파가 중요한 이유는 이 상태가 주의력이 최고조로 달한 상태이기 때문이다. 집중력은 원칙적으로 주의집중이다. 업무나, 스포츠, 학습의 최고조 상태(Peak Performance)는따라서 이 SMR파 상태에서 발생하는 것이고, 이 훈련은 각성과 집중력 훈련을 위한 필수적인 훈련인 것이다.

■ 세타파(Theta Waves) – 창의력과 명상

지금까지는 의식의 영역에서 효율적이며 능률적인 몸과 마음의 활동에 관한 것이었다면, 여기서부터는 무의식의 영역, 창의력의 영역으로 들어간다. 세타파(4-7Hz) 대역은 몸과 마음이 다소 몽롱한 상태를 의미하며 졸림과 깨어있음의 중간상태를 의미한다. 예를 들어 차를 운전하고 잘 아는 길을 갈 때, 문득 지나온 길을 어떻게 운전해서 왔는지 기억이 나지 않는 경우가 있다. 일을 생각하거나, 누구를 생각한 경우가 대부분인데, 이때 새로운 생각, 아이디어가 많이 떠오른다. 일상의 생활과 업무로 인해 눌러있던 창의적인 내용이 떠오르는 경우가 많은데, 이때가 세타파 상태이다.

명상이 각성된 의식상태에서 내면의 세계로 들어가는 것이라면, 바로 SMR 파 상태(각성상태)에서 이 세타파 상태로 내려가는 것을 의미한다. 명상을 단순히 몽롱한 상태로 생각하여 그저 감각을 단절한 것으로 생각한다면, 그것은 환각상태에 불과할 것이다.

임상논문에서 세타파가 델타파와 함께 과도하게 나타나는 것은 세타파 자체가 과도하게 발생하는 경우이거나, 델타파의 과다 발생에 따른 생체신호의 동조현상이다. 질병 혹은 부상을 당한 경우에 이러한 현상이 대부분이며, 특히 자폐증세의 경우 세타파가 과도하게 나타나는 것을 많이 볼 수 있다.

■ 델타파(Delta waves)

델타파(4Hz 미만)는 수면 상태를 말한다. 수면상태에서 깊은 꿈 없는 수면상태는 2-3 Hz에 해당한다. 임상논문에서 나오는 델타파는 수면상태를 나타내는 것이 아니며, 잡파(artifacts)들이다. 뉴로하모니에서 델타파 영역에서 나타나는 신호는 사실 거의 잡파에 해당한다. 잡파 중 가장 큰 것은 심장의 박동 혹은 혈관의 맥동이거나, 안구운동이 대부분이다. 보통 병원에서 쓰이는 뇌파기에서 델타파를 검출하기 위해서는 잠을 재운다. 뉴로하모니에서 델타파는 궁극적으로 안정된 몸과 편안한 마음상태를 유도한다. 안정된 몸은 호흡이 가라앉고, 고르게 이루어진다. 이때 심장의 움직임은 부드럽다. 눈을 감고 잡생각이 없다는 것은 마음이 불편한 일이 없다는 것이고, 심리적으로 안정되었다는 것을 의

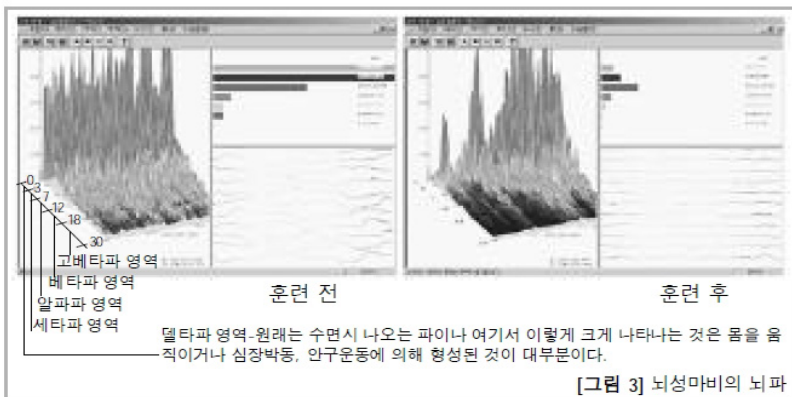
미한다.

잡생각은 무엇으로 나타나는가? 단어일까? (잡)생각은 대부분 이미지(형상)로 등장하고, 이것은 안구 주변의 안구근육을 자극한다. 따라서 뉴로하모니에서 델타파가 발생하지 않는다는 것은 몸이 안정되고, 마음이 편안하다는 것을 의미한다. 이 기체는 우스개 소리로 명상계의 거짓말 탐지기로 쓰일 수 있다. 아무리 오랜 시간 몸과 마음을 수련했다고 하더라도 이 기계를 쓰면 정말 잡생각 없이 명상단계를 들어가는지 알 수 있다. 순간의 잡생각도 결국 안구근육을 자극하여 델타파 영역에 나타나기 때문이다.

뉴로피드백만 훈련한 경우

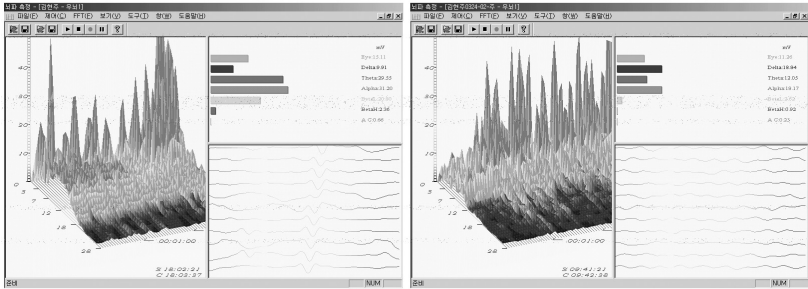
사례 1 — 뇌성마비

태어날 때부터 뇌성마비이며 지능은 정상이나 온몸에 힘이 들어가며 뻗쳐내고 침이 흐르며 몸을 못 가누었다. 첫날은 명상훈련이 안 돼서 1시간씩 휴대용만으로 훈련했다. 훈련하며 평생 낮잠을 잔 적이 없는 아이가 잠을 잤다. 2회부터 컴퓨터 앞에서 손발을 뻗쳐 대지 않고 명상훈련이 가능해지고 8회 정도 훈련으로 [그림3]과 같이 뇌파가 변했다. 학교개학으로 계속하지 못했지만 충분한 발전 가능성을 발견하였다.



사례 2 — 여드름

40세가 넘도록 여러 가지 치료와 화장품을 해보았지만 피부가 깨끗할 날이 없었고 체온은 항상 1도가 높고 머릿결은 햇빛에만 나가도 땀다고 한다. 뇌파가 눈을 감아도 베타파까지 높게 나와 ‘휴식’ 모드로 매일 훈련하였더니 [그림 4]와 같이 베타파 영역이 가라앉았고, 평생의 고질인 여드름이 없어졌다. 뇌파가 베타파까지 각성되어 있으므로 얼굴과 머리카락에 영향 있었던 것으로 유추된다.



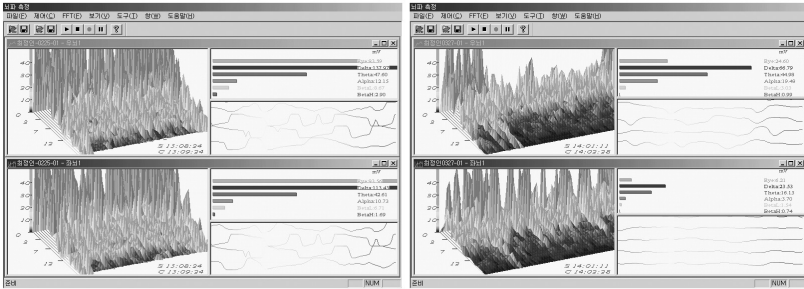
훈련 전

훈련 후

[그림 4] 여드름이 있는 사람의 뇌파

사례 3 — 극도로 소심한 아이

11세에도 엄마 옆에서 보기에 안쓰러울 정도로 붙어있으며 얼굴은 홍조를 띠고 예민해 있었다. 출산시 심한 난산으로 저산소증이어서 빨리 울지 않았다고 한다. 생리적인 움직임에 의한 잠파로 인해 델타파 영역의 진폭이 높게 나와 휴식모드 하였고 첫날은 훈련이 잘되지를 않아서 중도에 포기 했으나 다음날부터 급속도로 잘해냈다. 15회 훈련으로 [그림5]와 같이 저베타파, 고베타파 영역이 가라앉았고 델타셀타 영역도 안정을 찾았다. 그 후 아이는 혼자 올 수 있게 되고 방과 후 혼자서 놀러도 가게 되었다고 한다.



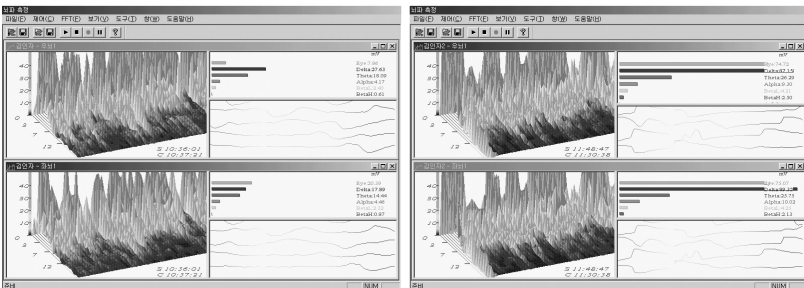
훈련 전

훈련 후

[그림 5] 소심한 아이의 뇌파

사례 4 — 극심한 두통

루프스와 단백뇨를 지병으로 15년간 앓고 있는데 양쪽 교대로 오는 관자놀이를 때는 듯한 두통으로 3일간 잠을 못 잔 경우 2시간 정도 휴대용만으로 휴식 훈련후 통증이 사라졌다. 다음날 다시 통증이 왔다고 하는데 해주지 못했고 그 후로 상당히 고생을 하였다고 한다. 지역이 상당히 멀었고 본인들이 불안해하고 뉴로피드백에 대한 상식이 없어 오지 않았으므로 극심한 통증을 없앨 수 있다는 임상만으로 만족해야 했다.



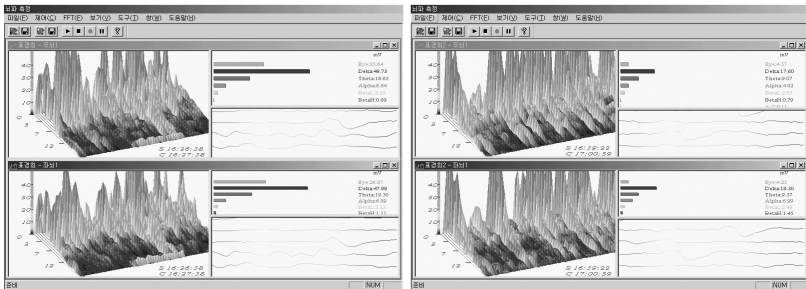
훈련 전

훈련 후

[그림 6] 극심한 두통이 있는 뇌파

사례 5 — 간질

군대에서 7년 전 앞드려서 일하는 중에 뒤에서 상사에게 기습적으로 머리를 맞은 후 간질이 되었다. 좌측의 뇌파는 간질발작 전 전조증상이 있을 때 측정한 것이다. 대표적인 간질파인 3-4 Hz의 서파가 지배적인 것을 관찰할 수 있다. 우측은 훈련을 하고 나니 간질발작이 오지 않았고 뇌파도 변화였다. (그림7)



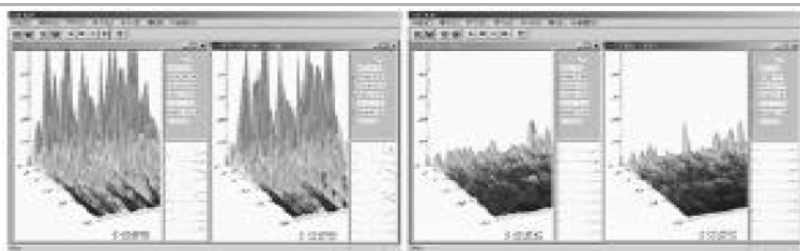
훈련 전

훈련 후

[그림 7] 간질뇌파

사례 6 — 정신지체

나이가 22세인 청년인데 어렸을 때는 정상이었다가 중학교 때 병을 앓고 난 다음 정신지체가 되었다고 한다. 처음 상태는 잠을 잘 못 자고 한 가지 일에



훈련 전

훈련 후

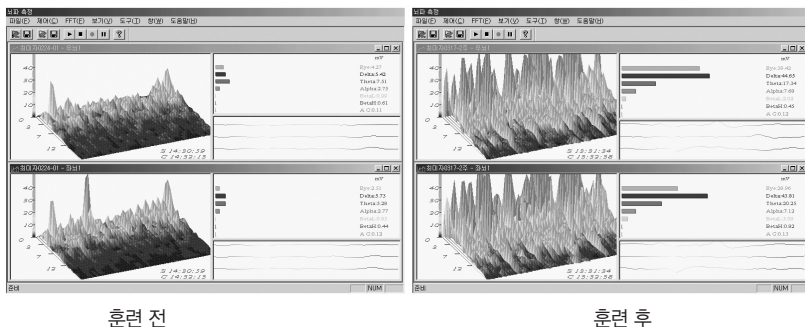
[그림 8] 정신지체의 뇌파

집중하지 못하고 발음이 불분명하며 몸을 가만히 놔두지 않았다. 2개월 정도 훈련하였더니, 뇌파가 안정적이 되면서 잠을 잘 자고 발음도 분명해졌으며 행동도 조용해졌다.

기타 뇌파

사례 7

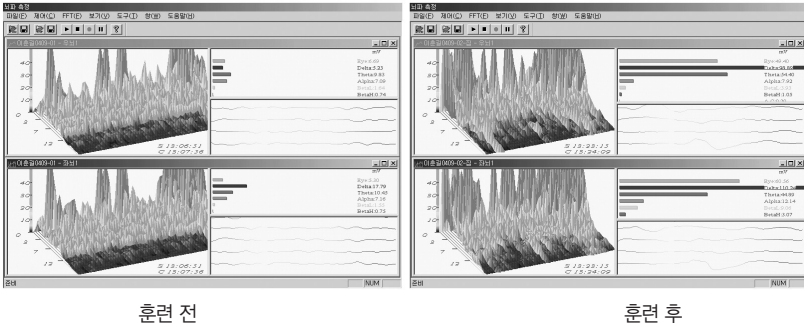
좌측눈으로 망막박리가 와서 수술 후 수술에 문제가 있어 재수술한 후 다시 녹내장 수술을 해야 하는 경우였다. 대체로 약한 시력쪽으로 팔, 다리, 허리 쪽으로 통증이 오고 뇌파도 좌파 쪽으로 안정되게 나온다. 눈은 시각신경의 교차로 반대로 나타난다. (그림 9)



[그림 9]

사례 8 — 스트레스

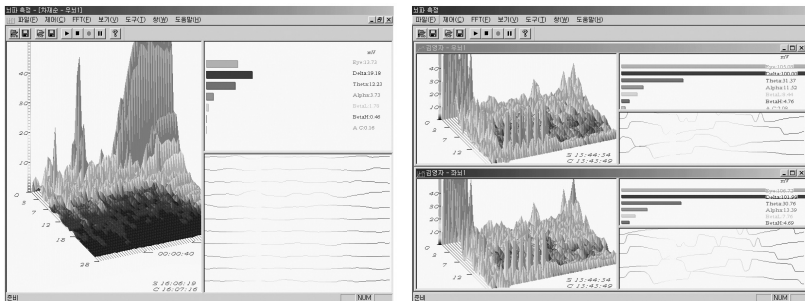
자금을 남에게 빌려주었는데 돈을 돌려받질 못해 스트레스를 엄청나게 받는 사람의 뇌파이다. 좌뇌가 우뇌보다 현저하게 강했는데 휴식 8분 훈련으로 크게 개선되고 편안함을 얻는 게 보였다.



[그림 10] 스트레스 뇌파

특이하게 나온 뇌파들(명상, 점심, 간경변 등)

이상의 사례에서 보는 결과와는 달리 증상에 따라 특이한 뇌파패턴을 보이는 경우들이 관찰되었다. 대체로 특정 뇌파의 이상 과잉으로 주로 베타파 영역에서 관찰되었다.



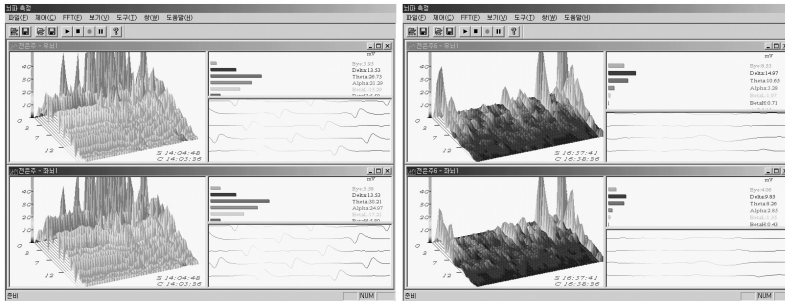
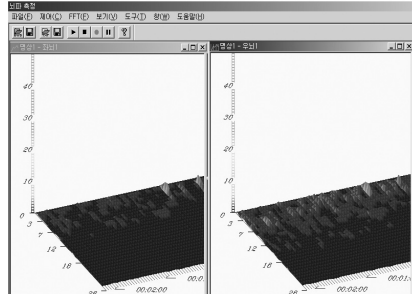
(1) 간경변

간경변이 오래되었고 주변으로부터 스트레스가 심한 경우

(2) 신장투석 권고로 긴장이 심한 경우

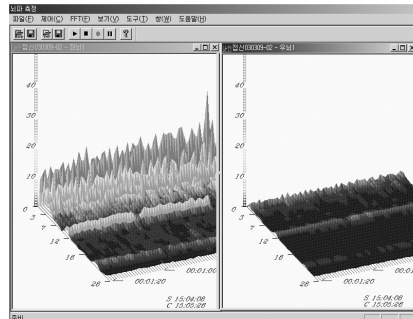
로 18Hz 저베타파 영역에 특이한 뇌파가 강하게 나타났다.

(3) 호흡의 길이가 1분이 넘는 사람으로 깊은 명상상태에 빠졌을 때 나타나는 뇌파(모든 대역의 파가 거의 사라지고 안정되어 있다.)



(5) 접신

무당이 접신이 되었을 때 뇌파를 측정하여 얻은 데이터이다. 좌뇌와 우뇌가 현격히 다르다는 것을 알 수 있다. 특히 좌뇌와 우뇌에서 공통으로 나타나는 알파파와 고베타파의 뚜렷한 출현은 특이하다 하겠다. 공수 상태이기 때문에 좌뇌가 보다 활발하다.



결론

뉴로피드백에 대한 대부분의 연구들은 미국을 중심으로 이루어졌다. 이번에 국내에서 다양한 증상에 대해 실험하여 미국의 결과들과 유사한 결과를 얻게 되어 국내의 뉴로피드백 기술을 검증할 수 있었다. 뇌파는 뇌세포 상호간의 신호 전달시 발생하는 전기적 신호이기 때문에 뇌의 기능적 이상유무뿐만 아니라 육체적, 심리적인 상태까지 알 수 있는 정보가 포함되어 있다. 이러한 사실은 위의 여러 사례를 통해 알 수 있다.

대부분의 피검자들의 데이터에서 볼 수 있었던 것은 서파(徐波)와 속파(速波)의 혼입이다. 일반적으로 뇌가 안정상태일 때는 알파파가 지배적이 되는데 베타파가 혼입되어 있는 것은 정신적인 스트레스나 긴장, 불안상태를 말해준다. 또한 델타파나 세타파의 강세는 심리적인 불안이나 육체적 긴장 또는 불안상태임을 나타내고 있다. 이것은 훈련 후 불안 상태를 나타내는 파들이 현저히 감소하는 것을 보아 분명해진다. 결국 건강은 심신의 안정에서부터 시작된다고 해도 과언이 아니라는 것이다.

치아의 문제점으로 발생하는 18 Hz의 발견은 사례의 건수가 부족하기 때문에 아직 단정지을 수 없는 결과이지만 상당히 주목할 만한 결과라고 사료된다. 이것이 뇌파 데이터인지 아니면 치아 주변의 근육의 떨림에서 유발되는 데이터인지 아직 분명하진 않지만 이러한 뇌파가 나왔을 때 치아의 이상을 한번 의심해 볼 수 있을 것이다.

또한 약물복용시 뇌파가 안정된 상태와 유사하게 나오는 현상은 약물 복용이 뇌의 활동을 저해하고 있다는 것을 보여준다. 이것은 뉴로피드백 훈련을 통해 뇌를 활성화시키면 오히려 뇌의 병적인 상태가 나타나는 것을 봤을 때 약물에 의해 이러한 병적 상태가 억제되어 있다는 것을 말해준다. 장기적인 약물복용은 결국 뇌기능을 억제하여 뇌의 발달을 저해할 수도 있다는 것을 의미하는 것으로 뇌의 건강과 발달을 위해서는 약물 복용에 의존하기보다는 운동이나 영양식 그리고 무엇보다 뉴로피드백과 같은 기술을 이용하는 것이 중요하다고 할 것이다.

간질은 뉴로피드백을 이용하여 최초로 치료된 질병중에 하나이다. 본 실험에 참여한 피검자는 현재 약물을 복용하고 있으며 그런 상태에서도 한달에 서너 번씩 발작을 일으키는 중증환자이다. 바로 간질발작을 일으키기 직전의 데이터와 이를 뉴로피드백 훈련으로 억제시킨 데이터에서 나타난 것처럼 뉴로피드백 훈련이 간질과 같은 정신질환에 뛰어난 효과가 있다는 것이다. 따라서 치매와 파킨슨씨 병, 정신지체, 정신이상과 같이 뇌세포의 이상을 발생하는 대부분의 질환에 큰 효과가 있을 것이다.

또한 좌뇌의 우뇌의 기능분화에 대해 뚜렷한 결과들이 나왔다. 그리고 좌우 뇌의 비대칭으로 인해 뇌기능장애나 행동장애 및 비건강적인 증상들이 나타난다는 것을 관찰하였다. 특히 명상을 통해 좌뇌와 우뇌의 기능을 선택적으로 조절할 수 있다는 사례는 뇌파가 뇌의 활동상태를 보여주는 중요한 생체신호라는 것을 가장 잘 보여주는 증거이다.

기타 뇌파 측정과 훈련시 유의해야 할 몇가지 사항들을 정리하여 보았다.

(1) 과거 병력이나 지병 및 약물 복용 상황

지병을 갖고 있으며 급성병이 오면 뇌파는 급성적 통증 위주로 나오고 본인들은 변화를 잘 모르므로 병력을 자세히 적는 것이 중요하다. 또한 수술, 약물복용, 유전적인 것들도 적게 하고 몇 회 훈련 후 어떤 변화가 있는지 확인시키는 것이 중요하다. 큰 수술을 하였어도 충분히 회복하고 쉬었으면 안정된 뇌파로 나온다.

특히 약물 복용의 경우 질병들은 중증인데 좋은 뇌파가 나올 수 있다. 어떤 경우는 평생 명상을 한 사람같이 안정파가 나오므로 혼동되기가 쉽다. 훈련을 하면 오히려 본인의 뇌파가 나오거나 약을 끊으면 바로 본인의 뇌파로 변한다.

(2) 전자파와 전류로부터의 잡파 혼입

데스크탑 컴퓨터나 노트북을 사용하여 측정할 때나 훈련할 때 주변의 전자파와 전류에 의해 잡파가 혼입될 수 있다. 따라서 노트북의 경우 충분히 충전하여 사용하는 것이 좋다. 데스크탑에 이어폰을 쓰면 잡음이 세므로 헤드셋으로 사용하는 것이 좋다.

(3) 피검자의 자세

뇌파측정 전이나 훈련 전에 뉴로피드백에 대해 충분한 설명과 사용상의 주의할 점을 잘 알려주어 올바르게 훈련하도록 유도해야 한다. 또한 뇌파 측정시 움직임은 최소로 하도록 한다.

(4) 시각장애의 경우

약시-뇌파 검사 중 눈을 감고 뇌파가 더 나빠지면 약시로 눈을 편하게 못 감고 눈꺼풀을 떠는 것이다. 사시-뇌파가 안 좋으나 눈을 감고 아주 좋게 나오면 사시가 심한 경우이다. 안구진탕-측정시 전선이 미약하게 계속 흔들리나 뇌파에는 안 나타났다.

(5) 증상의 정도에 따른 변화

중증은 뇌파의 변화가 느리고 급성증상들과 젊은이들은 빠르다. 노인들, 파킨슨, 소뇌 협착, 정서장애들은 역시 변화가 느렸으나 효과가 4-5회 정도부터 나타나므로 계속하면 뇌파의 변화를 볼 수 있다

(6) 지능과 주의력

머리가 좋고 집중력이 뛰어난 사람은 안정파를 바로 만드는 경우를 보았으나 훈련해보면 안정파가 유지가 안 되고 훈련 자체를 부담스러워 하는 경우도 있었다.

(7) 시력 차이가 큰 경우

시력의 차이가 극심한 경우 좌우뇌 차이가 많이 난다.

(8) 좌우뇌형에 따른 성격구분

약 10%가 좌뇌형으로 성격이 우뇌와 대조되는데 직선적이고 분명하고 분위기와 상관없이 자기 할 말을 다한다.

그리고 뉴로피드백 훈련을 함으로써 얻어지는 부수적인 효과도 상당히 크다고 관찰되었다. 그것을 정리하면 다음과 같다.

(1) 뇌파에 대한 지식향상과 측정시 피드백 효과의 증대

휴대용이기 때문에 자기 뇌파상태를 손쉽게 실시간으로 볼 수 있어서 피검자들이 검사할 때마다 보다보면 자기 뇌파를 분별하게 되고 오늘의 컨디션에 따

라 오늘의 뇌파가 어떨지까지 예측하게 되는 경우가 많다. 반복하다 보면 스스로 좋은 뇌파를 만들려고 노력하므로 피드백효과가 이중으로 증가된다. 좋은 뇌파를 옆에서 보고 만들어보려고 노력하면 효과를 보는 경우도 있다.

(2) 심리상태 파악

스트레스가 심한 경우가 약 40% 이상 나오고 델타파가 아주 심하게 벽을 이루는 경우도 8% 정도로 나왔다. 알파파가 처음부터 나오는 경우는 1% 정도인데 기도생활이나 명상을 많이 한 경우였다. SMR파는 한명도 없었지만 3-4회 훈련으로 2% 정도 나오고 컨디션에 따라 자주 나왔다.

(3) 유전적인 경향성 파악

ADHD나 정서장애, 뇌성마비 등의 아이들의 경우 부모 뇌파를 보면 부모 중에 비슷한 뇌파를 보게 된다.

(4) 다른 치료법의 효과 검증

다른 치료법에 의해 치료를 받고 있는 경우 그 치료법이 얼마나 효과를 가져 오는가를 직접적으로 측정할 수 있다.

따라서 본 실험에서 뉴로피드백 기술은 피검자가 자신의 뇌파를 스스로 직접 조절하여 최적의 뇌 상태를 만들 수 있다는 것으로 판단되었다.

참고문헌

1. James R. Evans and Andrew Abarbanel, "Introduction to Quantitative EEG and Neurofeedback", Academic Press(1999)
2. Chung-Hee Chung, et. al., "Effects of Concentration Training with Brainwave Biofeedback on Tennis Performance", Proceedings of 10th World Congress of Sport Psychology, pp. 94-96(2000); Jingu Kim, et. al., "The Effects of Alpha Biofeedback Training on Learning in a Golf-Putting Task", Proceedings of 10th World Congress of Sport Psychology, pp.254-256(2000); Jingu Kim, et.al. "Enhancing Intelligence: Effects of Cognitive Motor Skill and Biofeedback Training", American Psychology Association(2001)
3. 박병운, "Neurofeedback 연구", 한국정신과학연구소(2000)
4. Bruce J. Fisch, "Fisch and Spehlmann's EEG Primer", Elsevier, 3rd Ed.(1999)
5. Journal of Applied Psychology and Biofeedback
6. Journal of Neurotherapy
7. Biofeedback, AAPB

뇌파 해석과 훈련

다음은 두뇌 교육사(브레인 트레이너) 교육을 받은 이효석 씨의 임상 사례를 함께 살펴보겠습니다. (편집자 주)

1) 좋은 뇌파란 없다.

뇌파를 보면서 사람들은 어느 것이 좋은 뇌파인지를 먼저 묻는다. 결론적으로 말하면 좋은 뇌파란 없다. 문제는 그 사람이 필요한 상황에 필요한 뇌파를 생성하느냐 이다. 직장인에게 언제나 알파파 만을 뇌에서 생성하도록 한다면, 일하지 말라는 것(박력 없이 늘어진 상태)이고, 그렇다고 스포츠선수들에게 SMR 파만 만들라는 것(항상 주의력 충만)은 항상 경기장에서 다음 타자로 출장하는 야구선수와 같은 자세로 살라는 말이다. 세타파가 창의력과 명상의 상태를 대변한다고 하여, 항상 이 상태로 있다면 포레스트검프가 되라는 것이다.

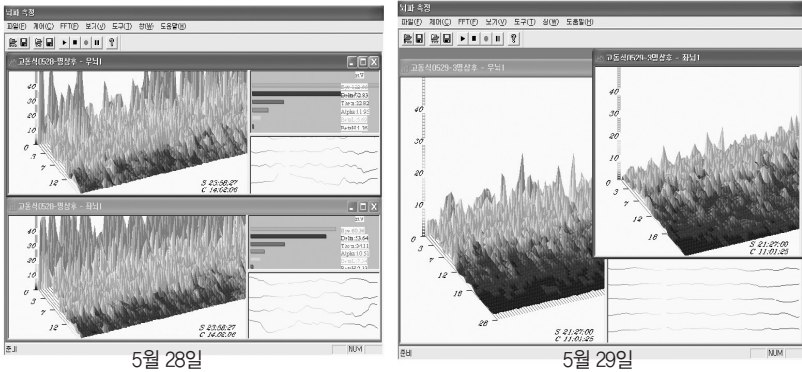
필요한 뇌파대역별 훈련은 필요한 상황에 필요한 에너지만 쓰자는 것이고, 그것이 불필요한 걱정, 긴장을 없애므로써, 행복한 삶을 건강하게 지속하자는 것이다.

2) 뇌파가 손금이 아니다.

측정된 뇌파만을 가지고 뇌파의 의미를 해석한다든지, 또는 그 뇌파를 가진 사람을 판단하려는 성급한 태도를 버려야 한다. 사주나 손금을 보듯이 뇌파를 보고서 그 사람의 질병이나 상태를 점을 치듯이 맞추려는 것은 지극히 주의해야 할 일이다. 사람의 뇌파는 시시각각으로 변한다. 남녀 성별에 따라, 연령에 따라, 하루 중 어느 때인가에 따라서 각각 다르며, 같은 사람이라도 그 사람의 상

태와 측정 시간에 따라 다르다. 따라서 한두 번의 뇌파측정을 통해서 그 사람이 어떻다고 말하는 것은 장님 코끼리 만지기라고나 할까.

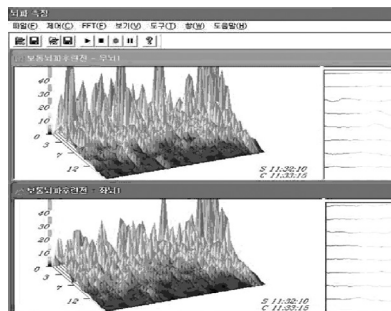
특히 다음 그림에 나오는 뇌파의 유형들은 그 해당하는 사람들이 하루 중 대부분 그와 같은 뇌파형태를 보인다는 것이다. 실제로 몸이 긴장하고, 체력적으로 우수한 스포츠 선수들도 피곤하고 지친 상태에서는 다음 그림에서 보이는 뇌파패턴과 유사한 형태(아래 그림)를 보이기도 한다. 그러나 선수들은 적절한 휴식상태 후에는 언제 그랬냐는 듯이 다시 안정된 뇌파를 보인다.



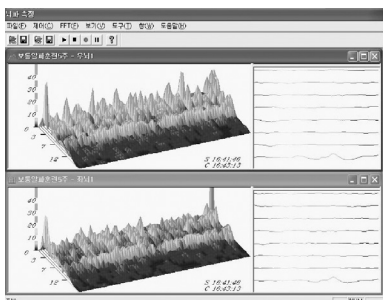
※ 이 선수는 한 구기종목 국가대표이며, 골키퍼이다. 5월 28일은 극심한 훈련 중 쉬는 시간에 측정한 것이고, 그 다음날인 5월 29일은 훈련이 없는 날이었다.

3) 훈련은 휴식에서 시작한다.

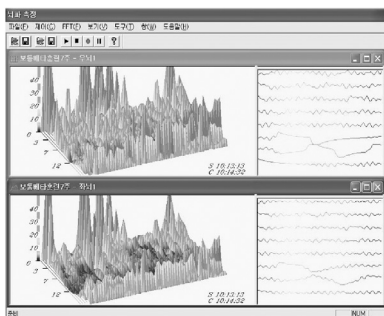
뉴로피드백으로 하는 모든 과정은 대개 휴식(알파파)훈련에서 시작한다. 때에 따라서 최초 뇌파 측정시부터 뇌파가 바닥에 가라앉아 있는 경우에는 주의력 향상훈련에서 시작하는 경우도 있다. 휴식훈련은 몸과 마음의 이완훈련이다. 이 과정이 쉽게 달성되면, 주의력(SMR파) 훈련을 하게 되고, 또 주의력 형성이 잘 되는 경우에는 집중력훈련(16-19 Hz)을 하게 된다. 그러나, 이 과정(휴식-주의력-집중력)의 훈련은 직선적으로 진행되기보다는 나선형으로 진행된다. 사람




가. 훈련 전 초기 만 14세 남아아이의 뇌파이다. - 아이답게 다소 번잡하고, 생각이 많다.



나. 약 1개월간 휴식 훈련과 주의력 훈련 - 몸의 번잡함이 줄고, 주의력 향상



다. 약 1개월간 주의력과 집중력 훈련 - 집중력 통제 가능 상태.

의 뇌가 그렇게 일방적인 교육과 훈련은 거부하기 때문이다. 즉, 집중력 훈련이 잘 진행된다가 안 되는 경우에 다시 휴식훈련을 해보면, 휴식훈련도 잘 안 되는 경우가 대부분이다. 이때 다시 휴식훈련을 얼마간 진행후 집중력 훈련을 하게 되면 훈련 진행이 잘된다. 그 실례를 보자. (좌측의 예는 총 2개월 소요된 것임) 

※ 기타 자세한 설명은 앞 논문을 참조하시오.

- 박인순
고려수지침학회 이사
pissooji@hanmail.net
- 박병운
연세대 물리학과 졸업, 미국'인디애나 대학교 물리학 박사 취득, 한국 전자통신연구소 선임연구원 역임. 현재 (재)한국정신과학연구소 소장 (사)한국정신과학학회 이사, 브레인 테크(주) 대표이사