동의신경정신과 학회지
J. of Oriental Neuropsychiatry
Vol. 19. No. 2, 2008

# 뉴로피드백을 이용한 명상훈련이 정상 성인의 기억과 집중력에 미치는 영향

정선용, 서진우, 김종우, 황의완
경희대학교 한의과대학 한방신경정신과교실

# The Effects of Breath Meditation with Neurofeedback on Memory and Concentration of Healthy Adult Volunteers

Sun-Yong Chung, Jin-Woo Seo, Jong-Woo Kim, Wei-Wan Whang
Dept. of Neuropsychiatry, College of Oriental Medicine, Kyung Hee University

## Abstract

**Objective** : The objective of this study was to investigate the effects of breath meditation with neurofeedback on memory, concentration of healthy adult volunteers.

Method : 25 healthy adult volunteers were divided into two groups. One group was treated with breath meditation and real neurofeedback, but the other group was administered with breath meditation and sham neurofeedback three times a week for 10 sessions. Before and after 10 sessions neurofeedback, all subjects were measured by cognitive functions assessment, heart rate variability, BDI, STAI, K-WAIS, HRSD, VAS about amnesia.

**Results** :

1. Breath Meditation decreased error rate and increased concentration, cognition strength, and success rate of Cognitive Functions Assessment. Also, Breath Medication elevated IQ score of K-WAIS short form.
2. Sham neurofeedback increased concentration, cognition strength compared to Real neurofeedback.

**Conclusion** : The results suggest that breath meditation might effect cognitive function of healthy adult positively, but neurofeedback is not clear. In order to prove whether neurofeedback is effective or not, it should be studied more.

**Key Words** : Neurofeedback Training, Meditation, Breath Meditation, Memory, and Concentration

---

투고일 : 6/10 수정일 : 7/8 채택일 : 7/15
* 교신저자 : 김종우 주소 : 서울특별시 강동구 상일동 149 경희대학교 동서신의학병원 화병/스트레스 클리닉,
TEL : 02-440-6226 FAX : 02-440-7143 E-Mail : aromaqi@khu.ac.kr

# Ⅰ. 緖 論

명상이란 글자 그대로 눈을 감고 고요히 생각한다는 뜻이다[1]. 예로부터 종교적 목적을 달성하고 인격의 완성을 기하기 위해서 명상을 이용하여 왔다. 현대에 이르러서는 이러한 명상이 긴장 해소에 도움이 된다고 알려져서, 스트레스를 많이 받는 현대인들이 긴장 해소를 위해 많이 이용하고 있다. 그동안의 연구를 보면, 명상은 정서와 인지기능에 영향을 미치는 것으로 나타나 있고, 면역계에도 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타나 있다. 특히 우울과 불안을 교정시키는 데에 효과가 있다는 연구들[2-6]이 있었고, 집중과 인지기능향상에 도움이 된다는 연구들[3,7]도 있었다.

위와 같은 명상의 효과에 대한 연구 중에는 명상상태에서의 뇌의 변화를 관찰하기 위해 뇌파연구를 시행한 것이 많았다. 최근의 연구 중에는 긍정적인 감정과 관련되는 좌측 전두엽의 활동성이 증가한다는 연구결과도 있었고[8], 감마파의 진폭이 증가한다는 연구결과도 있었으며[9], 전전두피질에서 알파파가 증가된다는 연구결과도 있었다[10].

또한 이러한 명상시의 뇌파의 변화를 바탕으로, 집중과 정서상태의 교정을 위해 뇌파를 이용한 바이오피드백, 즉 뉴로피드백이 연구되고 있다. 집중에 대한 연구는 학생이나 정상인에서 주의집중이 증가되었다고 보고하고 있고[11,12], 정서연구에서는 우울증 환자들의 증세가 완화되었다는 연구[13]와 불안장애의 완화를 가져왔다는 연구들[14,15]이 있으며, 주의력결핍 과잉행동장애 환자들에서는 별다른 부작용 없이 주의증가나 과잉행동 감소 등의 증상완화를 가져왔다는 연구들[15-17]이 있다.

뉴로피드백을 활용한 연구로서 외국에서는 위와 같이 집중과 정서, 주의력결핍 과잉행동 장애와 관련해서 연구들이 진행되고 있는 반면에, 국내에서는 사용되는 빈도에 비해서 연구가 적은 상태로, 우울증에서 전두엽 부위의 좌우 알파파 불균형을 바로잡는 뉴로피드백을 시행하여 우울감의 감소를 가져온 연구들[18-20]이 있었고, 주의력결핍 과잉행동 장애에서의 치료에 대해서는 증례보고[21,22]정도로 제한되어 있다.

위의 연구결과에 따라, 명상이 긴장을 이완시킴과 동시에 집중력을 강화시키고, 뉴로피드백이 자신의 뇌파상태를 인지함으로써 명상을 쉽게 할 수 있게 해준다는 것을 근거로 하여, 기억력 저하를 주관적으로 느끼고 있는 정상성인을 대상으로, 명상중에서 비교적 따라 하기 쉬운 호흡명상과 함께, 긴장이완을 위한 알파파 증강 뉴로피드백과 집중력 향상을 위한 SMR과 Mid-Beta 증강 뉴로피드백을 주3회씩 총 10회 적용하여 지능검사와 뇌파검사, Heart Rate Variability 등을 통해 기억력과 집중력의 변화를 관찰하고 보고하는 바이다.

# Ⅱ. 硏究對象 및 方法

## 1. 대상

2007년 10월 3일부터 경희대학교 동서신의학병원에서 공고를 통해 모집한 자원자 중, 불안이나 우울 등의 정신과적 증상이 없고 치매가 아닌 만 20-40세의 정상성인 중에서 (주)락싸의 CANS-3000으로 측정하는 학습능력검사 결과에서 표준점수로 변환한 집중력이 60% 이하인 자를 대상으로 하였다(Table 1).

전체 자원자 26명(남자 12명, 여자 14명)을 대

상으로 불안정도를 측정하기 위해서 상태-특성 불안 척도(State-Trait Anxiety Inventory, 이하 STAI)를 실시하였고, 우울정도를 측정하기 위해서 Beck 우울척도(Beck Depression Inventory, 이하 BDI)를 실시하였다.

한국 성인을 대상으로 한 STAI의 표준화 연구는 3가지가 있었는데, 고등학생과 대학생을 대상으로 한 연구[23]에서 상태불안 42-46점, 특성불안 44-47점을 절단점으로 제시하였고, 대학생을 대상으로 한 연구[24]에서는 백분위점수와 표준점수를 제시하였으며, 고등학생부터 정상 성인까지를 포함하는 연구[25]에서는 잠정적 규준을 제시하였다. 본 연구에서는 고등학생부터 정상 성인까지를 포함하여 시행된 표준화 연구에서 제시한 상태-특성 불안 점수의 평균과 표준편차를 근거로 하여 평균에서 1 표준편차까지를 정상으로 보았으며, 비교적 안정적으로 불안을 반영하는 특성불안 점수를 기준으로 하여 정상을 판별하였다. 남자의 경우 특성점수 54점까지, 여자의 경우 56점까지를 정상으로 하였으며, 그 이상은 과도한 불안이 있는 것으로 의심할 수 있기에 대상자에서 제외하였다(Table 1).

BDI점수상 한국인의 경우 0-15점까지는 정상, 16점 이상을 우울로 보고 있으며[26] , 본 연구에서는 정상인을 대상으로 하기 때문에 BDI점수가 16점 미만인 경우까지를 대상자에 포함시켰다(Table 1).

기억력에 문제가 있으면서 치매가 의심되는 대상자는 치매에 대한 상세한 검사 및 치료를 실시해야 하기에, 치매검사로 널리 사용되는 한국판 간이 정신 상태 검사(Korean Version of Mini-Mental State Examination, 이하 MMSE-K)를 실시하여 24점 이상[27]인 자원자만을 선별하였고, MMSE-K검사에 잘 나타나지 않는 초기 기억력장애 환자들을 가려내기 위해서 한국인을 대상으로 표준화된 치매검사인 한국판 치매평가검사(Korean-Dementia Rating Scale, 이하 K-DRS)[28,29] 중 기억부분만을 실시하여 치매가 의심되는지의 여부를 판별하였다(Table 1).

위의 기준을 통과한 자원자 중에서 정신과적 또는 신경과적 장애의 과거력이나 현병력이 있는 경우, 혹은 연구참여 전 1개월 이내에 뇌기능에 작용하는 약물이나 호르몬제를 복용한 경우, 혹은 다른 질환이 있어서 의학적 치료가 필요한 경우, 혹은 연구참여 전 1개월 이내에 다른 임상시험에 참가한 적이 있는 경우, 혹은 오른손잡이가 아닌 경우는 대상자에서 제외하였다(Table 1).

이와 같은 기준을 통과한 대상자는 25명으로 남자 12명, 여자 13명이었고, 남자의 평균연령은 30.00±3.28세, 여자의 평균연령은 29.31±3.64세였으며, 전체평균연령은 29.64±3.41세였다.

## 2. 평가도구

대상자들은 웩슬러 지능검사 (Korean Wechsler Adult Intelligence Scale, 이하 K-WAIS), Laxtha 사의 뇌파를 이용한 학습능력 검사, 해밀턴 우울평가 척도 (Hamilton Rating Scale for Depression, 이하 HRSD), Beck 우울척도 (Beck Depression Inventory), 상태-특성 불안 척도 (State-Trait Anxiety Inventory), 건망의 변증유형별 증상들에 대한 시각적 상사척도 (Visual Analogue Scale, 이하 VAS), 심박변이도 (Heart Rate Variability, 이하 HRV) 를 이용하여 기억과 정서상태를 평가하였다.

## 3. 뉴로피드백을 이용한 명상훈련의 시행

명상은 깊은 이완과 고도의 집중력이 동시에 충족되는 상태[30]이다. 본 연구에서는 명상법 중에서 누구나 쉽게 따라할 수 있는 호흡명상을

임상시험시작과 동시에 교육하여, 뉴로피드백 훈련중에 실시할 수 있도록 하였다. 호흡명상과 동시에 그 효과를 직접 실시간으로 볼 수 있도록 하여, 보다 더 쉽게 명상상태에 도달하도록 하기 위함이었다.

1) 호흡명상

호흡명상은 몸의 긴장을 푼 상태에서 복식호흡을 하면서 호흡 자체에 의식을 집중하도록 하는 명상으로, 호흡에 집중하기 위해서 호흡수를 세도록 하는 방법을 이용하였다. 호흡수를 셀 때에는 10회까지 센 후에 다시 1부터 세도록 하여 숫자세는 데에 어려움이 없도록 하여 호흡자체에 집중할 수 있도록 교육하였다.

2) 두뇌이완 훈련

두뇌이완 훈련은 뇌파 중에서 긴장이완과 같은 편안한 상태를 나타내는 알파파의 비율을 높이고, 베타파 중에서 불안과 긴장시에 특히 더 우세해 지는 High-Beta의 비율을 낮추는 것을 목표로, 알파파와 High-Beta의 비율을 실시간으로 계산해서 보여줌으로써 보다 더 긴장이완으로 갈 수 있도록 가이드 해 주는 훈련이다.

4초동안의 데이터를 1초마다 그 비율을 계산하고 자연로그값을 취해서 -0.9이하, -0.9에서 -0.66까지, -0.66에서 -0.42까지, -0.42에서 -0.18까지, -0.18에서 0.06까지, 0.06에서 0.3까지, 0.3에서 0.54까지, 0.54에서 0.78까지, 0.78에서 1.02까지, 1.02에서 1.26까지, 1.26이상 의 11단계로 나누어서 각각 단계마다 해당되는 얼굴표정(Figure 1)을 보여주도록 하였다.

본 연구에서 대조군의 경우는 11단계로 나누는 것은 같지만, 각 단계마다 매칭되는 얼굴표정을 랜덤하게 바꾸어서, 본인의 뇌파 상태와 맞지 않는 그림이 나오게 하였다. 10번의 훈련중에 랜덤하게 바꾼 순서도 3-4번 바꾸어서 익숙해 지지 않도록 하였다.

긴장상태로 피드백이 나타날 경우에 호흡명상을 통해서 좀 더 이완상태로 갈 수 있다고 교육하였고, 매 회기 시작시 5분간 실시하였다.

3) 집중력 훈련

집중력 훈련은 뇌파 중에서, 깨어 있을 때, 말할 때와 같이 모든 의식적인 활동을 할 때 나타나는 파인 베타파 중에서 불안이나 긴장시에 우세하게 나타나는 High-Beta 부분을 제외한 SMR과 Mid-Beta 부분의 비율을 높이고, 수면시에 우세해 지는 쎄타파의 비율을 낮추는 것을 목표로, SMR과 Mid-Beta 부분과 쎄타파의 비율을 실시간으로 계산해서 보여줌으로써 보다 더 집중상태로 갈 수 있도록 가이드 해 주는 훈련이다.

4초동안의 데이터를 1초마다 그 비율을 계산하고 자연로그값을 취해서 -3.65이하, -3.65에서 -3.33까지, -3.33에서 -3.01까지, -3.01에서 -2.69까지, -2.69에서 -2.37까지, -2.37에서 -2.05까지, -2.05에서 -1.73까지, -1.73에서 -1.41까지, -1.41에서 -1.09까지, -1.09에서 -0.77까지, -0.77이상 의 11단계로 나누어서 각각 단계마다 해당되는 배터리게이지 상태(Figure 2)를 보여주도록 하였다.

본 연구에서 대조군의 경우는 11단계로 나누는 것은 같지만, 각 단계마다 매칭되는 배터리게이지 상태를 랜덤하게 바꾸어서, 본인의 뇌파 상태와 맞지 않는 그림이 나오게 하였다. 10번의 훈련 중에 랜덤하게 바꾼 순서도 3-4번 바꾸어서 익숙해 지지 않도록 하였다.

주의산만으로 피드백이 나타날 경우에 호흡명상을 통해서 좀 더 집중상태로 갈 수 있다고 교육하였고, 매 회기 두뇌이완 훈련 후 5분간 실시하였다.

4) 알파파의 전두엽에서의 좌우균형 훈련

우울증 환자에서는 전두엽에서 알파파의 비대칭이 나타난다고 알려져 있다[31-33]. 이러한 우울증 환자에서 전두엽의 좌우 비율을 실시간으로 계산하여 보여줌으로써 보다 대칭상태를 유지할 수 있도록 가이드 해 주는 훈련이다. 좌우 비율 계산법은 A1으로 알려져 있는 자연로그를 이용한 방법 (log R) - (log L)과 A2로 알려져 있는 (R-L)/(R+L)이 있다. 일반적으로 뉴로피드백에서는 계산이 간단한 A2를 많이 사용하기 때문에, 본 연구에서도 A2를 이용하였다.

4초동안의 데이터를 1초마다 갱신하여 A2값을 실시간으로 컴퓨터 화면에 그래프로 표시를 해 주어, 현재의 균형상태를 대상자로 하여금 알게끔 하였고(Figure 3), 대조군의 경우에는 임의로 잡음을 섞어서 보여주게끔 하였다.

본 연구에서 비대칭이 나타날 경우에는 호흡명상을 통해서 좀 더 대칭상태로 갈 수 있다고 교육하였고, 매 회기 집중력 훈련 후 5분간 실시하였다.

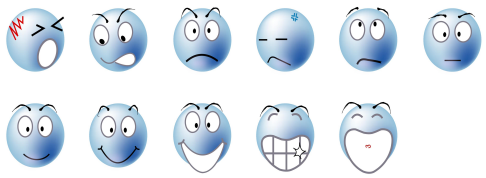


Figure 1. 11-step facial expressions were shown according to the ratio of alpha power to high-beta power

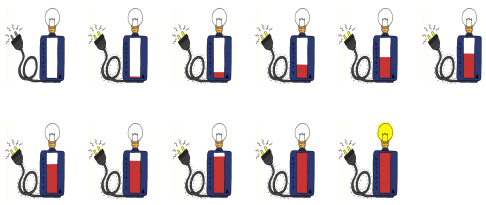


Figure 2. 11-step battery gauges were shown according to the ratio of SMR and mid-beta power to theta power

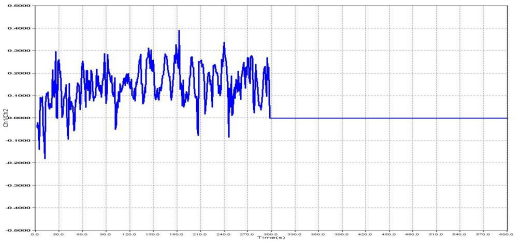


Figure 3. This is an example of feedback display for A2 neurofeedback.

## 4. 시험절차

선별된 대상자를 진짜 뉴로피드백을 시행하면서 명상훈련을 하는 군과 무작위로 피드백을 보여주는 가짜 뉴로피드백을 시행하면서 명상훈련을 하는 군으로 무작위 배정하였다. 배정비율은 1:1로 하였다.

뉴로피드백을 이용한 명상훈련을 실시하기 전 1주일이내에 Baseline검사를 시행하였다. Baseline검사는 유효성을 보기 위한 검사로 기억력, 집중력, 정서상태를 보기 위해서, K-WAIS, 학습능력검사, HRSD, BDI, STAI, VAS, HRV검사를 실시하였다. 검사를 담당하는 사람은 임상시험이 끝날 때까지 배정된 군을 모르는 상태를 유지하도록 하였다.

뉴로피드백 훈련의 특성상 시행을 하는 사람은 대상자가 어느 군에 속하는지 알 수 밖에 없기 때문에, 대상자 평가에 최대한 객관성을 유지하기 위해서 훈련을 담당하는 자와 검사를 담당하는 자를 나누어서 눈가림 상태를 유지하도록 하기 위해서였다. 뉴로피드백은 총 10회를 실시하였으며, 그 내용은 두뇌이완 훈련 5분, 집중력 훈련 5분, 알파파의 전두엽에서의 좌우균형 훈련인 A2훈련 5분으로 총 15분을 실시하였다.

총 10회의 훈련이 끝난 후 1주일 이내에 다시 Baseline에서 실시하였던 유효성을 보기 위한 검사를 재실시 하여, Baseline에서 했던 검사결과와 비교하였다.

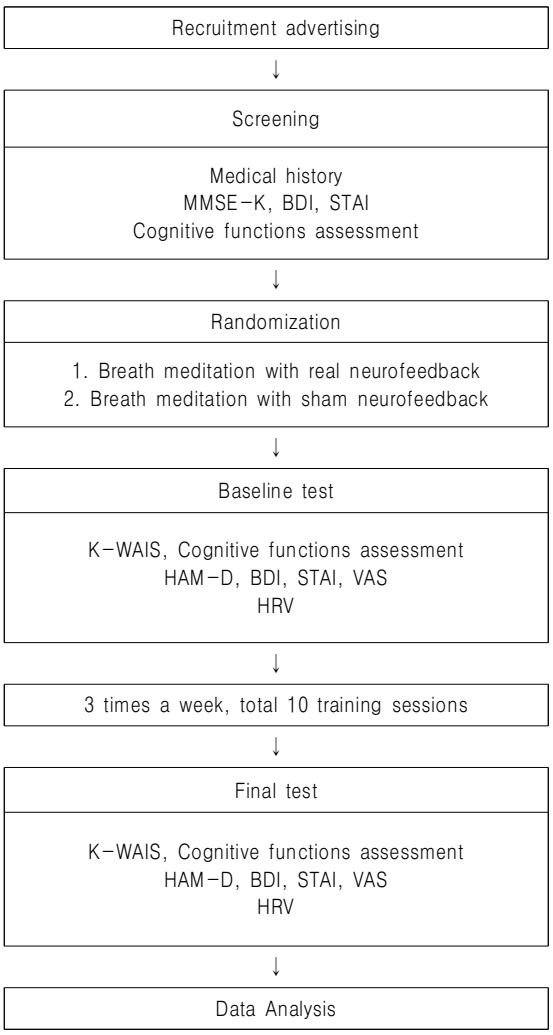



Figure 4. This flow chart is displayed to show the progress of the clinical trial for the effects of breath meditation with neurofeedback on memory and concentration of healthy adult volunteers.

### 5. 통계분석방법

Baseline에서의 인구통계학적 비교에서 연령은 Independent sample t-test를 이용하여 비교하였고, 성별비는 Chi-square 검정을 실시하였다.

시험군과 대조군의 변수 분포가 동질한지 검정하기 위하여 Independent sample t-test를 이용하였다.

전체 대상자에 대해서 시험 전과 후에 차이가 있는지에 대해서 Independent sample t-test를 시행하였다.

시험군과 대조군의 임상시험 전후 평균 점수의 차이에 대한 비교는 연속변수인 경우는 Independent sample t-test 등의 방법을 적용하여 분석하였다.

모든 통계분석은 유의수준 0.05로 양측검정을 실시하였으며, 통계분석에 사용된 프로그램은 SPSS 12.0 for Windows였다.

## Ⅲ. 結 果

### 1. 인구통계학적 조사

총 자원자 26명중 기준에 맞지 않아서 1명이 탈락되어 최종 대상자는 25명이었다.

성별분포는 남자 12명, 여자 13명이었고, 대조군 남자 6명, 여자 6명, 시험군 남자 6명, 여자 7명이었다. Chi-square 검정 결과 시험군과 대조군의 성별분포에는 유의한 차이가 없었다.

연령은 대조군의 평균연령이 29.92±4.14세, 시험군의 평균연령이 29.35±2.73였으며, 전체 평균연령은 29.64±3.41세로, 두 군간에 유의한 차이는 없었다(Table 2).

### 2. Baseline에서의 두 군의 비교

총 대상자 25명에 대해서 무작위 배정을 한 두 군간에 차이점은 없는지에 대해서 군간 비교를 시행하였다(Table 3). 비교한 결과, 가슴두근거림의 VAS에서만 시험군이 유의하게 낮

은 점수를 나타내고 나머지에서는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

### 3. 시험 전 후의 변화

최종적으로 임상시험을 마친 대상자 23명에 대해서 두 군 모두 호흡명상을 시행하였기 때문에, 호흡명상이 어떠한 변화를 가져왔는지에 대한 조사를 위해서 시험 전후의 변화에 대한 비교를 시행하였다(Table 4).

우선, 학습능력검사의 경우, 낮은 난이도와 높은 난이도의 정답률에서 유의한 증가를 나타내었고 오답률에서 유의한 감소를 나타내었다. 집중력과 인지강도의 경우도 낮은 난이도에서는 유의한 증가를 나타내었다.

HRV의 경우, 임상시험 시작 전과 임상시험 종료 후 측정값에서 평균 R-R간격Mean-RR이 유의하게 감소하면서 평균심박수Mean-HR가 유의하게 증가하였다. 또한 VLF와 RMSSD의 값도 유의하게 감소하였다.

K-WAIS의 경우, 단기기억력을 측정하기 위해 임상시험 시작 전과 임상시험 종료 후 시행한 숫자외우기Digit Span의 연령교정평가치가 상승하는 경향성을 나타냈으나 통계적으로 유의하지는 않았다(p=0.053).

임상시험 시작 전 시행한 Kaufman의 3개 소검사로 이루어지는 단축형과 임상시험 종료 후 시행한 4개 소검사로 이루어지는 단축형에서 공통적으로 시행되는 검사는 빠진곳 찾기 Picture Completion 소검사로 이 소검사의 연령교정평가치는 유의하게 상승하였고, 전체 지능지수 또한 유의한 상승을 나타내었다.

설문검사의 경우, 건망의 변증과 관련있는 한의학적 증상 중에서, 정신이 권태롭고 피로한 정도를 묻는 VAS 검사에서 점수의 유의한 상승을 나타내었다.

### 4. 시험군과 대조군의 비교

1) 학습능력검사

최종적으로 임상시험을 마친 대상자 23명 중 학습능력검사가 제대로 측정되지 않은 1명을 제외한 22명의 시험 전과 시험 후의 학습능력검사 결과의 차이를 Independent sample t-test를 이용하여 군간비교하였다(Table 5).

비교결과 집중력에서는 낮은 난이도와 높은 난이도에서 유의한 차이를 나타내었고, 인지강도에서는 높은 난이도에서 유의한 차이를 나타내었는데, 모두 시험군은 집중력 수치가 떨어지고 대조군은 집중력 수치가 올라가서 유의한 차이를 나타내었다.

2) 웩슬러 지능검사 (Korean Wechsler Adult Intelligence Scale)

최종적으로 임상시험을 마친 대상자 23명의 시험 전과 시험 후의 단축형 K-WAIS검사로부터 추정된 전체 지능지수의 차이를 Independent sample t-test를 이용하여 군간비교하였으나 유의한 차이는 관찰되지 않았고(Table 6), 소검사 중 숫자외우기의 경우는 숫자외우기 검사지가 분실된 1명을 제외한 22명의 시험전과 시험후의 연령교정평가치의 차이를 Independent sample t-test를 이용하여 군간비교를 하였으나 유의한 차이는 관찰되지 않았다(Table 6).

3) 심박변이도 (Heart Rate Variability)

최종적으로 임상시험을 마친 대상자 23명의 시험 전과 시험 후의 HRV값의 차이를 Independent sample t-test를 이용하여 군간비교하였으나, 유의한 차이는 관찰되지 않았다(Table 7).

4) 해밀턴 우울평가 척도 (Hamilton Rating Scale for Depression)

최종적으로 임상시험을 마친 대상자 23명의 시험 전과 시험 후의 HRSD의 차이를 Independent sample t-test를 이용하여 군간비교하였으나, 유의한 차이는 관찰되지 않았다 (Table 8).

5) 자가보고식 평가

최종적으로 임상시험을 마친 대상자 23명의 시험 전과 시험 후의 BDI, STAI, VAS의 차이를 Independent sample t-test를 이용하여 군간비교하였다. 그 중에서 가슴두근거림에 대한 VAS에서 유의한 차이가 관찰되었다(Table 9).

## 5. 기타분석 - 훈련을 잘 수행한 그룹과 그렇지 못한 그룹의 분석

약물을 이용한 시험에서는 약물의 복용여부로 순응도를 조사하게 된다. 그리고 순응도가 낮을 경우는 임상시험에서 탈락시키게 된다. 약물의 효과를 보기 위한 시험인데 약물의 복용률이 낮을 경우는 약물이 효과가 있는지의 여부를 판단하는게 불가능하기 때문이다. 이번 시험에서도 순응도를 고려하여 총 10회의 뉴로피드백 중에서 7회 이상 참여하지 않을 경우는 임상시험에서 탈락시켰다. 그러나, 뉴로피드백의 경우는 개개인에 따라 차이가 크기 때문에, 뉴로피드백 훈련회기에 모두 참여했다고 하더라도 많은 차이를 나타낸다.

뇌파를 이용하는 뉴로피드백은 훈련과 동시에 측정도구가 되기 때문에, 5분의 훈련동안에 측정된 값을 기준으로 순응도를 평가하였다. 순응도의 기준은 5회차부터 10회차까지의 훈련중에서, 집중력 훈련에 대한 11단계의 피드백단계 중 6단계 이상의 피드백을, 5분 훈련동안에 절반이상 나타나게 할 수 있었던 회차수가, 4회 이상인 것으로 하였다. 대상자 중 10회까지 다 마치지 못한 경우에는 5회차부터 마지막회차까지의 훈련회차수의 절반을 초과하는 것으로 하였다. 시험군과 대조군 모두 화면에 보여준 피드백을 기준으로 하였다.

1) 훈련을 잘 따라온 그룹과 그렇지 못한 그룹간의 군간 분석

명상훈련을 통해 제대로 따라할 수 있었는지에 대한 비교 분석을 위해, 훈련을 잘 따라온 그룹과 그렇지 못한 그룹간의 군간 분석을 시행하여 보았다. 최종적으로 임상시험을 마친 대상자 23명 중, 훈련을 잘 따라온 그룹은 13명이었고, 그렇지 못한 그룹은 10명이었으며, 학습능력검사의 경우는 훈련을 잘 따라오지 못한 그룹 중 한명의 데이터가 오류가 나서 9명이었다.

우선, 학습능력검사에서 훈련을 잘 따라하지 못한 그룹은 중간 난이도에서의 인지강도가 상승하였고 낮은 난이도에서의 인지속도가 느려졌으나, 훈련을 잘 따라한 그룹에서는 중간 난이도에서의 인지강도가 감소하였고 낮은 난이도에서의 인지속도가 빨라져서 훈련을 잘 따라하지 못한 그룹과 훈련을 잘 따라한 그룹간에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(Table 10).

그 다음으로, HRV에서는 두 군간에 유의한 차이가 나타난 항목이 없었다(Table 11).

마지막으로, 설문검사상에서는 BDI와 STAI의 상태점수와 특성점수에서 군간 차이가 나타났다(Table 12). 훈련을 잘 따라오지 못한 그룹에서는 BDI 점수가 감소하였고 훈련을 잘 따라온 그룹에서는 BDI 점수가 상승하여서 두 군간에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 훈련을 잘 따라오지 못한 그룹에서는 STAI의 상태점수가 감소하였고 훈련을 잘 따라온 그룹에서

는 STAI의 상태점수가 상승하여서 두 군간에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 훈련을 잘 따라오지 못한 그룹에서는 STAI의 특성점수가 감소하였고 훈련을 잘 따라온 그룹에서는 STAI의 특성점수에서 변화가 미미하여서 두 군간에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

2) 훈련을 잘 따라온 그룹내에서의 시험군 대조군 군간 분석

훈련을 잘 따라온 그룹내에서, 학습능력검사, HRV, K-WAIS, BDI, STAI, HRSD, VAS의 전후 차를 군간비교하여 보았다(Table 13, 14, 15).

시험군에 비해 대조군의 경우는 순응도가 낮아서  최종적으로 임상시험을 마친 대조군의 수는 시험군의 절반이 안됐다. 두 군간의 비교결과 학습능력검사 중 높은 난이도에서의 집중력과 인지강도, 그리고 낮은 난이도에서의 집중력에서 유의한 차이가 나타났다.

## Ⅳ. 考　察

명상은 이상적인 정신상태로 가기 위한 수단이다. 최근에는 과거의 수행자들이 행했던 많은 시간과 노력을 단축시키기 위해서 현대과학문명을 이용하게 되었는데, 이러한 과정에서 나타난 것이 바이오피드백이다[34].

바이오피드백이란 정보를 “Feeding”하여 생물학적 신호를 생산하는 개인에게 “back”하는 것을 의미한다[34]. 즉, 바이오피드백에서는 개개인의 상태에 따라 나타나는 생물학적 신호를 측정하여 평가하고 이를 개인에게 실시간으로 보여줌으로써 스스로의 상태를 확인하여 심리적 지지와 안정, 확신에 도움을 주어 지속적으로 훈련을 할 수 있도록 한다. 이러한 바이오피드백에서 이용하는 생물학적 신호에는 피부온도, 피부저항도, 호흡, 혈압, 심박동, 근육긴장도, 뇌파 등이 있는데, 이중에서 정신상태의 조절을 위하여 뇌파를 이용하는 바이오피드백을 뉴로피드백이라 한다. 뉴로피드백은 인간의 정신상태를 반영하는 뇌파를 컴퓨터 모니터를 통해 관찰하고, 가장 이상적인 뇌파상태를 만들어 내는 정신 상태를 스스로의 노력에 의해 유지하도록 학습하는 과정이다[35]. 뉴로피드백은 이상적인 뇌파상태로 가기 위한 수단으로, 자신의 상태가 어느 정도인지를 실시간으로 확인할 수 있다는 점에서 명상보다 좀 더 쉽게 이상적인 상태에 도달할 수 있다는 장점이 있다.

본 연구에서는, 정상성인들을 대상으로 뉴로피드백이 기억과 집중력을 증진시키는데 효과가 있는지를 알아보기 위해서, 시험 참가에 동의한 대상자를 무작위로 두 군으로 나누어서 시험군에는 실시간 뇌파의 상태에 해당하는 정상적인 피드백을 주고 대조군에는 실시간 뇌파의 상태에 해당하지 않는 무작위로 배정된 피드백을 주었다. 만약 뉴로피드백이 효과가 있다면, 시험군이 대조군보다 더 나은 집중력과 더 나은 이완상태를 나타낼 것이라고 가정하였다. 또한, 무작위 배정을 대상자가 모르는 상태에서 진행하였고, 검사의 경우 검사자의 선입견을 배제하기 위해서, 검사자 또한 무작위 배정을 모르는 상태에서 진행하였으며, 검사자간의 편차를 없애기 위해서 주관이 개입될 수 있는 설문검사는 한 명이 담당하게끔 하였다.

집중력과 이완상태의 측정을 위해서 뇌파검사와 HRV를 주로 이용하였고, K-WAIS검사의 숫자외우기Digit Span과 STAI 등의 설문검사도 이용하였다. 측정은 뉴로피드백 훈련을 시작하기 전과 종료 후 각각 실시하여 그 차이를 비교하였다.

뇌파는 그 주파수에 따라 델타파(0 - 4Hz), 쎄타파(4 - 8Hz), 알파파(8 - 12Hz), 베타파(12 - 30Hz), 감마파(30 - 50Hz)의 5단계로 나눌

수 있다. 델타파는 정상인의 깊은 수면 시나 신생아의 경우 두드러지게 나타나고, 쎄타파는 정서안정 또는 수면으로 이어지는 과정에서 주로 나타나며 후두부와 측두부에서 주로 출현하고, 알파파는 긴장이완과 같은 편안한 상태에서 주로 나타나며 두정엽과 특히 후두엽에서 주로 출현하고, 베타파는 깨어 있을 때, 말할 때와 같이 모든 의식적인 활동을 할 때 우세하게 나타나며 전두부에서 잘 기록되는데, 특히, 불안한 상태나 긴장시, 복잡한 계산처리시에 우세하게 나타나고, 감마파는 베타파보다 더 빠르게 진동하는 형태로 정서적으로 더욱 초조한 상태이거나 추리, 판단 등의 고도의 인지정보처리와 관련이 깊다고 보고되고 있다[36]. 이 중에서 베타파는 SMR(12-15Hz)과 Mid-Beta(15-20Hz), High-Beta(20-30Hz)의 3단계로 나눌 수 있는데, SMR은 주의와 관련이 되어서 주의력결핍환자에서 저하되고, Mid-Beta는 좀 더 높은 인지과정, 집중과 관련된 문제해결 사고와 관계되어서 스트레스와 관련된 질환, 주의력결핍환자에서 저하되며, High-Beta는 각성상태와 위협에 대한 반응과 연관되어서 공황, 불안, 기분장애, 만성 통증에서 증가된다[37].

본 연구에서는 대상자의 주의집중력을 향상시키고, 긴장을 이완시키는 방향으로 피드백을 주고자 하였다. 그래서, 주의집중을 향상시키기 위해 주의와 관련되는 SMR과 Mid-Beta를 증가시키고, 수면으로 이어지는 과정에서 주로 나타나는 쎄타파를 감소시키는 프로토콜을 사용하였다. 또한 긴장이완을 시키기 위해서, 긴장이완과 관련되는 알파파를 증가시키고 불안과 관련되는 High-Beta는 감소시키는 프로토콜을 사용하였다. 그리고 우울할 경우 나타나는 전두엽의 알파파 좌우 비대칭에 대해 관찰하고자 Rosenfeld 등이 사용한 A2 공식[13]을 이용하였다. A2 공식은 우측 전두엽의 알파파 파워를 R, 좌측 전두엽의 알파파 파워를 L이라고 했을 때 (R-L)/(R+L)로 표시되며, 전두엽 전체의 알파파 파워에 대한 좌우측 전두엽의 알파파 파워의 차의 비율이기 때문에, 개개인마다 다른 뇌파의 파워에 영향을 받지 않고, 또한 계산식이 쉽기 때문에 뉴로피드백 기기에서 많이 사용하고 있다.

뇌파연구에서 또한 중요한 것은 전극을 붙이는 장소이다. 일반적으로는 국제표준 10-20체계에 따라서 붙이는데, 본 연구에서는 Fp1, Fp2 부위를 사용하였다. Fp1, Fp2 부위는 대뇌피질 중에서 전두엽에 해당하는데, 전두엽은 일반적으로 고도의 인지, 감정, 정신적 기능 등을 담당하고 있다고 알려져 있다. 그래서 우울증 연구나 집중력과 관련된 연구에서의 이상적인 장소로 Fp1, Fp2를 고려할 수 있다[37]. 그러나, Fp1, Fp2은 안구에 가까이 있기 때문에 눈깜박임과 같은 눈움직임에 의한 잡음이 혼입되기 쉬어서 신호처리에 어려움이 있는 단점이 있다[37]. 본 연구에서도 잡음이 혼입되는 경우 진폭이 커지는 변동이 나타나는데, 그러한 경우에 대한 설명을 대상자에게 하고, 그렇게 나타나는 피드백의 경우는 무시하도록 교육하였다. 그러나, 학습능력검사의 경우는 이상신호의 혼입으로 이번 시험의 대상자 중에서 한명의 최종검사에서 오류가 발생하여 데이터로 쓸 수가 없는 경우가 발생하였다. 추후 연구에서는 이상신호의 혼입을 막을 수 있도록, 전극의 위치를 좀 더 눈움직임에 영향을 받지 않는 전두엽 부위인 F3, F4 혹은 Fz를 이용하거나, 실시간 신호처리시 잡음이 들어오는 것을 감지해서 잡음이 들어온 부분의 검사를 자동으로 다시 처리하도록 하는 등의 프로토콜 수정이 필요할 것으로 사료된다.

본 연구의 결과를 종합해 보면, 호흡명상이 학습능력검사상 정답률의 상승과 오답률의 하강, 집중력과 인지강도의 상승에 영향을 주고, 지능검사상에서도 상승에 영향을 주는 것으로

나타났다. 추후 호흡명상을 안한 그룹과의 비교연구가 필요할 것으로 사료된다.

진짜 뉴로피드백을 시행할 경우와 랜덤하게 반응하는 가짜 뉴로피드백을 시행할 경우를 비교해 보면, 정답률이나 오답률에는 변화가 없이 집중력과 인지강도에서 차이가 나타났다. 가짜 뉴로피드백을 시행할 경우에 오히려 집중력과 인지강도가 증가되는 것으로 나타났는데, 이는 진짜 뉴로피드백이 효과가 없는 것으로 해석이 될 수 있다. 그러나, 정답률과 오답률에서 차이가 나타나지 않는 것으로 보아, 인지기능을 보다 효과적으로 사용하게 되었을 것이라는 추정을 해볼 수 있다. 또 다른 측면에서 보면, 가짜 뉴로피드백의 경우는 호흡명상을 하려고 노력하는 것에 비해 피드백이 잘 안나오게 되니까 더욱 노력하게 되어서 집중력과 인지강도에서 진짜 뉴로피드백보다 더 좋아진 것으로 나타나면서도 정답률이나 오답률은 그 변화를 감지하기에는 문항의 변별력이 떨어져서 제대로 반영이 안되었다고도 추정할 수 있다. 추후 연구에서는 시험 대조군 병행설계보다는 대기그룹을 두어서 비교하는 설계를 사용하거나 혹은 문제의 난이도를 좀 더 어렵게 하고, 사전에 하는 검사와 사후에 하는 검사의 문항을 다르게 해서 학습되지 않게 하여, 인지강도나 집중력 뿐만 아니라 정답률이나 오답률에도 변화가 감지되도록 하면 좀 더 다른 결과가 나올 수 있을 것으로 사료된다. 이와 같은 문제가 발생한 원인은 기존의 연구들이 질환자 중심이었기 때문에 검사법 역시 질환자와 정상인을 구분하는 목적으로 만들어졌기 때문일 것이다. 정상인 내에서의 인지기능 정도를 평가하기 위해서 사용한 K-WAIS 또한 학습효과로 인해 정확한 평가가 어려웠던 점까지 고려해 볼 때, 정상인 연구를 위해서는 검사법에 대한 연구가 좀 더 이루어 져야 할 것으로 사료된다.

## Ⅴ. 結 論

본 논문은 뉴로피드백을 이용한 명상훈련이 정상 성인의 기억과 집중력에 미치는 영향에 대한 무작위배정, 단일맹검, 병행설계, 시험대조 임상시험으로, 호흡명상과 더불어 진짜 뉴로피드백과 가짜 뉴로피드백훈련을 실시하고, 시험시작 전과 시험종료 후 각각 학습능력검사, HRV, BDI, STAI, K-WAIS, HRSD, 건망증상에 대한 VAS를 실시하였다. 최종적으로 검사를 마친 23명을 대상으로 그 전후차이를 비교 분석하였다.

1. 호흡명상이 학습능력검사상 정답률의 상승과 오답률의 하강, 집중력과 인지강도의 상승에 영향을 주고, 지능검사상에서도 상승에 영향을 주는 것으로 나타났다.

2. 진짜 뉴로피드백을 시행한 시험군과 랜덤하게 반응하는 가짜 뉴로피드백을 시행한 대조군을 비교한 결과, 정답률이나 오답률에는 변화가 없이 집중력과 인지강도에서 차이가 나타나서, 가짜 뉴로피드백을 시행할 경우에 오히려 집중력과 인지강도가 높아지는 것으로 나타났다.

이러한 결과들은 호흡명상이 정상인의 인지기능에 긍정적인 영향을 미치지만, 뉴로피드백 훈련에 대해서는 좀 더 연구가 필요할 것으로 사료된다. 가짜 뉴로피드백을 시행할 경우 집중력과 인지강도가 높아지는 것이 진짜 뉴로피드백이 효과가 없는 것으로 해석이 될 수도 있지만, 정답률과 오답률에서 차이가 나타나지 않는 것으로 보아 인지기능을 보다 효과적으로 사용하게 되었을 것으로 추정할 수 있으며, 다른 한편으로는 가짜 뉴로피드백이 오히려 자극이 되어서 좀더 호흡명상에 노력하게 만들었을

것이라는 추정도 가능하며, 추후 연구를 통해 밝혀야 할 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌


1. 정태혁. 명상의 세계. 서울:정신세계사. 1987:17-20.
2. 이정호, 김영미, 최영민. 명상이 정서상태에 미치는 효과. 신경정신의학. 1999; 38(3):491-500.
3. 이정호, 김영미, 최영민. 명상이 신경증 환자들의 인지와 정서에 미치는 효과. 인제의학. 2000; 21(2):301-311.
4. 김정규. 비파사나 명상과 인지행동 치료를 통합한 불안장애의 게슈탈트 심리치료. 한국심리학회지:임상. 2003; 22(3):475-503.
5. 한정균, 임성문. 뇌호흡명상과 인지치료가 고등학생의 우울 증상 개전에 미치는 효과. 한국심리학회지:상담 및 심리치료. 2005; 17(4):855-876.
6. 배재홍, 장현갑. 한국형 마음챙김 명상에 기반한 스트레스 감소 프로그램이 대학생의 정서반응에 미치는 영향. 한국심리학회지:건강. 2006; 11(4):673-688.
7. 김병채, 박중달. 트라타카 명상이 집중능력과 성격에 미치는 효과. 창원대학교 학생생활 연구소 학생생활연구. 1994; 7:27-49.
8. Davidson RJ, Kabat-Zinn J., Schumacher J, Rosenkranz M, Muller D, Santorelli SF, Urbanowski F, Harrington A, Bonus K, Seridan JF. Alterations in Brain and Immune Function Produced by Mindfulness Meditation. Psychosomatic Medicine. 2003; 65:564-570.
9. Lutz A, Greischar LL, Rawlings NB, Ricard M, Davidson RJ. Long-term meditators self-induce high-amplitude gamma synchrony during mental practice. Proc Natl Acad Sci USA. 2004; 101(46):16369-16373.
10. Yamamoto S, Kitamura Y, Yamada N, Nakashima Y, Kuroda S. Medial Prefrontal Cortex and Anterior Cingulate Cortex in the Generation of Alpha Activity Induced by Transcendental Meditation: A Magnetoencephalographic Study. Acta Me Okayama. 2006; 60(1):51-8.
11. Egner T, Gruzelier JH. Learned self - regulation of EEG frequency components affects attention and event-related brain potentials in humans. NeuroReport. 2001; 12:4155-4159.
12. Egner T, Gruzelier JH. EEG biofeedback of low beta band components: frequency - specific effects on variables of attention and event - related brain potentials. Clin Neurophysiol. 2004; 115:131-139.
13. Rosenfeld JP, Baehr E, Baehr R, Gotlib IH, Ranganath C. Preliminary evidence that daily changes in frontal alpha asymmetry correlate with changes in affect in therapy sessions. International Journal of Psychophysiology. 1996; 23:137-141.
14. Moore NC. A review of EEG biofeedback treatment of anxiety disorders. Clin Electroencephalogr. 2000; 31(1):1-6.
15. Heinrich H, Gevensleben H, Strehl U. Annotation: neurofeedback - train your brain to train behaviour. J Child Psychol Psychiatry. 2007; 48(1):3-16.
16. Butnik SM. Neurofeedback in adolescents

and adults with attention deficit hyperactivity disorder. J Clin Psychol. 2005; 61(5):621-5.
17. Kropotov JD, Grin-Yatsenko VA, Ponomarev VA, Chutko LS, Yakovenko EA, Nikishena IS. ERPs correlates of EEG relative beta training in ADHD children. Int J Psychophysiol. 2005; 55(1):23-34.
18. 지연경. 뉴로피드백을 통한 전두엽EEG 조절이 정서에 미치는 효과. 고려대학교 대학원. 2006.
19. 최승원. 전두엽 알파파 뉴로피드백의 우울증 치료효과. 고려대학교 대학원. 2007.
20. 임정화, 최강욱, 정인철, 이상룡. 독서요법과 뉴로피드백을 시행한 심비양허형 울증환자 치험 1예. 동의신경정신과학회지. 2006; 17(2):187-198.
21. 손인기. 주의력 결핍 과잉행동 장애의 뇌파생체되먹임 치료. 동국의학.
2003; 10(2):292-297.
22. 강준원, 박정경, 전용우, 한국, 박현철, 김락형, 유경, 정은희. 뉴로피드백을 이용한 주의력결핍 과잉행동장애 치료 1례. 동의신경정신과학회지. 2005; 16(2):243-249.
23. 김정택, 신동균. STAI의 한국표준화에 관한 연구. 최신의학. 1978; 21(11):69-75.
24. 한덕웅, 이창호, 탁진국. Spielberger 상태-특성 불안 검사의 표준화. 學生指導硏究. 1993; 10(1):214-222.
25. 한덕웅, 이장호, 전겸구. Spielberger의 상태-특성 불안검사 Y형의 개발. 한국심리학회지: 건강. 1996; 1(1):1-4.
26. 이영호, 송종용. BDI, SDS, MMPI-D 척도의 신뢰도와 타당도에 대한 연구. 한국심리학회지:임상. 1991; 10(1):98-113.
27. 박종한, 권용철. 노인용 한국판 Mini - mental state examination(MMSE-K)의 표준화 연구 -제2편: 구분점 및 진단적 타당도-. 신경정신의학. 1989; 28(3):508-513.
28. 최진영. 한국판 치매 평가 검사 K-DRS 전문가 요강. 서울:학지사. 1998.
29. 최진영, 이소애. 한국판 치매 평가 검사(K-DRS)의 규준 연구. 한국심리학회지:임상. 1997; 16(2):423-433.
30. Gauding M. The Meditation Bilble. London:Godsfield Press. 2005:6-39.
31. Henriques JB, Davidson RJ. Left frontal hypoactivation in depression. Journal of abnormal psychology.
1991; 100(4):535-545.
32. Bruder GE, Fung R, Tenke CE, Leite P, Towey JP, Stewart JE. Regional brain asymmetries in major depression with or without an anxiety disorder : A quantitative electroencephalographic study. Biol Psychiatry. 1997; 41:939-948.
33. 이준석, 양병환, 오동열, 김기성. 주요우울증에서 우울과 불안 증상의 심각도에 따른 뇌파 A1, A2, Percent 비대칭 지표들의 특성 연구. J Korean Neuropsychiatr Assoc. 2007; 46(2):179-184.
34. 강형원, 김태헌, 류영수. 바이오피드백의 이해와 한의학적 이용. 동의신경정신과학회지. 2005; 16(1):143-157.
35. Thompson M, Thompson L. The neurofeedback book. Wheat Ridge: The association for Applied Psychophysiology and Biofeedback. 2003:1-16
36. 이광우, 김대식, 최장욱. 뇌파검사학. 제1판. 서울:고려의학. 2001:1-7.
37. James R. Evans, Andrew Abarbanel. Introduction to quantitative EEG and neurofeedback. San Diego, California :Academic Press. 1999:29-64, 83-143.

Table 1. Inclusion, Excusion and Dropout Criteria

① Inclusion Criteria : All criteria should be fitted in.

a. Age : 20-40 years old

b. MMSE-K : 24-30 score

c. Concentration of cognitive functions assessment : below 60%

d. No problem at the reading, writing, hearing, speaking, watching etc

e. Listen to the explanation of this clinical trial. After that, sign a written consent for this clinical trial

② Exclusion criteria : If there is only one thing below, he or she should not include this clinical trial

a. BID : above 17

b. Trait Score of STAI : above 55

c. Psychiatric or Neurological disorder at Past History or Present Illness : Was treated or is being treated with drug or psychological treatment for Dementia, Epilepsy, Schizophrenia, Autism, Learning disorder, Mental Retardation, Drug Addiction, Alcoholism, Bipolar disorder, Panic Disorder, Anxiety Disorder etc.

d. Took a drug for brain function (cognition or affection) or sex hormone within 1 month.

e. Seriously instability at the physical condition : within 1 month, need to go to Emergency Room or receive a recommend of hospitalizing or continuous treating at ambulatory care for physical symptom except in the case of trauma.

f. Participated in other clinical trials within 1 month.

g. Cannot agree with a written consent or follow this clinical trial because of Mental Retardation, emotional or intellectual problem.

h. Took herb such as ginkgo, ginseng, acanthopanax for improving cognitive functions within 2 weeks.

i. Left-handed or ambidexter.

③ Dropout Criteria : If there is only one thing below, he or she should drop out in this clinical trial.

a. Be absent from neurofeedback traing over 4 sesseions among 10 sesseions.

b. Need operation or hospitalization for accident or other diseases.

c. Subject refuses this clinical trial.

d. Take antipsychotics, antidepressants, anxiolytics or drugs of improving cognitive function.

e. The other reasons to discontinue this clinical trial.

Table 2. Demographic Characteristics at Baseline

| | | Control (n=12) | NFT (n=13) | p-value |
|---|---|---|---|---|
| Age (years) | | 29.92±4.14 | 29.38±2.73 | .711† |
| Sex | Female | 6(50.0%) | 7(53.8%) | .848‡ |
| | Male | 6(50.0%) | 6(46.2%) | |

Age values are Mean±S.D.
Sex values are Number(% within group)
† : Independent sample t-test
‡ : Chi-square test
Control : Breath Meditation with Sham Neurofeedback Traing
NFT : Breath Meditation with Real Neurofeedback Training

Table 3. The Comparison of MMSE-K, BDI, STAI, IQ, HRSD, VAS, Cognitive Functions Assessment at Baseline between Breath Meditation with Sham Neurofeedback Training and Breath Meditation with Real Neurofeedback Training.

| | | | | Group | | p-value |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Unit | Control (n=12) | NFT (n=13) | |
| Cognitive Functions Assessment | | Difficulty | | | | |
| | Success Rate | Low | % | 83.333 ± 17.753 | 87.692 ± 10.919 | .463 |
| | | Middle | % | 75.833 ± 20.652 | 77.692 ± 7.250 | .763 |
| | | High | % | 79.167 ± 16.214 | 75.385 ± 12.659 | .520 |
| | Error Rate | Low | % | 16.667 ± 17.753 | 12.308 ± 10.919 | .463 |
| | | Middle | % | 23.333 ± 20.597 | 22.308 ± 7.250 | .867 |
| | | High | % | 20.000 ± 15.954 | 22.308 ± 13.009 | .694 |
| | Concentration | Low | | -3.056 ± 0.399 | -2.849 ± 0.402 | .209 |
| | | Middle | | -3.031 ± 0.493 | -2.718 ± 0.543 | .147 |
| | | High | | -3.026 ± 0.502 | -2.739 ± 0.546 | .187 |
| | Cognition Strength | Low | ㎶/sec | 3.189 ± 1.122 | 3.261 ± 2.305 | .923 |
| | | Middle | ㎶/sec | 2.924 ± 0.801 | 3.310 ± 1.720 | .476 |
| | | High | ㎶/sec | 3.456 ± 1.025 | 3.790 ± 1.399 | .506 |
| | Cognition Speed | Low | sec | 0.233 ± 0.116 | 0.276 ± 0.066 | .258 |
| | | Middle | sec | 0.237 ± 0.120 | 0.257 ± 0.106 | .662 |
| | | High | sec | 0.249 ± 0.044 | 0.230 ± 0.109 | .575 |
| HRV | Mean-RR | | ms | 881.155 ± 96.134 | 820.675 ± 99.828 | .137 |
| | Mean-HR | | cycle/min | 68.763 ± 6.763 | 74.170 ± 9.487 | .117 |
| | SDNN | | ms2 | 53.503 ± 15.279 | 44.944 ± 15.556 | .179 |
| | Complexity | | | 0.661 ± 0.117 | 0.654 ± 0.126 | .879 |
| | TP | | log(ms2) | 7.745 ± 0.539 | 7.318 ± 0.744 | .117 |
| | VLF | | log(ms2) | 6.721 ± 0.683 | 6.507 ± 0.869 | .503 |
| | LF | | log(ms2) | 6.540 ± 0.773 | 6.175 ± 0.705 | .229 |
| | HF | | log(ms2) | 6.153 ± 0.742 | 5.628 ± 0.865 | .118 |
| | norm LF | | nu | 51.529 ± 2.758 | 52.458 ± 3.124 | .440 |
| | norm HF | | nu | 48.471 ± 2.758 | 47.542 ± 3.124 | .440 |
| | HRV-Index | | % | 14.934 ± 3.944 | 13.359 ± 4.203 | .345 |
| | pNN50 | | % | 50.846 ± 12.295 | 59.186 ± 16.590 | .170 |
| | RMSSD | | ms | 32.889 ± 9.642 | 26.817 ± 10.519 | .147 |
| | SDSD | | ms | 41.488 ± 13.051 | 34.285 ± 13.662 | .192 |
| MMSE | | | | 29.67 ± 0.651 | 29.38 ± 0.768 | .334 |
| BDI | | | | 3.75 ± 2.137 | 4.77 ± 3.395 | .376 |
| STAI | State | | | 36.50 ± 5.283 | 37.15 ± 6.081 | .778 |
| | Trait | | | 38.83 ± 5.096 | 38.00 ± 8.000 | .761 |
| K-WAIS | Information | | | 23.67 ± 6.555 | 22.23 ± 4.456 | .525 |
| | Picture Completion | | | 16.67 ± 1.875 | 16.69 ± 1.548 | .970 |
| | Digit Span | | | 20.00 ± 4.382 | 18.69 ± 4.442 | .477 |
| | IQ | | | 118.33 ± 11.888 | 112.92 ± 11.558 | .261 |

| | | Unit | Group | | p-value |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Control (n=12) | NFT (n=13) | |
| HRSD | | | 1.75 ± 2.598 | 2.38 ± 2.256 | .520 |
| VAS | Memory | | 5.50 ± 2.055 | 5.50 ± 2.229 | 1.000 |
| | Dizziness | | 8.57 ± 1.180 | 6.87 ± 3.390 | .110 |
| | Mental Clearness | | 6.58 ± 1.713 | 5.06 ± 2.749 | .111 |
| | Palpitation | | 7.68 ± 1.705 | 4.50 ± 2.828 | .003** |
| | Amnesia | | 4.87 ± 2.031 | 4.54 ± 2.961 | .752 |
| | Anxiety | | 6.43 ± 2.166 | 5.26 ± 2.885 | .269 |
| | Sleep | | 7.58 ± 2.944 | 6.43 ± 2.887 | .333 |
| | Concentration | | 4.12 ± 2.066 | 5.04 ± 2.652 | .345 |
| | Mental Weariness | | 4.57 ± 2.605 | 4.16 ± 2.753 | .710 |
| | Inactivity | | 5.92 ± 2.664 | 5.19 ± 3.047 | .535 |

All values are Mean±S.D.
** : p<0.01
Control : Breath Meditation with Sham Neurofeedback Traing
NFT : Breath Meditation with Real Neurofeedback Training

Table 4. The Comparison of MMSE-K, BDI, STAI, IQ, HRSD, VAS, Cognitive Functions Assessment between before and after Breath Meditation.

| | | Unit | No. | Group | | | | p-value |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Before | | After | | |
| Cognitive Functions Assessment | Difficulty | | 22 | | | | | |
| Success Rate | Low | % | | 85.000 | ± 15.040 | 93.182 | ± 7.162 | .038* |
| | Middle | % | | 77.273 | ± 15.791 | 80.909 | ± 11.509 | .321 |
| | High | % | | 76.364 | ± 14.325 | 85.000 | ± 12.630 | .022* |
| Error Rate | Low | % | | 15.000 | ± 15.040 | 6.818 | ± 7.162 | .038* |
| | Middle | % | | 22.727 | ± 15.791 | 17.727 | ± 11.098 | .192 |
| | High | % | | 22.273 | ± 14.452 | 14.091 | ± 13.331 | .028* |
| Concentration | Low | | | −2.885 | ± 0.390 | −2.676 | ± 0.613 | .045* |
| | Middle | | | −2.755 | ± 0.449 | −2.668 | ± 0.595 | .389 |
| | High | | | −2.801 | ± 0.525 | −2.745 | ± 0.622 | .592 |
| Cognition Strength | Low | ㎶/sec | | 2.859 | ± 1.111 | 3.826 | ± 1.283 | .007** |
| | Middle | ㎶/sec | | 3.158 | ± 1.399 | 3.057 | ± 1.299 | .768 |
| | High | ㎶/sec | | 3.542 | ± 1.248 | 3.100 | ± 1.085 | .178 |
| Cognition Speed | Low | sec | | 0.260 | ± 0.099 | 0.250 | ± 0.082 | .730 |
| | Middle | sec | | 0.235 | ± 0.110 | 0.236 | ± 0.113 | .996 |
| | High | sec | | 0.238 | ± 0.088 | 0.232 | ± 0.086 | .836 |
| HRV | | | 23 | | | | | |

| | | | | Group | | | | p-value |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Unit | No. | Before | | After | | |
| | Mean-RR | ms | | 850.367 | ± 103.105 | 791.297 | ± 89.584 | .002** |
| | Mean-HR | cycle/min | | 71.559 | ± 8.771 | 76.760 | ± 8.723 | .003** |
| | SDNN | ms2 | | 48.109 | ± 13.797 | 47.127 | ± 16.436 | .768 |
| | Complexity | | | 0.665 | ± 0.113 | 0.630 | ± 0.124 | .228 |
| | TP | log(ms2) | | 7.501 | ± 0.642 | 7.429 | ± 0.744 | .619 |
| | VLF | log(ms2) | | 6.554 | ± 0.669 | 6.170 | ± 0.578 | .010* |
| | LF | log(ms2) | | 6.419 | ± 0.739 | 6.514 | ± 1.199 | .676 |
| | HF | log(ms2) | | 5.887 | ± 0.873 | 5.661 | ± 0.716 | .141 |
| | norm LF | nu | | 52.277 | ± 2.907 | 53.235 | ± 4.482 | .241 |
| | norm HF | nu | | 47.723 | ± 2.907 | 46.765 | ± 4.482 | .241 |
| | HRV-Index | % | | 14.283 | ± 4.208 | 14.910 | ± 5.309 | .504 |
| | pNN50 | % | | 55.387 | ± 14.721 | 57.464 | ± 16.357 | .487 |
| | RMSSD | ms | | 29.868 | ± 10.592 | 25.515 | ± 10.236 | .042* |
| | SDSD | ms | | 37.360 | ± 13.181 | 33.238 | ± 12.768 | .121 |
| BDI | | | 23 | 4.17 | ± 2.918 | 3.52 | ± 2.678 | .182 |
| STAI | State | | 23 | 36.61 | ± 5.742 | 38.35 | ± 9.514 | .327 |
| | Trait | | 23 | 38.57 | ± 6.774 | 36.61 | ± 7.063 | .128 |
| K-WAIS | IQ | | 23 | 115.87 | ± 11.756 | 122.96 | ± 9.177 | .001** |
| | Picture Completion | | 23 | 16.65 | ± 1.748 | 18.30 | ± 1.146 | .000** |
| | Digit Span | | 22 | 19.50 | ± 4.340 | 20.68 | ± 3.747 | .053 |
| HRSD | | | 23 | 2.17 | ± 2.462 | 2.52 | ± 2.213 | .528 |
| VAS | | | 23 | | | | | |
| | Memory | | | 5.54 | ± 2.106 | 5.39 | ± 2.307 | .548 |
| | Dizziness | | | 7.60 | ± 2.751 | 7.95 | ± 2.268 | .598 |
| | Mental Clearness | | | 5.97 | ± 2.385 | 6.30 | ± 2.412 | .560 |
| | Palpitation | | | 5.84 | ± 2.855 | 6.86 | ± 2.325 | .131 |
| | Amnesia | | | 4.74 | ± 2.608 | 5.32 | ± 2.478 | .270 |
| | Anxiety | | | 5.96 | ± 2.641 | 6.83 | ± 2.387 | .194 |
| | Sleep | | | 7.22 | ± 2.910 | 7.80 | ± 2.694 | .462 |
| | Concentration | | | 4.63 | ± 2.480 | 5.34 | ± 2.463 | .160 |
| | Mental Weariness | | | 4.47 | ± 2.721 | 5.81 | ± 2.390 | .040* |
| | Inactivity | | | 5.30 | ± 2.826 | 6.02 | ± 2.413 | .218 |

All values are Mean±S.D.
* : $p<0.05$
** : $p<0.01$

Table 5. The Comparison of Cognitive Functions Assessment between Breath Meditation with Sham Neurofeedback Training and Breath Meditation with Real Neurofeedback Training.

| | | Group | | | | p-value |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Control (n=11) | | NFT (n=11) | | |
| | Difficulty | Baseline | End | Baseline | End | |
| Success Rate | Low | 82.727 ± 17.939 | 92.727 ± 7.862 | 87.273 ± 11.909 | 93.636 ± 6.742 | .653 |
| | Middle | 77.273 ± 21.490 | 79.091 ± 13.751 | 77.273 ± 7.862 | 82.727 ± 9.045 | .625 |
| | High | 79.091 ± 17.003 | 83.636 ± 12.863 | 73.636 ± 11.201 | 86.364 ± 12.863 | .252 |
| Error Rate | Low | 17.273 ± 17.939 | 7.273 ± 7.862 | 12.727 ± 11.909 | 6.364 ± 6.742 | .653 |
| | Middle | 22.727 ± 21.490 | 19.091 ± 12.210 | 22.727 ± 7.862 | 16.364 ± 10.269 | .724 |
| | High | 20.000 ± 16.733 | 15.455 ± 13.685 | 24.546 ± 12.136 | 12.727 ± 13.484 | .304 |
| Concentration | Low | −2.950 ± 0.371 | −2.429 ± 0.478 | −2.821 ± 0.416 | −2.924 ± 0.652 | .000** |
| | Middle | −2.874 ± 0.495 | −2.607 ± 0.506 | −2.635 ± 0.384 | −2.728 ± 0.693 | .067 |
| | High | −2.902 ± 0.503 | −2.626 ± 0.591 | −2.699 ± 0.551 | −2.864 ± 0.658 | .028* |
| Cognition Strength | Low | 2.900 ± 1.073 | 3.906 ± 1.523 | 2.818 ± 1.199 | 3.746 ± 1.059 | .908 |
| | Middle | 2.809 ± 0.754 | 3.116 ± 1.106 | 3.507 ± 1.809 | 2.998 ± 1.521 | .238 |
| | High | 3.052 ± 1.061 | 3.253 ± 1.305 | 4.032 ± 1.272 | 2.947 ± 0.849 | .040* |
| Cognition Speed | Low | 0.250 ± 0.134 | 0.243 ± 0.106 | 0.270 ± 0.049 | 0.258 ± 0.053 | .930 |
| | Middle | 0.233 ± 0.124 | 0.205 ± 0.141 | 0.238 ± 0.100 | 0.266 ± 0.070 | .478 |
| | High | 0.252 ± 0.045 | 0.223 ± 0.118 | 0.223 ± 0.117 | 0.240 ± 0.039 | .441 |

All values are Mean±S.D.
* : $p<0.05$
** : $p<0.01$
Control : Breath Meditation with Sham Neurofeedback Traing
NFT : Breath Meditation with Real Neurofeedback Training

Table 6. The Comparison of K-WAIS between Breath Meditation with Sham Neurofeedback Training and Breath Meditation with Real Neurofeedback Training.

| | Group | | | | | | | | | p-value |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Control (n=11) | | | | | NFT (n=12) | | | | |
| | No. | Baseline | | End | | No. | Baseline | | End | |
| IQ | 11 | 118.45 | ± 11.613 | 123.82 | ± 9.611 | 12 | 113.50 | ± 11.874 | 122.17 | ± 9.114 | .386 |
| Digit Span | 10 | 20.20 | ± 4.185 | 22.20 | ± 3.293 | 12 | 18.92 | ± 4.562 | 19.42 | ± 3.753 | .202 |

All values are Mean±S.D.
Control : Breath Meditation with Sham Neurofeedback Traing
NFT : Breath Meditation with Real Neurofeedback Training

Table 7. The Comparison of Heart Rate Varibility between Breath Meditation with Sham Neurofeedback Training and Breath Meditation with Real Neurofeedback Training.

| | | Group | | | | | | | | p-value |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Control (n=11) | | | | NFT (n=12) | | | | |
| | Unit | Baseline | | End | | Baseline | | End | | |
| Mean-RR | ms | 891.31 | ± 94.09 | 829.54 | ± 79.52 | 812.84 | ± 100.00 | 756.24 | ± 86.60 | .883 |
| Mean-HR | cycle/min | 67.930 | ± 6.438 | 72.909 | ± 6.679 | 74.885 | ± 9.536 | 80.291 | ± 9.121 | .895 |
| SDNN | ms2 | 54.282 | ± 12.046 | 56.677 | ± 15.902 | 42.450 | ± 13.256 | 38.373 | ± 11.646 | .336 |
| Complexity | | 0.664 | ± 0.107 | 0.602 | ± 0.111 | 0.666 | ± 0.124 | 0.655 | ± 0.133 | .375 |
| TP | log(ms2) | 7.812 | ± 0.453 | 7.883 | ± 0.635 | 7.215 | ± 0.673 | 7.012 | ± 0.586 | .349 |
| VLF | log(ms2) | 6.763 | ± 0.553 | 6.345 | ± 0.562 | 6.364 | ± 0.730 | 6.009 | ± 0.568 | .822 |
| LF | log(ms2) | 6.759 | ± 0.659 | 7.032 | ± 1.264 | 6.107 | ± 0.690 | 6.038 | ± 0.953 | .459 |
| HF | log(ms2) | 6.201 | ± 0.763 | 6.023 | ± 0.687 | 5.600 | ± 0.897 | 5.329 | ± 0.586 | .762 |
| norm LF | nu | 52.216 | ± 2.667 | 53.596 | ± 4.909 | 52.334 | ± 3.229 | 52.905 | ± 4.245 | .636 |
| norm HF | nu | 47.784 | ± 2.667 | 46.404 | ± 4.909 | 47.666 | ± 3.229 | 47.096 | ± 4.245 | .636 |
| HRV-Index | % | 16.117 | ± 4.426 | 18.135 | ± 4.703 | 12.602 | ± 3.339 | 11.954 | ± 4.041 | .153 |
| pNN50 | % | 49.016 | ± 11.217 | 47.740 | ± 12.172 | 61.226 | ± 15.532 | 66.377 | ± 14.804 | .285 |
| RMSSD | ms | 33.364 | ± 9.415 | 29.698 | ± 10.203 | 26.664 | ± 10.972 | 21.681 | ± 9.021 | .752 |
| SDSD | ms | 42.111 | ± 11.672 | 38.359 | ± 13.580 | 33.004 | ± 13.431 | 28.544 | ± 10.400 | .893 |

All values are Mean±S.D.
Control : Breath Meditation with Sham Neurofeedback Traing
NFT : Breath Meditation with Real Neurofeedback Training

Table 8. The Comparison of Hamilton Rating Scale between Breath Meditation with Sham Neurofeedback Training and Breath Meditation with Real Neurofeedback Training.

| | Group | | | | p-value |
|---|---|---|---|---|---|
| | Control (n=11) | | NFT (n=12) | | |
| | Baseline | End | Baseline | End | |
| HRSD | 2.09 ± 2.737 | 3.18 ± 2.714 | 2.25 ± 2.301 | 1.92 ± 1.505 | .197 |

All values are Mean±S.D.
Control : Breath Meditation with Sham Neurofeedback Traing
NFT : Breath Meditation with Real Neurofeedback Training

Table 9. The Comparison of BDI, STAI, VAS between Breath Meditation with Sham Neurofeedback Training and Breath Meditation with Real Neurofeedback Training.

| | | Group | | | | | | | | p-value |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Control (n=11) | | | | NFT (n=12) | | | | |
| | | Baseline | | End | | Baseline | | End | | |
| BDI | | 3.73 | ± 2.240 | 3.09 | ± 2.879 | 4.58 | ± 3.476 | 3.92 | ± 2.539 | .975 |
| STAI | State | 36.09 | ± 5.262 | 38.73 | ± 10.603 | 37.08 | ± 6.345 | 38.00 | ± 8.863 | .632 |
| | Trait | 38.82 | ± 5.076 | 36.64 | ± 6.786 | 38.33 | ± 8.261 | 36.58 | ± 7.609 | .866 |
| VAS | Memory | 5.59 | ± 1.946 | 5.50 | ± 1.921 | 5.50 | ± 2.328 | 5.29 | ± 2.696 | .820 |
| | Dizziness | 8.57 | ± 1.128 | 8.41 | ± 1.944 | 6.71 | ± 3.488 | 7.53 | ± 2.538 | .452 |
| | Mental Clearness | 7.28 | ± 1.104 | 6.97 | ± 2.311 | 4.76 | ± 2.635 | 5.68 | ± 2.429 | .283 |
| | Palpitation | 7.05 | ± 2.457 | 6.59 | ± 2.505 | 4.73 | ± 2.830 | 7.11 | ± 2.229 | .027* |
| | Amnesia | 4.88 | ± 2.112 | 5.41 | ± 2.492 | 4.60 | ± 3.084 | 5.23 | ± 2.573 | .921 |
| | Anxiety | 6.84 | ± 1.980 | 6.69 | ± 2.676 | 5.15 | ± 2.984 | 6.95 | ± 2.203 | .137 |
| | Sleep | 8.37 | ± 2.630 | 7.50 | ± 3.241 | 6.17 | ± 2.847 | 8.07 | ± 2.190 | .070 |
| | Concentration | 4.09 | ± 2.140 | 4.59 | ± 2.659 | 5.12 | ± 2.754 | 6.03 | ± 2.150 | .683 |
| | Mental Weariness | 4.81 | ± 2.635 | 5.56 | ± 2.638 | 4.15 | ± 2.875 | 6.03 | ± 2.232 | .371 |
| | Inactivity | 5.65 | ± 2.609 | 5.56 | ± 2.250 | 4.99 | ± 3.091 | 6.44 | ± 2.578 | .183 |

All values are Mean±S.D.
* : $p<0.05$
Control : Breath Meditation with Sham Neurofeedback Traing
NFT : Breath Meditation with Real Neurofeedback Training

Table 10. The Comparison of Cognitive Functions Assessment between Good Trainee and Bad Trainee of Breath Meditation with Neurofeedback Training.

| | | Group | | | | | | | | p-value |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Bad Trainee (n=9) | | | | Good Trainee (n=13) | | | | |
| Difficulty | | Baseline | | End | | Baseline | | End | | |
| Success Rate | Low | 81.111 | ± 18.333 | 93.333 | ± 8.660 | 87.692 | ± 12.352 | 93.077 | ± 6.304 | .377 |
| | Middle | 78.889 | ± 24.210 | 81.111 | ± 12.693 | 76.154 | ± 6.504 | 80.769 | ± 11.152 | .751 |
| | High | 75.556 | ± 16.667 | 83.333 | ± 13.229 | 76.923 | ± 13.156 | 86.154 | ± 12.609 | .844 |
| Error Rate | Low | 18.889 | ± 18.333 | 6.667 | ± 8.660 | 12.308 | ± 12.352 | 6.923 | ± 6.304 | .377 |
| | Middle | 21.111 | ± 24.210 | 16.667 | ± 10.000 | 23.846 | ± 6.504 | 18.462 | ± 12.142 | .904 |
| | High | 24.444 | ± 16.667 | 16.667 | ± 13.229 | 20.769 | ± 13.205 | 12.308 | ± 13.634 | .925 |
| Concentration | Low | −2.987 | ± 0.225 | −2.729 | ± 0.428 | −2.815 | ± 0.469 | −2.640 | ± 0.729 | .690 |
| | Middle | −2.991 | ± 0.408 | −2.836 | ± 0.327 | −2.591 | ± 0.414 | −2.551 | ± 0.716 | .581 |
| | High | −3.007 | ± 0.379 | −2.843 | ± 0.375 | −2.658 | ± 0.577 | −2.677 | ± 0.756 | .396 |
| Cognition Strength | Low | 2.613 | ± 0.978 | 4.218 | ± 1.571 | 3.030 | ± 1.203 | 3.554 | ± 1.019 | .105 |
| | Middle | 2.658 | ± 0.814 | 3.480 | ± 1.099 | 3.504 | ± 1.633 | 2.764 | ± 1.386 | .019* |
| | High | 3.265 | ± 1.241 | 3.201 | ± 1.422 | 3.734 | ± 1.266 | 3.030 | ± 0.837 | .333 |
| Cognition Speed | Low | 0.220 | ± 0.132 | 0.275 | ± 0.071 | 0.288 | ± 0.058 | 0.233 | ± 0.088 | .044* |
| | Middle | 0.230 | ± 0.146 | 0.252 | ± 0.116 | 0.239 | ± 0.083 | 0.224 | ± 0.114 | .643 |
| | High | 0.230 | ± 0.099 | 0.199 | ± 0.122 | 0.243 | ± 0.083 | 0.254 | ± 0.041 | .486 |

All values are Mean±S.D.
* : $p<0.05$
Bad Trainee : The group that did not conform to criteria of good training.
Good Trainee : The group that conformed to criteria of good training.
Good Training : Among every 5-minute concentration training from the 5th to final session, there are over 4 sessions in which from the 7th-step to the 11-step feedback figures were exhibited over 50%.

Table 11. The Comparison of Heart Rate Varibility between Good Trainee and Bad Trainee of Breath Meditation with Neurofeedback Training.

| | | Group | | | | | | | | p-value |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Bad Trainee (n=10) | | | | Good Trainee (n=13) | | | | |
| | Unit | Baseline | | End | | Baseline | | End | | |
| Mean-RR | ms | 878.046 | ± 125.324 | 826.538 | ± 83.691 | 829.076 | ± 81.120 | 764.189 | ± 87.344 | .706 |
| Mean-HR | cycle/min | 69.632 | ± 10.316 | 73.239 | ± 7.145 | 73.041 | ± 7.466 | 79.469 | ± 9.106 | .382 |
| SDNN | ms2 | 49.418 | ± 13.557 | 55.423 | ± 19.101 | 47.102 | ± 14.443 | 40.746 | ± 10.963 | .060 |
| Complexity | | 0.723 | ± 0.078 | 0.632 | ± 0.126 | 0.620 | ± 0.118 | 0.628 | ± 0.127 | .084 |
| TP | log(ms2) | 7.558 | ± 0.648 | 7.783 | ± 0.813 | 7.457 | ± 0.661 | 7.156 | ± 0.576 | .066 |
| VLF | log(ms2) | 6.452 | ± 0.509 | 6.243 | ± 0.619 | 6.633 | ± 0.781 | 6.113 | ± 0.564 | .269 |
| LF | log(ms2) | 6.479 | ± 0.891 | 6.932 | ± 1.403 | 6.372 | ± 0.633 | 6.191 | ± 0.949 | .166 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HF | log(ms2) | 6.207 | ± 0.791 | 5.913 | ± 0.725 | 5.641 | ± 0.881 | 5.468 | ± 0.671 | .696 |
| norm LF | nu | 51.046 | ± 2.649 | 53.622 | ± 5.213 | 53.224 | ± 2.827 | 52.938 | ± 4.028 | .073 |
| norm HF | nu | 48.954 | ± 2.649 | 46.378 | ± 5.213 | 46.776 | ± 2.827 | 47.062 | ± 4.028 | .073 |
| HRV-Index | % | 15.093 | ± 4.384 | 17.731 | ± 5.777 | 13.660 | ± 4.132 | 12.740 | ± 3.861 | .054 |
| pNN50 | % | 53.126 | ± 14.385 | 50.219 | ± 17.245 | 57.125 | ± 15.316 | 63.037 | ± 13.786 | .140 |
| RMSSD | ms | 34.316 | ± 10.052 | 30.901 | ± 10.599 | 26.447 | ± 10.037 | 21.372 | ± 8.066 | .693 |
| SDSD | ms | 42.027 | ± 12.678 | 38.844 | ± 13.449 | 33.770 | ± 12.879 | 28.925 | ± 10.812 | .755 |

All values are Mean±S.D.
* : p<0.05
Bad Trainee : The group that did not conform to criteria of good training.
Good Trainee : The group that conformed to criteria of good training.
Good Training : Among every 5-minute concentration training from the 5th to final session, there are over 4 sessions in which from the 7th-step to the 11-step feedback figures were exhibited over 50%.

**Table 12. The Comparison of K-WAIS, BDI, STAI, VAS between Good Trainee and Bad Trainee of Breath Meditation with Neurofeedback Training.**

| | | Group | | | | | | | | p-value |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Bad Trainee | | | | Good Trainee | | | | |
| | | No. | Baseline | No. | End | No | Baseline | No | End | |
| K-WAIS | IQ | 10 | 116.40 ± 9.980 | 10 | 121.00 ± 8.485 | 13 | 115.46 ± 13.352 | 13 | 124.46 ± 9.735 | .248 |
| | Digit Span | 9 | 19.56 ± 3.877 | 10 | 20.80 ± 3.490 | 13 | 19.46 ± 4.789 | 13 | 20.62 ± 3.927 | .955 |
| | Picture Completion | 10 | 16.20 ± 1.549 | 10 | 17.80 ± 1.229 | 13 | 17.00 ± 1.871 | 13 | 18.69 ± 0.947 | .895 |
| BDI | | 10 | 4.60 ± 3.098 | 10 | 2.70 ± 2.406 | 13 | 3.85 ± 2.853 | 13 | 4.15 ± 2.794 | .017* |
| STAI | State | 10 | 38.10 ± 4.909 | 10 | 36.00 ± 5.793 | 13 | 35.46 ± 6.253 | 13 | 40.15 ± 11.517 | .050* |
| | Trait | 10 | 40.60 ± 6.670 | 10 | 35.90 ± 6.082 | 13 | 37.00 ± 6.683 | 13 | 37.15 ± 7.936 | .049* |
| HRSD | | 10 | 2.00 ± 2.539 | 10 | 2.20 ± 2.573 | 13 | 2.31 ± 2.496 | 13 | 2.77 ± 1.964 | .818 |
| VAS | Memory | 10 | 5.04 ± 2.616 | 10 | 4.97 ± 2.870 | 13 | 5.93 ± 1.620 | 13 | 5.72 ± 1.822 | .780 |
| | Dizziness | 10 | 8.21 ± 2.323 | 10 | 8.28 ± 2.271 | 13 | 7.13 ± 3.046 | 13 | 7.69 ± 2.323 | .717 |
| | Mental Clearness | 10 | 6.21 ± 2.077 | 10 | 6.06 ± 2.635 | 13 | 5.78 ± 2.665 | 13 | 6.48 ± 2.318 | .464 |
| | Palpitation | 10 | 6.36 ± 2.601 | 10 | 7.11 ± 2.518 | 13 | 5.43 ± 3.076 | 13 | 6.67 ± 2.251 | .720 |
| | Amnesia | 10 | 4.14 ± 2.722 | 10 | 4.55 ± 2.860 | 13 | 5.19 ± 2.529 | 13 | 5.91 ± 2.063 | .776 |
| | Anxiety | 10 | 5.91 ± 2.642 | 10 | 7.02 ± 2.547 | 13 | 5.99 ± 2.748 | 13 | 6.68 ± 2.351 | .753 |
| | Sleep | 10 | 6.92 ± 3.582 | 10 | 8.25 ± 2.317 | 13 | 7.45 ± 2.401 | 13 | 7.45 ± 2.995 | .400 |
| | Concentration | 10 | 4.25 ± 2.260 | 10 | 5.39 ± 2.611 | 13 | 4.92 ± 2.690 | 13 | 5.31 ± 2.451 | .465 |
| | Mental Weariness | 10 | 3.26 ± 2.119 | 10 | 5.60 ± 2.730 | 13 | 5.39 ± 2.840 | 13 | 5.97 ± 2.195 | .160 |
| | Inactivity | 10 | 5.24 ± 2.525 | 10 | 5.98 ± 2.252 | 13 | 5.35 ± 3.138 | 13 | 6.05 ± 2.622 | .973 |

All values are Mean±S.D.
* : p<0.05
Bad Trainee : The group that did not conform to criteria of good training.
Good Trainee : The group that conformed to criteria of good training.
Good Training : Among every 5-minute concentration training from the 5th to final session, there are over 4 sessions in which from the 7th-step to the 11-step feedback figures were exhibited over 50%.

Table 13. The Comparison of Cognitive Functions Assessment between Breath Meditation with Sham Neurofeedback Training and Breath Meditation with Real Neurofeedback Training at the Good Trainee.

| | | Group | | | | p-value |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Control (n=4) | | NFT (n=9) | | |
| | Difficulty | Baseline | End | Baseline | End | |
| Success Rate | Low | 87.500 ± 12.583 | 90.000 ± 8.165 | 87.778 ± 13.017 | 94.444 ± 5.270 | .639 |
| | Middle | 77.500 ± 5.000 | 72.500 ± 12.583 | 75.556 ± 7.265 | 84.444 ± 8.819 | .064 |
| | High | 85.000 ± 12.910 | 87.500 ± 12.583 | 73.333 ± 12.247 | 85.556 ± 13.333 | .335 |
| Error Rate | Low | 12.500 ± 12.583 | 10.000 ± 8.165 | 12.222 ± 13.017 | 5.556 ± 5.270 | .639 |
| | Middle | 22.500 ± 5.000 | 27.500 ± 12.583 | 24.444 ± 7.265 | 14.444 ± 10.138 | .056 |
| | High | 12.500 ± 9.574 | 10.000 ± 14.142 | 24.444 ± 13.333 | 13.333 ± 14.142 | .385 |
| Concentration | Low | −2.784 ± 0.552 | −2.194 ± 0.669 | −2.829 ± 0.463 | −2.838 ± 0.697 | .023* |
| | Middle | −2.622 ± 0.508 | −2.311 ± 0.681 | −2.577 ± 0.400 | −2.658 ± 0.744 | .252 |
| | High | −2.716 ± 0.633 | −2.296 ± 0.790 | −2.632 ± 0.590 | −2.846 ± 0.720 | .036* |
| Cognition Strength | Low | 3.139 ± 1.260 | 3.566 ± 1.063 | 2.981 ± 1.251 | 3.548 ± 1.065 | .867 |
| | Middle | 3.074 ± 0.623 | 2.519 ± 0.526 | 3.696 ± 1.929 | 2.873 ± 1.654 | .755 |
| | High | 2.670 ± 1.211 | 3.384 ± 0.593 | 4.207 ± 1.018 | 2.872 ± 0.910 | .013* |
| Cognition Speed | Low | 0.312 ± 0.074 | 0.188 ± 0.136 | 0.277 ± 0.050 | 0.254 ± 0.056 | .284 |
| | Middle | 0.270 ± 0.045 | 0.159 ± 0.187 | 0.225 ± 0.094 | 0.253 ± 0.058 | .125 |
| | High | 0.239 ± 0.008 | 0.275 ± 0.038 | 0.245 ± 0.102 | 0.245 ± 0.041 | .592 |

All values are Mean±S.D.
* : $p<0.05$
Control : Breath Meditation with Sham Neurofeedback Traing
NFT : Breath Meditation with Real Neurofeedback Training

Table 14. The Comparison of Heart Rate Varibility between Breath Meditation with Sham Neurofeedback Training and Breath Meditation with Real Neurofeedback Training at the Good Trainee.

| | | Group | | | | | | | | p-value |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Control (n=4) | | | | NFT (n=9) | | | | |
| | Unit | Baseline | | End | | Baseline | | End | | |
| Mean-RR | ms | 858.148 | ± 39.948 | 793.769 | ± 66.489 | 816.156 | ± 93.069 | 751.042 | ± 95.675 | .987 |
| Mean-HR | cycle/min | 70.029 | ± 3.166 | 75.988 | ± 6.355 | 74.380 | ± 8.562 | 81.017 | ± 10.024 | .886 |
| SDNN | ms2 | 53.222 | ± 17.208 | 45.618 | ± 11.738 | 44.381 | ± 13.221 | 38.581 | ± 10.557 | .807 |
| Complexity | | 0.582 | ± 0.123 | 0.630 | ± 0.110 | 0.637 | ± 0.119 | 0.627 | ± 0.140 | .528 |
| TP | log(ms2) | 7.769 | ± 0.655 | 7.421 | ± 0.588 | 7.317 | ± 0.650 | 7.038 | ± 0.564 | .862 |
| VLF | log(ms2) | 7.065 | ± 0.782 | 6.429 | ± 0.521 | 6.441 | ± 0.742 | 5.973 | ± 0.550 | .703 |
| LF | log(ms2) | 6.523 | ± 0.760 | 6.315 | ± 0.990 | 6.305 | ± 0.606 | 6.137 | ± 0.986 | .940 |
| HF | log(ms2) | 5.742 | ± 0.907 | 5.910 | ± 0.748 | 5.597 | ± 0.921 | 5.271 | ± 0.570 | .267 |
| norm LF | nu | 53.270 | ± 2.791 | 51.564 | ± 1.939 | 53.204 | ± 3.011 | 53.549 | ± 4.644 | .228 |
| norm HF | nu | 46.730 | ± 2.791 | 48.436 | ± 1.939 | 46.796 | ± 3.011 | 46.451 | ± 4.644 | .228 |
| HRV-Index | % | 14.789 | ± 6.321 | 14.594 | ± 3.506 | 13.158 | ± 3.117 | 11.916 | ± 3.907 | .627 |
| pNN50 | % | 53.058 | ± 17.061 | 56.293 | ± 11.819 | 58.933 | ± 15.191 | 66.034 | ± 14.136 | .675 |
| RMSSD | ms | 27.016 | ± 10.505 | 24.335 | ± 6.875 | 26.194 | ± 10.464 | 20.055 | ± 8.574 | .526 |
| SDSD | ms | 36.758 | ± 14.659 | 33.245 | ± 13.027 | 32.442 | ± 12.720 | 27.006 | ± 9.911 | .785 |

All values are Mean±S.D.
Control : Breath Meditation with Sham Neurofeedback Traing
NFT : Breath Meditation with Real Neurofeedback Training

Table 15. The Comparison of K-WAIS, BDI, STAI, VAS between Breath Meditation with Sham Neurofeedback Training and Breath Meditation with Real Neurofeedback Training.

| | | Group | | | | | | | | p-value |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Control (n=4) | | | | NFT (n=9) | | | | |
| | | Baseline | | End | | Baseline | | End | | |
| K-WAIS | IQ | 113.25 | ± 19.19 | 124.75 | ± 12.04 | 116.44 | ± 11.22 | 124.33 | ± 9.37 | .539 |
| | Digit Span | 19.75 | ± 4.35 | 22.75 | ± 3.69 | 19.33 | ± 5.22 | 19.67 | ± 3.84 | .141 |
| | Picture Completion | 16.25 | ± 2.99 | 19.00 | ± 0.82 | 17.33 | ± 1.23 | 18.56 | ± 1.01 | .189 |
| BDI | | 4.00 | ± 2.58 | 5.25 | ± 2.63 | 3.78 | ± 3.11 | 3.67 | ± 2.87 | .181 |
| STAI | State | 36.00 | ± 7.53 | 43.25 | ± 15.78 | 35.22 | ± 6.10 | 38.78 | ± 9.94 | .496 |
| | Trait | 39.25 | ± 4.11 | 36.25 | ± 7.14 | 36.00 | ± 7.55 | 37.56 | ± 8.65 | .256 |
| HRSD | | 3.25 | ± 2.99 | 4.25 | ± 2.22 | 1.89 | ± 2.32 | 2.11 | ± 1.54 | .498 |
| VAS | Memory | 5.73 | ± 1.28 | 5.48 | ± 1.94 | 6.02 | ± 1.81 | 5.82 | ± 1.88 | .933 |
| | Dizziness | 8.28 | ± 1.14 | 8.33 | ± 1.51 | 6.62 | ± 3.53 | 7.41 | ± 2.64 | .772 |
| | Mental Clearness | 7.55 | ± 0.83 | 7.65 | ± 2.12 | 4.99 | ± 2.85 | 5.96 | ± 2.32 | .628 |
| | Palpitation | 6.25 | ± 3.06 | 5.75 | ± 1.99 | 5.07 | ± 3.19 | 7.08 | ± 2.34 | .228 |
| | Amnesia | 5.90 | ± 1.89 | 5.48 | ± 2.29 | 4.88 | ± 2.81 | 6.10 | ± 2.07 | .321 |
| | Anxiety | 6.63 | ± 1.27 | 5.83 | ± 3.53 | 5.71 | ± 3.23 | 7.06 | ± 1.76 | .347 |
| | Sleep | 9.35 | ± 0.26 | 7.00 | ± 4.51 | 6.61 | ± 2.45 | 7.64 | ± 2.38 | .167 |
| | Concentration | 4.38 | ± 2.00 | 4.50 | ± 3.24 | 5.16 | ± 3.02 | 5.67 | ± 2.15 | .805 |
| | Mental Weariness | 6.78 | ± 1.93 | 5.73 | ± 2.22 | 4.78 | ± 3.05 | 6.08 | ± 2.31 | .251 |
| | Inactivity | 6.35 | ± 3.04 | 5.50 | ± 2.28 | 4.91 | ± 3.25 | 6.30 | ± 2.85 | .263 |

All values are Mean±S.D.
Control : Breath Meditation with Sham Neurofeedback Traing
NFT : Breath Meditation with Real Neurofeedback Training