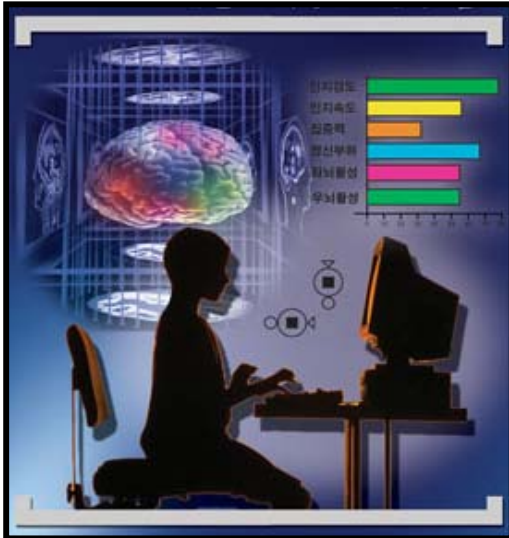


학습능력 검사 사용설명서

Cognitive Functions Assessment

학습능력 검사 (Cognitive Functions Assessment)



학습과정에 관여하는 고도의 인지기능(higher cognitive function)들을 신경생리학적 뇌파지표들에 의해 객관적으로 정확하게 평가합니다.

세부 검사 항목

- 인지강도, 인지속도에 의한 **인지능력(IQ)** 검사
- 집중강도, 지속력에 의한 **집중력** 검사
- 정신부하도에 의한 **정서상태** 검사
- 좌,우뇌 활성화도에 의한 **문제해결성향** 검사
- **활성뇌파 세부리듬** 검사



학습능력 검사 사용설명서

목차

학습능력 검사(Cognitive Functions Assessment)	1
목차	2
학습능력 검사결과 해석법 전반	4
□ 표준화된 검사항목에 의한 빠른 검사결과 해석	4
□ 검사결과에의 재현성 및 오차범위	5
□ 검사항목별 대응되는 뇌파지표	6
□ 검사항목 표준화 과정	7
□ 학습능력 검사결과 예제	8
✓ 학습능력이 평균수준인 경우	8
✓ 학습능력이 낮은 수준인 경우	9
✓ 학습능력이 높은 수준인 경우	10
□ 학습능력 검사결과에 따른 뇌파-바이오피드백 훈련요령	11
✓ 집중력 강화 바이오피드백	12
✓ 두뇌이완 바이오피드백	14
✓ 좌우뇌 균형 바이오피드백	15
✓ 바이오피드백 훈련시 주의할 점	16
□ 주요 임상질환별 특징	17
✓ References.	18
검사항목별 세부설명	20
□ 인지능력 평가: 인지강도,인지속도	20
✓ 개요	20
✓ 세부설명	21
✓ References	25
□ 집중력 평가: 주의경계 및 집중수준, 지속적 집중력	26
✓ 개요	26
✓ 세부설명	26
✓ References	29
□ 정서상태 평가: 작업부하도	31

학습능력 검사 사용설명서

✓ 개요	31
✓ 세부설명	31
✓ References	32
□ 문제해결성향 평가: 좌,우뇌 활성화도.....	33
✓ 개요	33
✓ 세부설명	33
✓ References	34
□ 과제수행 성실도 평가: 정답률,오답률,반응시간.....	36
✓ 개요	36
✓ 세부설명	36
□ 학습능력 종합수준 평가	38
□ 활성화파리듬 평가	39
✓ 개요	39
✓ 세부설명	40
학습능력 검사 프로토콜.....	44
□ 검사법 개요	44
□ 탈문화적 도형/패턴자극을 이용한 인지기능 검사법.....	45
□ 학습능력 검사과제 수행방법.....	46
□ 고도의 인지기능 관련 뇌부위.....	47
□ 학습능력 검사시 전극 부착법.....	49
✓ 개요	49
✓ 스냅전극과 일회용전극을 활용할 경우.....	49
✓ 접시전극과 전극풀을 활용할 경우	50
□ 학습능력 검사 프로그램 작동법.....	51
✓ 전극부착 후 신호파형 점검작업	51
✓ 본격적인 검사.....	52
✓ 프로그램 구성화면	53
□ 프로그램 설치 및 제거법	56
✓ 컴퓨터 사양 점검	56
✓ TeleScan S/W 설치	56
✓ 학습능력 SW설치	56
✓ TeleScan 및 학습능력 SW 제거법	59

학습능력 검사 사용설명서

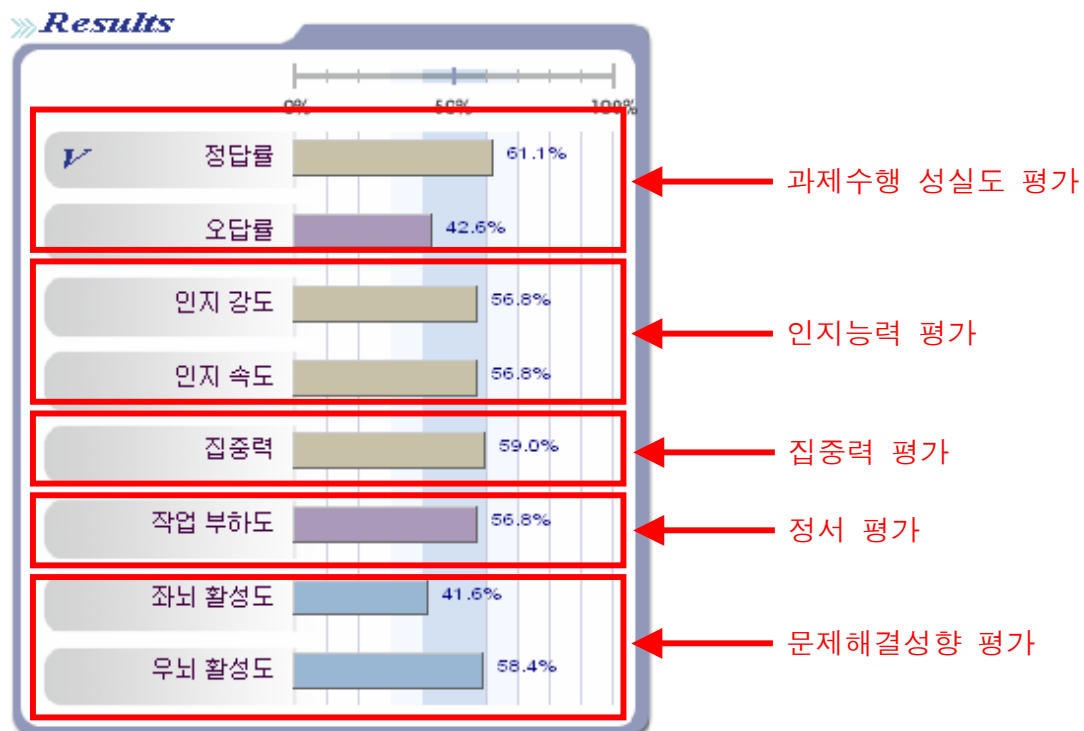
학습능력 검사결과 해석법 전반

학습의 사전적 의미는 '경험 또는 연습의 결과 생기는 영속적인 행동의 변화'입니다. 이러한 학습이 정상적으로 수행되기 위해 기본적으로 요구되는 능력이 학습능력이며, 보통 인지능력, 집중력, 정보처리속도 등의 요소로 구성됩니다. 이 밖에도 좀 더 성공적인 학습수행을 위한 요소로 학습의욕/동기, 정서안정도, 성격 등이 포함됩니다.



□ 표준화된 검사항목에 의한 빠른 검사결과 해석

다음과 같이 'Results'란에 인지능력, 집중력, 정서, 문제해결성향을 평가할 수 있는 표준화된 세부항목이 일목요연하게 정리되어 있습니다. 표준범위(40~60%)를 벗어난 경우 각 해당항목 앞에 체크표시가 자동으로 나타납니다.



- 인지강도, 인지속도, 집중력과 같은 초록계열 막대(■)는 높을수록 좋은 지표입니다.
- 작업부하도와 같은 붉은계열 막대(■)는 낮을수록 좋은 지표입니다.
- 좌, 우뇌 활성화도와 같은 파란계열 막대(■)는 표준범위내에 있는 것이 좋은 지표입니다.

학습능력 검사 사용설명서

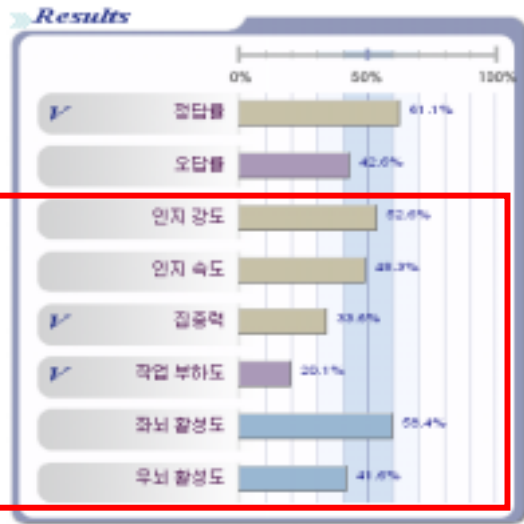
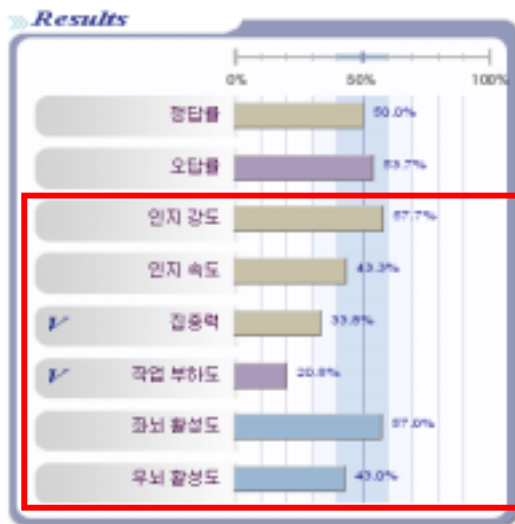
□ 검사결과와 재현성 및 오차범위

뇌파에 의한 신경생리학적 학습능력 검사는 기존 시험지방식의 평가법들과는 달리 유발뇌파 지표들을 이용하므로 약물복용이나 특별한 두뇌훈련...등을 시행하지 않는 한, 5%이내의 오차범위를 갖는 재현성 높은 결과들을 보여줍니다.

▶ 1회 실시한 검사결과



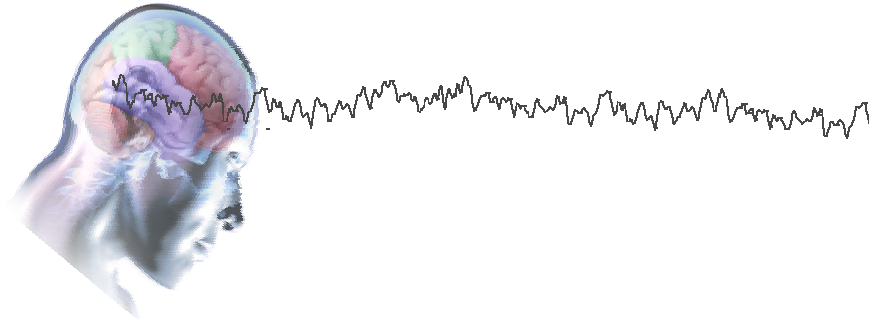
▶ 2회 실시한 검사결과



상기 비교에서와 같이 **신경생리학적 뇌파지표들은 여러 번 반복시행해도 재현성 높은 정확한 값**을 보여줍니다. 단, 세부항목들 중 **정답률, 오답률**은 뇌파에 의한 결과가 아니므로 반복시행시 편차가 크게 나타날 수 있습니다. 즉 정답이 헛갈리는 경우 아무거나 눌러서 맞출 수도 있으며 반복시행에 의한 문항학습효과에 의해 점차 정답률이 높아질 수 있기 때문입니다.

학습능력 검사 사용설명서

□ 검사항목별 대응되는 뇌파지표



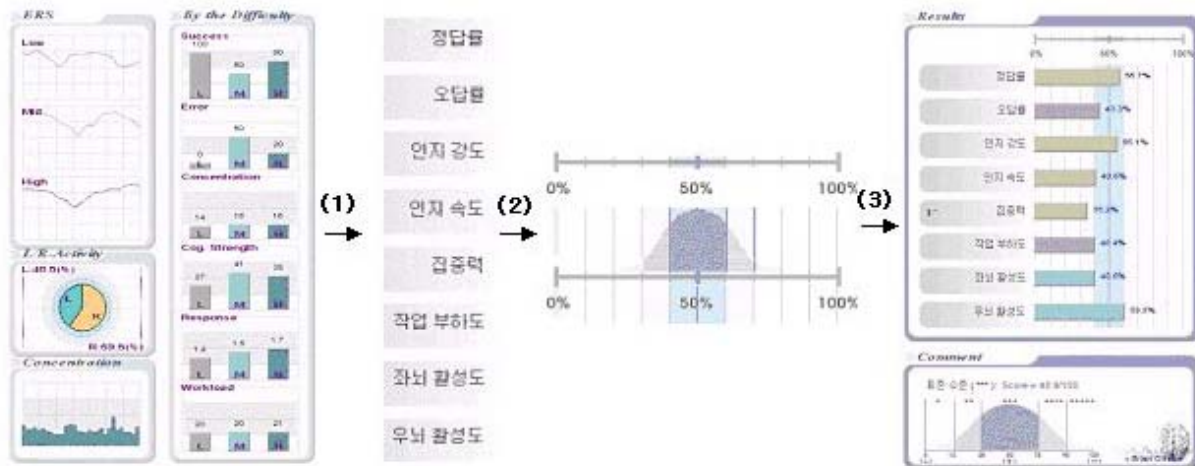
* 각 뇌파지표에 대한 자세한 기술적 설명은 하기 ‘검사항목별 세부설명’ 부분을 참고해 주십시오.

세부항목	신경생리학적 뇌파지표
인지강도	인지유발파형에 나타난 인지감마피크(Cognitive Gamma-Peak)의 진폭변화량(높이)
인지속도	인지유발파형에 나타난 인지감마피크의 잠재기(출현시점)
집중력	(SMR+M-Beta)/Theta-파워비율
작업부하도	SEF 90%(Spectral Edge Frequency-90%)
좌,우뇌 활성화도	감마파워의 좌/우뇌 상대출현비율

학습능력 검사 사용설명서

□ 검사항목 표준화 과정

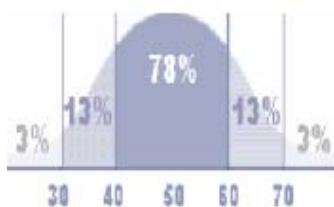
각 세부항목별 뇌파지표값이 표준집단에 비해 상대적으로 높은 점수인지 낮은 점수인지를 쉽게 파악할 수 있도록 하기위해 표준화 작업을 시행합니다.



표준화는 다음 수식과 같이 표준집단에 대한 뇌파지표의 가우스분포가 평균이 '50', 표준편차가 '10'이 되도록 일괄변환하는 과정입니다.

$$= 50 + 10 \times \left(\frac{\text{Raw Score} - \text{Mean}}{\text{SD}} \right)$$

한국인 표준집단은 '학습능력 과제내용을 이해하고 정상적으로 수행할 수 있으며 뇌파측정시 몸움직임 통제가 가능한 10~55세 연령에 한하여 정신병력이 없는 남/녀 한국인 1000명이상으로 구성된 규준집단'을 의미합니다. (참고로 신경생리학적 뇌파지표에 의한 학습능력 검사는 기존지식이나 문화특성과는 상관없는 순수한 두 뇌성능(Brain Performance)을 평가하는 것이므로 표준집단내에서 연령별 남녀별 분포간의 통계적 유의미한 수준($p < 0.05$)의 차이가 나타나지 않습니다. 따라서 연령별, 남녀별 세분화된 표준화작업을 시행할 필요가 없습니다.)



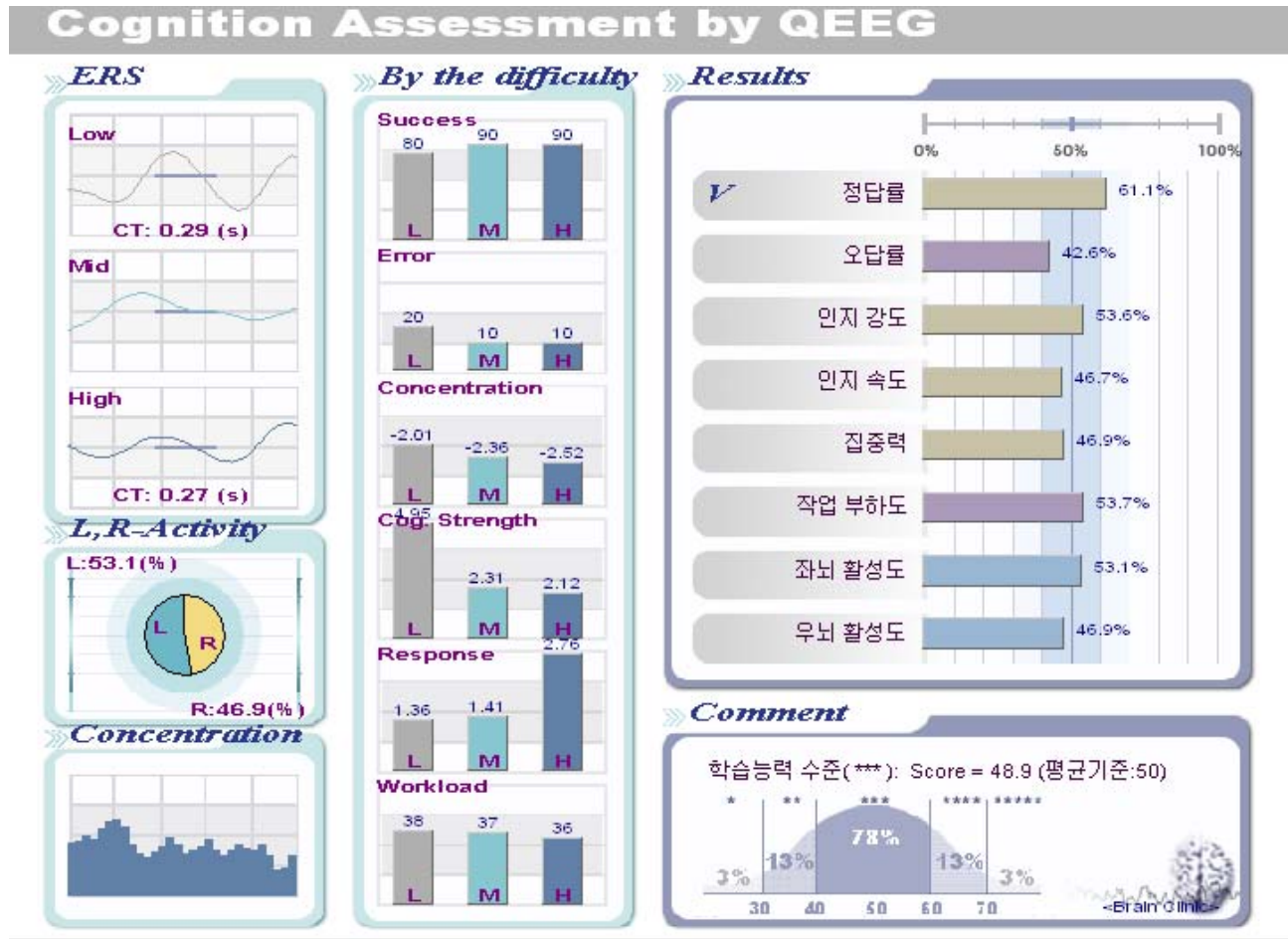
표준화된 수치가 40~60범위내에 있으면 $-1SD \sim 1SD$ 의 표준편차 범위내에 포함됨을 의미합니다. 만약 표준집단에 속하는 사람이 100명 있다면 이 중 대부분에 해당하는 78명이 이 범위내에 포함되므로 이를 표준범위라 부릅니다.

좌측 그림과 같이 해당항목의 표준화된 수치가 '60~70'사이이면 상위 3~13%범위에 있는 수치를 의미합니다. 표준화된 수치가 '70' 이상이라면 표준집단에서 상위 3%내에 해당하는 수치를 의미합니다. 마찬가지로 방법으로 표준화된 수치가 '40~50'사이라면 하위 3~13%범위, '40'이하라면 표준집단에서 하위 3%내에 포함되는 수치를 나타냅니다.

학습능력 검사 사용설명서

□ 학습능력 검사결과 예제

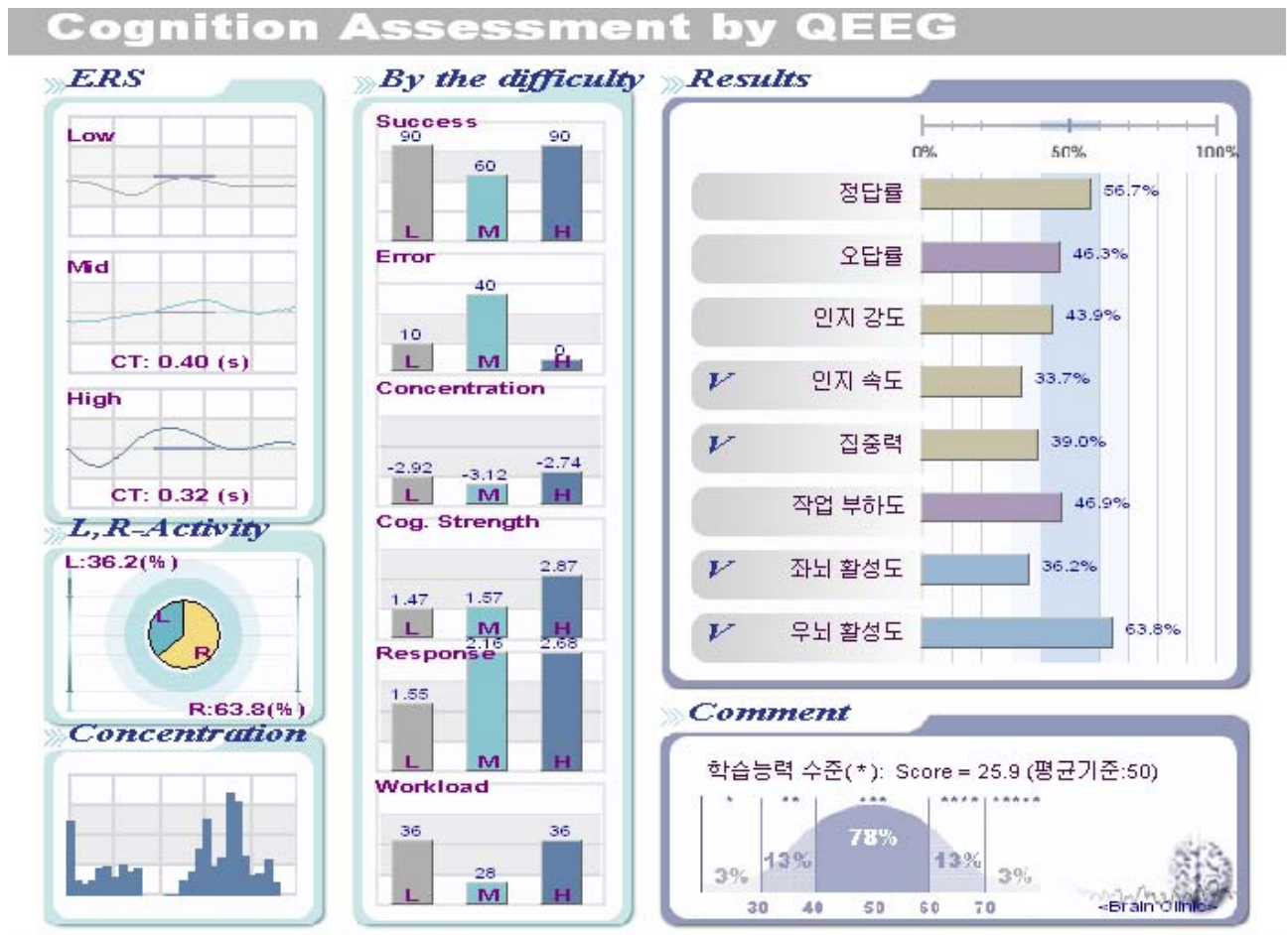
✓



- ◆ 인지강도, 인지속도가 각각 53.6%, 46.7%로 표준범위내에서도 가운데에 위치하므로 인지능력은 평균수준입니다.
- ◆ 집중력은 46.7%로 표준범위내에서도 평균위치에 가까우므로 무리하게 집중력강화 바이오피드백 훈련을 시행하실 필요는 없습니다.
- ◆ 작업부하도는 53.7%로 역시 표준범위내에서도 평균위치에 가까우므로 비교적 담담한 정서상태에서 과제수행을 정상적으로 한 것으로 평가됩니다. 따라서 무리하게 이완 바이오피드백 훈련을 시행하실 필요는 없습니다.
- ◆ 좌,우뇌 활성화도는 각각 53.1%, 46.9%로 좌뇌가 우뇌보다 조금 활성화된 타입이나 각 수치가 표준범위내에서도 평균수준에 가까우므로 무리하게 좌/우뇌 균형 바이오피드백 훈련을 시행하실 필요는 없습니다.

학습능력 검사 사용설명서

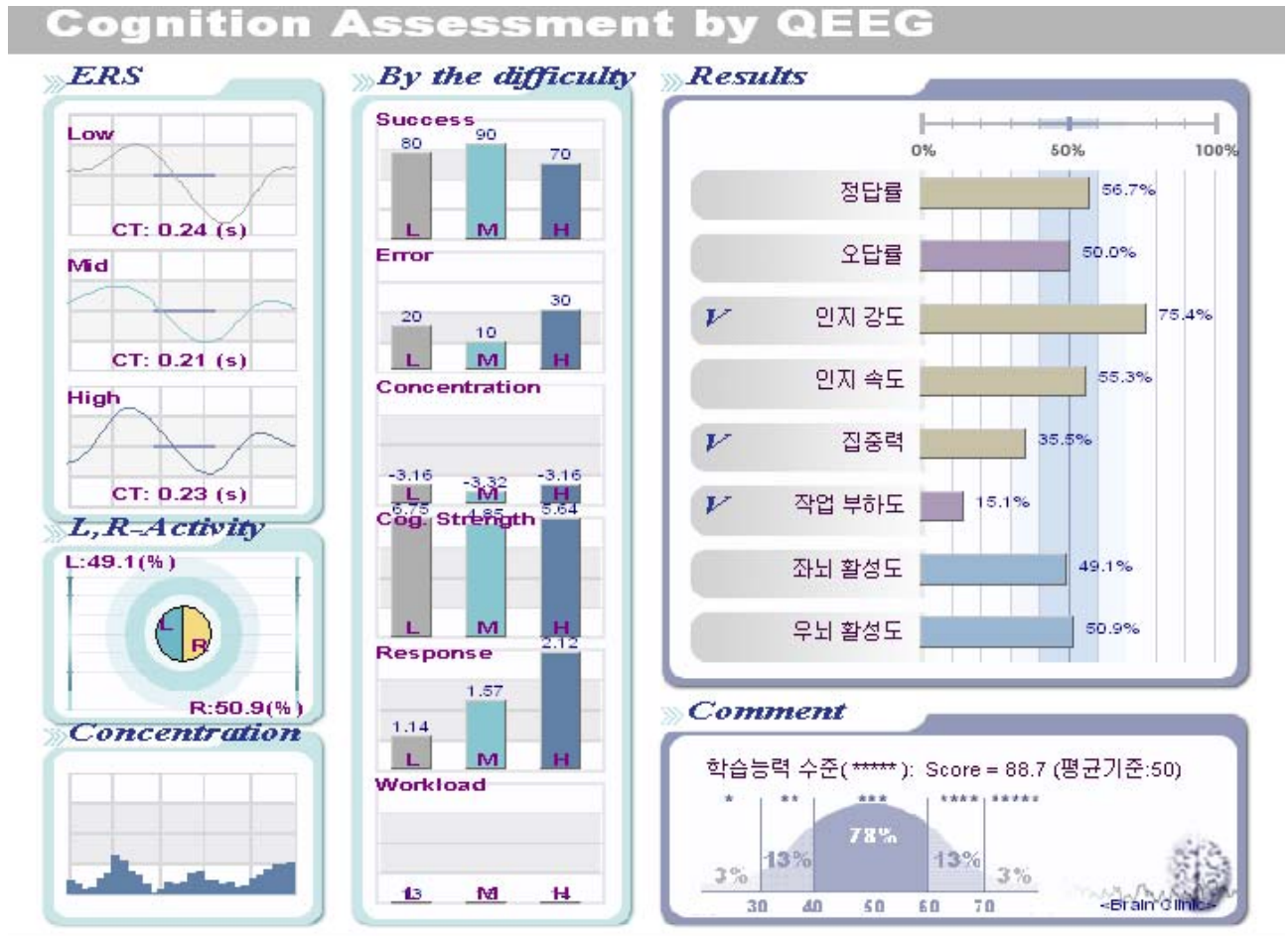
✓



- ◆ 인지강도와 인지속도가 각각 43.9%, 33.7%인 낮은 수준이므로 인지능력이 전반적으로 부족합니다. 인지능력을 강화할 수 있는 체계적이고 전문적인 인지치료 과정이 필요합니다.
- ◆ 집중력도 39%로 표준범위 미만입니다. 꾸준한 집중력강화 바이오피드백 훈련을 통해 표준범위 내로 정상화하려는 노력이 필요합니다.
- ◆ 좌뇌 활성화도 36.2%, 우뇌 활성화도 63.8%로 표준범위를 벗어난 비정상 수준으로 좌/우뇌 균형도 깨어져 있습니다. 꾸준한 좌/우뇌 균형 바이오피드백 훈련을 통해 표준범위내로 정상화하려는 노력이 필요합니다.

학습능력 검사 사용설명서

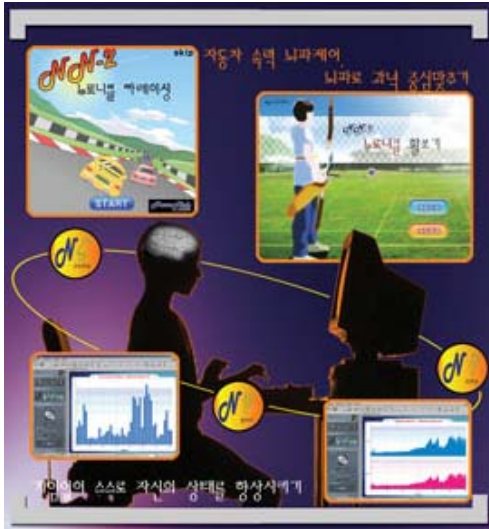
✓



- ◆ 인지강도가 75.4%로 매우 큰 편이며 인지속도는 55.3%로 표준범위내에서도 높은 편입니다. 즉 인지능력이 전반적으로 매우 우수합니다.
- ◆ 좌,우뇌 활성화도는 각각 49.1%, 50.9%로 좌/우뇌 균형이 잘 맞추어져 있습니다.
- ◆ 작업부하도가 낮아 과제수행시 정신적 부하가 적은 이완된 상태 또는 각성이 저하된 상태일 수 있습니다.
- ◆ 다만 집중력은 35.5%로 표준범위 이하로 부족한 상태입니다. 보통 정신병력이 없는 건강한 사람의 경우와 같이 작업부하도가 낮으면서 동시에 집중력이 낮은 경우 과로 및 수면부족 등에 의한 만성피로 상태일 수 있습니다. 만성 피로가 의심될 경우엔 먼저 충분한 수면 및 휴식을 취하게 한 후 낮아진 집중력을 정상화하기 위한 집중력 강화 바이오피드백 훈련을 시행하는 것이 좋습니다.

학습능력 검사 사용설명서

□ 학습능력 검사결과에 따른 뇌파-바이오피드백 훈련요령



학습능력 검사결과 집중력, 작업부하도, 좌/우뇌 활성화도에서 부정적인 결과가 나왔을 경우 뇌파-바이오피드백 훈련을 시행하시면 효과적입니다.

뇌파-바이오피드백 훈련은 주 2-3회, 총 20회~40회 session으로 이뤄집니다. 꾸준한 바이오피드백 훈련을 통해 부정적 방향으로 표준범위를 벗어난 지표가 **표준범위내로 정상화되도록 노력**합니다.

학습능력 검사결과	뇌파-바이오피드백 훈련	훈련 목표
집중력이 40% 미만인 경우	집중력 강화 바이오피드백 (SMR, Beta-Train)	표준범위(40~60%)내에 도달할 때까지 꾸준히 시행
작업부하도가 60% 초과한 경우	두뇌이완 바이오피드백 (Alpha, Theta-Train)	
좌,우뇌 활성화도가 40% 미만 또는 60%초과로 표준범위를 벗어난 경우	좌/우뇌 균형-바이오피드백 (Brain Symmetry-Train)	

학습능력 검사 사용설명서

✓

SMR과 M-Beta를 강화시키고 Theta파를 약화시키는 바이오피드백 훈련으로 다음 수식과 같은 ‘세타파워에 대한 SMR과 M-Beta파워의 비율’인 집중력 지표를 강화시킵니다. 따라서 집중력 강화 바이오피드백을 ‘SMR, Beta-Training’ 이라고 부르기도 합니다.

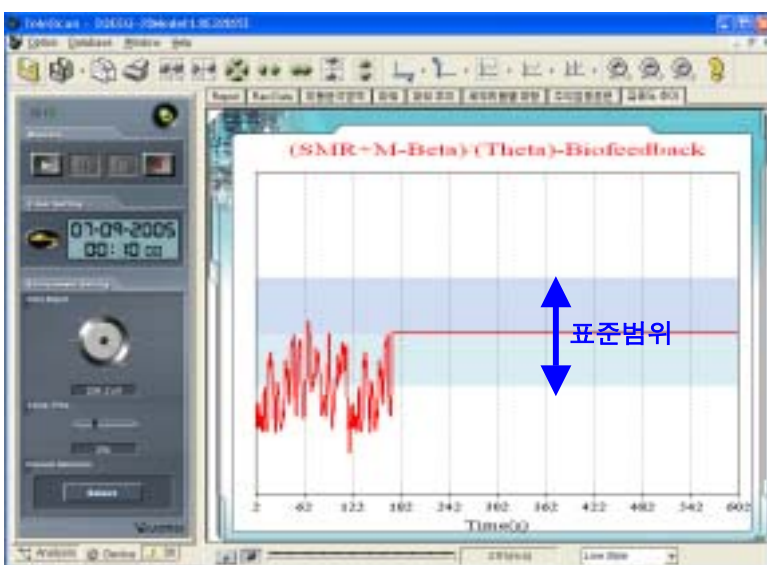
$$\text{집중력 지표} = \text{Power Ratio of (SMR+M-Beta)/Theta}$$

집중력 뇌파지표는 피험자의 **집중노력**에 따라 서서히 높아집니다.



집중력 강화 바이오피드백을 처음 접하는 경우 또는 어린이들의 경우, 원활한 집중 유도를 위해 자연스럽게 집중이 동반되는 집중게임모드로 훈련을 진행합니다.

게임모드 집중훈련이 성공적으로 진행되면, 우측 아래의 그림과 같이 게임에 의존하지 않은 상태에서 집중력을 강화시키는 그래프모드 집중훈련을 시행합니다.



집중력강화 바이오피드백 훈련은 **학습능력 검사시 ‘집중력 지표’가 표준범위이하로 낮은 사람에 한하여 시행**해야 하며, 표준범위내에 포함되도록, 즉 뇌의 상태를 집중이 용이하게 장기적으로 변화시키는 것(long-term potentiation, LPT)이 궁극적인 목표입니다.

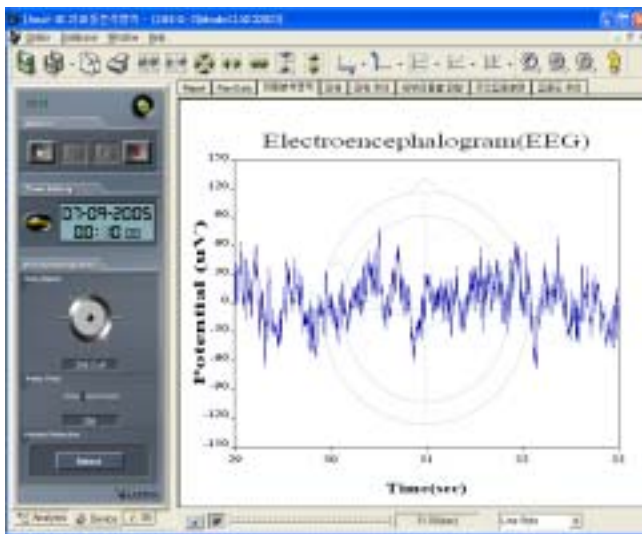
만약 표준범위내에 안정되게 유지되었음에도 불구하고 집중력 훈련을 계속 진행하면 표준범위보다 더 높게 올라가서 지나친 뇌파각성 상태(높은 작업부하 상태)를 초래하여 초조, 불안과 같은 정서적 측면에 부정적인 영향을 미칠 수 있습니다.

학습능력 검사 사용설명서

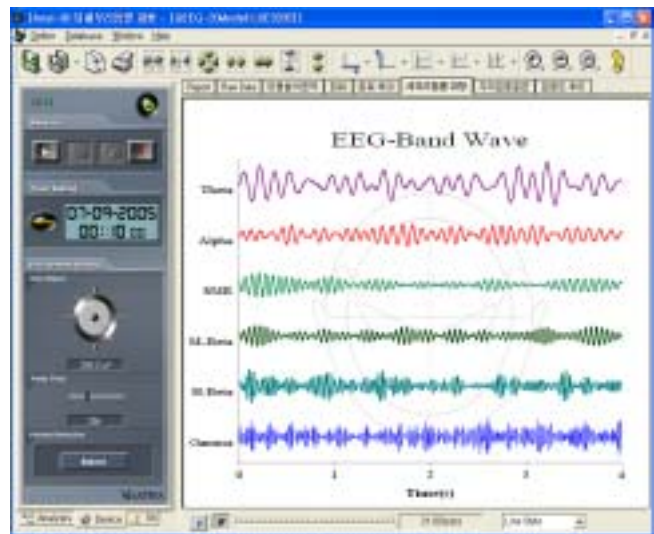
참고로 오퍼레이터는 뇌파-바이오피드백 훈련 중

‘세타, 알파, SMR, M-Beta, H-Beta, 감마파’로 구분되는 뇌파의 세부리듬별 정보를 다음 그림과 같이 다양한 각도로 실시간 모니터링하실 수 있습니다.

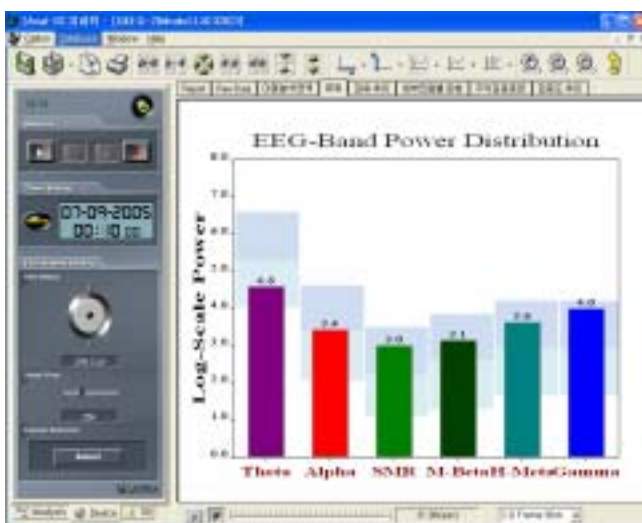
▶ 실시간 뇌파파형



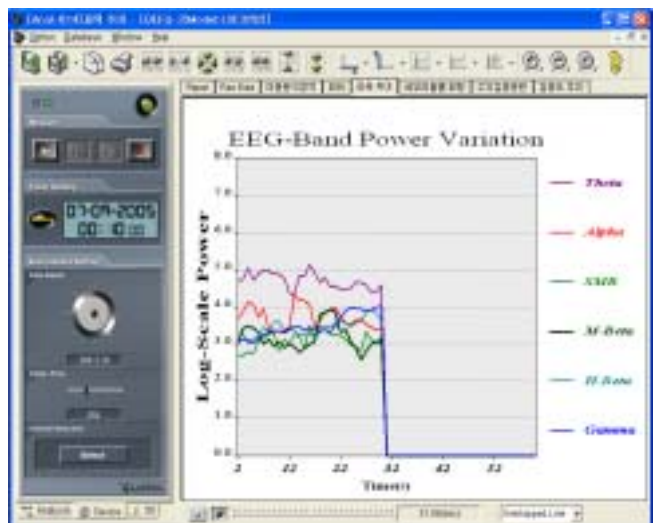
▶ 실시간 세부리듬 파형



▶ 실시간 세부리듬별 파워분포



▶ 실시간 세부리듬별 파워의 변화추이



학습능력 검사 사용설명서

✓

Alpha와 같은 저주파 안정성분을 강화시키고 High-Beta와 같은 고주파 긴장성분을 약화시키는 바이오 피드백 훈련으로 다음 수식과 같은 ‘High-Beta파위에 대한 Alpha파위의 비율’인 안정뇌파지표를 강화 시킵니다. 따라서 두뇌이완 바이오피드백을 ‘Alpha,Theta-Training’ 이라고 부르기도 합니다.

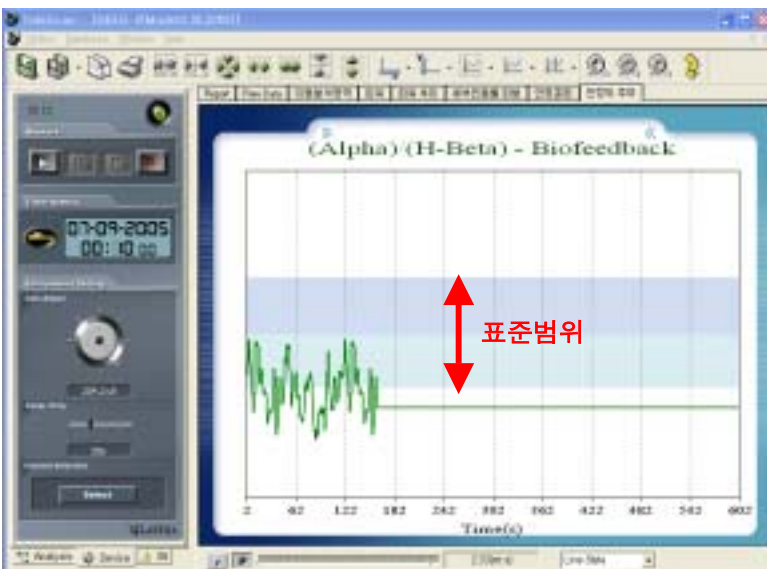
$$\text{안정지표} = \text{Power Ratio of (Alpha/H-Beta)}$$

안정뇌파지표는 피험자의 침착한 **이완능력**에 따라 서서히 높아집니다.



두뇌이완 바이오피드백을 처음 접하는 경우 또는 어린이들의 경우, 원활한 이완유도를 위해 정적인 그림모드나 이완을 자연스럽게 유도하는 이완게임모드로 훈련을 진행합니다.

그림모드 이완훈련이 성공적으로 진행되면, 우측 아래의 그림과 같이 그림에 의존하지 않은 상태에서 스스로 두뇌를 이완시키는 그래프모드 집중훈련을 시행합니다.



두뇌이완 바이오피드백 훈련은 **학습능력 검사시 ‘작업부하도 지표’가 표준범위 이상으로 높게 나타난 사람에 한하여** 시행해야 하며, 이완지표가 표준범위내에 머물도록 안정적인 뇌파 리듬상태로의 장기적인 변화(LPT)를 유도하는 것이 궁극적인 목표입니다.

만약 표준범위내에 안정되게 유지되었음에도 불구하고 이완훈련을 계속 진행하면 이완지표가 표준범위보다 더 높게 올라가서 지나친 각성저하 상태를 초래하여 집중력과 인지능력약화와 같은 부정적인 영향을 미칠 수 있습니다.

학습능력 검사 사용설명서

✓

좌,우뇌의 활성화리듬의 균형을 맞추는 바이오피드백 훈련으로 다음 수식과 같은 ‘좌뇌에 대한 우뇌의 Gamma파워비율’인 균형지표를 이용합니다. 따라서 좌우뇌 균형 바이오피드백을 ‘Brain Symmetry-Training’ 이라고 부르기도 합니다.

$$\text{좌우뇌 균형지표} = (\text{Left-Brain Gamma-Power})/(\text{Right-Brain Gamma Power})$$

비정상적인 좌우뇌 균형지표는 피험자의 좌뇌 또는 우뇌를 활성화시키는 작업활동에 따라 서서히 표준 범위내로 조정됩니다.



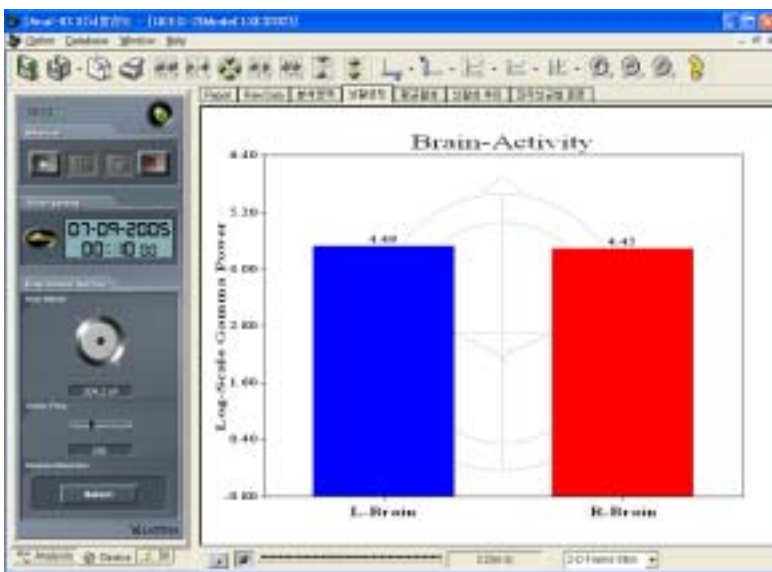
좌우뇌균형 바이오피드백 훈련은 학습능력 검사시 좌우뇌 활성화도가 표준범위를 벗어난 사람에 한하여 시행해야 하며, 균형지표가 표준범위내에 머물도록, 즉 좌우뇌의 활성이 균형을 유지하도록 장기적으로 변화시키는 것이 궁극적인 목표입니다.

좌뇌 활성화를 유도하는 작업

- ◆ 책읽고 줄거리 요약하여 말하거나 쓰기
- ◆ 순차적인 작업순서도 만들기
- ◆ 계산/셈하기
- ◆ 퍼즐 맞추기
- ◆ 오른쪽 몸(손/발)으로 세밀한 동작 반복하기

우뇌 활성화를 유도하는 작업

- ◆ 사실화 그리기/관찰하여 그리기
- ◆ 같은 카드 찾아내기
- ◆ 숨은그림 찾기/미로게임
- ◆ 클래식 음악듣기(음악이나 미술감상)
- ◆ 왼쪽 몸(손/발)으로 세밀한 동작 반복하기(글자쓰기,그림그리기등...)



니다.

만약 표준범위내로 조정되었음에도 불구하고 좌뇌 또는 우뇌활성 작업을 계속 진행하면, 반대방향으로 좌우뇌 균형이 깨어지는 부정적인 영향이 나타날 수 있습니다.

학습능력 검사 사용설명서

✓

뇌파-바이오피드백 장비는 전 세계적으로 수십종류가 있습니다.

이러한 장비들의 공통적인 핵심기능은 뇌파에서 바이오피드백시 활용되는 정보들을 추출하여 실시간 모니터 화면에 그 결과를 나타내어 피험자가 자신의 뇌파정보를 쉽게 파악할 수 있도록 하는 것입니다.

이때 모니터화면을 통해 피험자에게 자신의 뇌파관련 수치를 피드백하는 방법은 크게 다음과 같습니다.

1. 정량적 숫자로 피드백.
2. 선 또는 막대그래프와 같이 그래프 형식으로 피드백.
3. 눈금 계기판, 신호등, 컵의 눈금수위, 배터리 충전상태 표시판과 같이 그림적 요소가 가미된 피드백.
4. 수치가 높을수록 게임 속 무기의 성능이 좋아지거나 목표했던 동작이 일어나도록 하는 동적인 게임방식으로 피드백.

가장 보편적인 바이오피드백 훈련은 1 또는 2번 형식으로 진행되며, 어린이를 대상으로 시행할 경우 재미요소가 가미된 3 또는 4번 형식을 활용하기도 합니다.

하지만 상기 모든 방식은 피험자가 자신이 강화해야하는 뇌파관련 수치를 단순히 파악할 수 있게 하는 기능일 뿐입니다. 즉 어떤 바이오피드백 장비에서도 해당 수치를 높이기 위해 피험자가 어떤 구체적인 행동과 노력을 해야하는 지는 제시하지 못하고 있습니다.

따라서 이 역할은 고스란히 치료자와 피험자의 몫으로 남아 있습니다. 이 중에서도 치료자의 역할은 피험자에게 이완 또는 각성노력을 하라든지, 집중노력을 조금 더 하라든지 등과 같이 피험자가 해야할 노력에 대한 큰 방향만 제시하는 것에 국한됩니다. 결국 바이오피드백 훈련에 임하는 피험자 스스로의 부단한 노력과 시행착오적인 연습에 크게 좌우되므로 **피험자는 자신의 치료에 대해서 능동적인 참여자로서의 역할이 요구됩니다.** 따라서 바이오피드백 훈련의 성공여부는 피험자 자신이 그 열쇠를 쥐고 있다고 할 수 있습니다.

이는 바이오피드백 훈련을 처음 접하는 치료자나 피험자들에게 쉽게 받아들여지기 힘든 개념입니다. 왜냐하면 기존의 치료개념은 피험자는 가만히 있기만하면 치료자가 모든 것을 알아서 해결해 주는 개념이었기 때문입니다. 따라서 성공적인 훈련을 위해선, 치료자는 본격적인 뇌파훈련을 시행하기 전에 피험자들이 그들의 역할을 충분히 이해하여 숙지할 수 있도록 설명해 주어야 합니다.

학습능력 검사 사용설명서

□ 주요 임상질환별 특징

임상 질환	학습능력 주요특징	뇌파-바이오피드백 처방
ADHD(주의력결핍 과잉행동장애) ADD(주의력결핍장애)	집중력 표준범위 미만 작업부하 표준범위 미만	집중력 바이오피드백(SMR,Beta-Train).
Depression(우울증)	집중력 표준범위 미만 작업부하 표준범위 미만 우뇌활성도 표준범위 초과	집중력 바이오피드백(SMR,Beta-Train). 좌/우뇌균형 바이오피드백(Brain Symmetry-Train)
Learning disability(학습장애) 머리손상에 수반된 증상	인지강도 표준범위 미만 인지속도 표준범위 미만 작업부하도 표준범위 미만 집중력 표준범위 미만	집중력 바이오피드백(SMR,Beta-Train)
Anxiety Disorder(불안장애) Hypervigilance(과잉각성,과잉경계) Heightened Stress Susceptibility	작업부하도 표준범위 초과	이완 바이오피드백(Alpha,Theta-Train)
만성피로, 만성스트레스	작업부하도 표준범위 미만 집중력 표준범위 미만	집중력 바이오피드백(SMR,Beta-Train)
급성피로, 급성스트레스	작업부하도 표준범위 초과	이완 바이오피드백(Alpha,Theta-Train)
Insomnia(불면증), Sleep onset problems(입면기 장애) Frequent waking(빈번한 수면분절) Sleep Apnea(수면 무호흡)	인지강도 표준범위 미만 인지속도 표준범위 미만 집중력 표준범위 미만 작업부하도 표준범위 미만	집중력 바이오피드백(SMR,Beta-Train).
Autism(자폐)	집중력 표준범위 미만	집중력 바이오피드백(SMR,Beta-Train).
Reactive Attachment Disorder	작업부하도 표준범위 초과 우뇌활성도 표준범위 초과	이완 바이오피드백(Alpha,Theta-Train) 좌/우뇌균형 바이오피드백(Brain Symmetry-Train)
알코올 중독	작업부하도 표준범위 초과	이완 바이오피드백(Alpha,Theta-Train)

학습능력 검사 사용설명서

✓ References.

1. Ardoino, C.; Rossi, F.; Mozzani, M.; Tridenti, A. / Biofeedback techniques for anxiety treatment. Rivista Sperimentale di Freniatria e Medicina Legale delle Alienazioni Mentali, 1983 Jun, v107 (n3):745–761.
2. Aylward, Jack. Biofeedback–assisted attentional training and the Gestalt process: An integration. Gestalt Journal, 1979 Fall, v2 (n2):52–64.
3. Bell, J. Stephen. The use of EEG theta biofeedback in the treatment of a patient with sleep–onset insomnia. Biofeedback & Self Regulation, 1979 Sep, v4 (n3):229–236.
4. Birbaumer, N.; Wildgruber, Ch. Experiment on the theta activity of the human EEG. European Journal of Behavioural Analysis & Modification, 1975 Dec, v1 (n2):133–136.
5. Bogdanov, O. V.; Pinchuk, D. Yu.; Mikhailenok, E. L. Background EEG changes during training of children in a new motor skill by biocontrol: II. Changes in EEG parameters of children with infantile cerebral palsy and normal children after a course of biocontrol. Human Physiology, 1990 Nov–Dec, v16 (n6):436–442.
6. Borgeat, Francois; Hade, Bernard; Larouche, Leon M.; Gauthier, Bernard. Psychophysiological effects of therapist's active presence during biofeedback as a simple psychotherapeutic situation. Psychiatric Journal of the University of Ottawa, 1984 Sep, v9 (n3):132–137.
7. Boudrot, Robert L.; Goodman, David M.; Mulholland, Thomas B. An EEG alpha–detection, feedback stimulation, and data analysis system. Behavior Research Methods & Instrumentation, 1978 Oct, v10 (n5):646–651.
8. Brody, Stuart; Rau, Harald; Kohler, Fabiola; Schupp, Harald; and others. Slow cortical potential biofeedback and the startle reflex. Biofeedback & Self Regulation, 1994 Mar, v19 (n1):1–11.
9. Burgar, Charles G.; Rugh, John D. Proposed standard measurement techniques for the technical specification of biofeedback devices. Behavior Research Methods & Instrumentation, 1978 Oct, v10 (n5):632–638.
10. Burti, L.; Siciliani, Orazio. / Increase in alpha–rhythm in anxious subjects using biofeedback: Preliminary study. Psichiatria Generale e dell'Eta Evolutiva, 1983, v21 (n2–4):79–97.
11. Butollo, W. J. An experiment on the feedback of the theta activity of the human EEG: The struggle with falsifications and confirmation of hypotheses. European Journal of Behavioural Analysis & Modification, 1975 Dec, v1 (n2):127–132.
12. Carter, John L.; Russell, Harold L. Changes in verbal–performance IQ discrepancy scores after left hemisphere EEG frequency control training: A pilot report. American Journal of Clinical Biofeedback, 1981 Spring–Summer, v4 (n1):66–67.
13. Cassel, Russell N. Fostering transcendental meditation using bio–feedback eliminates hoax and restores credibility to art. Psychology, 1976 May, v13 (n2):58–64.
14. Cassel, Russell N. Biofeedback for developing self–control of tension and stress in one's hierarchy of psychological states. Psychology: A Quarterly Journal of Human Behavior, 1985, v22 (n2):50–57.
15. Cerezo, Ruth; Grinberg–Zylberbaum, Jacobo; Schettino, Luis; Attie, Leah; and others. / EEG biofeedback of interhemispheric correlation in humans. Sessions one week apart. Revista Mexicana de Psicología, 1994 Dec, v11 (n2):133–143.
16. Chernigovskii, V. N.; Markman, V. K.; Avsarkisyan, A. N. Voluntary control of alpha– and theta–rhythms of the human EEG. Human Physiology, 1982 Sep–Oct, v8 (n5):366–370.
17. Chisholm, Ronald C.; DeGood, Douglas E.; Hartz, Mary A. Effects of alpha feedback training on occipital EEG, heart rate, and experiential reactivity to a laboratory stressor. Psychophysiology, 1977 Mar, v14 (n2):157–163.
18. Cinciripini, Paul M. Discrimination of sensorimotor EEG (12–15 Hz) activity: A comparison of response, production, and no–feedback training conditions. Psychophysiology, 1984 Jan, v21 (n1):54–62.
19. Cohen, Rudolf; Keim, Gunther; Lieb, Johann. The influence of instruction and feedback on heart rate and alpha in healthy subjects and three groups of psychiatric patients. Zeitschrift fur Klinische Psychologie, 1976, v5 (n4):235–257.
20. Cott, Arthur; Pavloski, Raymond P.; Black, Abraham H. Operant conditioning and discrimination of alpha: Some methodological limitations inherent in response–discrimination experiments. Journal of Experimental Psychology: General, 1981 Sep, v110 (n3):398–414.

학습능력 검사 사용설명서

21. Coursey, Robert D.; Frankel, Bernard L.; Gaarder, Kenneth R.; Mott, David E. A comparison of relaxation techniques with electrosleep therapy for chronic, sleep-onset insomnia: A sleep-EEG study. *Biofeedback & Self Regulation*, 1980 Mar, v5 (n1):57-73.
22. Crider, Andrew. The electrodermal response: Biofeedback and individual difference studies. *International Review of Applied Psychology*, 1979 Apr, v28 (n1):37-48.
23. Crosson, Bruce; and others. EEG alpha training, hypnotic susceptibility, and baseline techniques. *International Journal of Clinical & Experimental Hypnosis*, 1977 Oct, v25 (n4):348-360.
24. Cunningham, Mark D.; Murphy, Philip J. The effects of bilateral EEG biofeedback on verbal, visual-spatial, and creative skills in learning disabled male adolescents. *Journal of Learning Disabilities*, 1981 Apr, v14 (n4):204-208.
25. de Pascalis, Vilfredo; Alberti, Maria L.; Pandolfo, Raffaele. Anxiety, perception, and control of heart rate. *Perceptual & Motor Skills*, 1984 Aug, v59 (n1):203-211.
26. de Pascalis, Vilfredo; Silveri, Alessandra. Effects of feedback control of EEG alpha asymmetry during covert mental tasks. *International Journal of Psychophysiology*, 1986 Jan, v3 (n3):163-170.
27. De Pascalis, Vilfredo; Romaldini, V.; Marucci, F. S. EEG activity and hypnotic susceptibility during biofeedback control on 40-Hz EEG hemispheric asymmetry. *Archivio di Psicologia, Neurologia e Psichiatria*, 1993 Oct-Dec, v54 (n4):494-517.
28. DeGood, Douglas E.; Valle, Ronald S. Self-reported alcohol and nicotine use and the ability to control occipital EEG in a biofeedback situation. *Addictive Behaviors*, 1978, v3 (n1):13-18.
29. Dumas, Roland A. Cognitive control in hypnosis and biofeedback. *International Journal of Clinical & Experimental Hypnosis*, 1980 Jan, v28 (n1):53-62.
30. Eason, Robert G.; Sadler, Roberta. Relationship between voluntary control of alpha activity level through auditory feedback and degree of eye convergence. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 1977 Jan, v9 (n1):21-24.
31. Echenhofer, Frank G.; Coombs, Mary M. A brief review of research and controversies in EEG biofeedback and meditation. *Journal of Transpersonal Psychology*, 1987, v19 (n2):161-171.
32. Elder, S. Thomas; Lashley, Joyce K.; Steck, Charles G. Amyotrophic lateral sclerosis: A challenge for biofeedback. *American Journal of Clinical Biofeedback*, 1982 Fall-Winter, v5 (n2):123-125.
33. Elder, S. Thomas; Lashley, Joyce K.; Kedouri, Nela; Regenbogen, Deborah; and others. Can subjects be trained to communicate through the use of EEG biofeedback? *Clinical Biofeedback & Health: An International Journal*, 1986 Spring-Summer, v9 (n1):42-47.
34. Engel-Sittenfeld, Pola; Engel, Rolf R.; Huber, Helmuth P.; Zangl, Kornelia. Active mechanisms of psychological therapy techniques in the treatment of chronic sleep disorders. *Zeitschrift fur Klinische Psychologie. Forschung und Praxis*, 1980, v9 (n1):34-52.
35. Fahrion, Steven L.; Walters, E. Dale; Coyne, Lolafaye; Allen, Thomas. Alterations in EEG amplitude, personality factors, and brain electrical mapping after alpha-theta brainwave training: A controlled case study of an alcoholic in recovery. *Alcoholism: Clinical & Experimental Research*, 1992 Jun, v16 (n3):547-552.
36. Finley, William W.; Smith, Hoyt A.; Etherton, Murray D. Reduction of seizures and normalization of the EEG in a severe epileptic following sensorimotor biofeedback training: Preliminary study. *Biological Psychology*, 1975, v2 (n3):189-203.
37. Ford, Martin; Bird, Bruce L.; Newton, Frederick A.; Sheer, Daniel. Maintenance and generalization of 40-Hz EEG biofeedback effects. *Biofeedback & Self Regulation*, 1980 Jun, v5 (n2):193-205.
38. Fox, Corey D. Feedback control of hemispheric EEG alpha. *Perceptual & Motor Skills*, 1979 Feb, v48 (n1):147-155.
39. Fried, Robert. What is theta? *Biofeedback & Self Regulation*, 1993 Mar, v18 (n1):53-58.
40. Friedman, H. Biofeedback : I. Actual state of its clinical application. *Acta Psychiatrica Belgica*, 1977 Jan-Feb, v77 (n1):118-133.
41. Frost, Randy O.; Burish, Thomas G.; Holmes, David S. Stress and EEG-alpha. *Psychophysiology*, 1978 Sep, v15 (n5):394-397.
42. Gertz, John; Lavie, Peretz. Biological rhythms in arousal indices: A potential confounding effect in EEG biofeedback. *Psychophysiology*, 1983 Nov, v20 (n6):690-695.
43. Glueck, Bernard C.; Stroebel, Charles F. Biofeedback and meditation in the treatment of psychiatric illnesses. *Comprehensive Psychiatry*, 1975 Jul-Aug, v16 (n4):303-321.

학습능력 검사 사용설명서

검사항목별 세부설명

□ 인지능력 평가: 인지강도, 인지속도

● 인지능력

학습능력 중 인지능력이란 어떤 대상을 느낌으로 알거나 이를
분별하고 판단하는 의식적 작용으로 지각, 재인, 상상, 추론 등
을 포함하여 지식을 구성하는 모든 의식
적 과정을 포함합니다. 즉, 온
갖 사물을 알아보고 그것
을 기억하며 추리해서
결론을 얻어내고,
그로 인해 생긴 문
제를 해결하는 등
의 정신적인 경
박을 의미합니다.



✓

기존 습득된 지식여부에 의존성이 없는 탈문화적 패턴자극에 의해 유발되는 뇌파 인지반응을 통해
순수지능(타고난 뇌회로의 performance)이라 일컫는 동작성 인지능력(IQ) 수준을 평가합니다. 따라
서 발달장애나 치매등의 인지장애와 관련된 질환들의 경우 인지능력이 낮게 나타납니다.

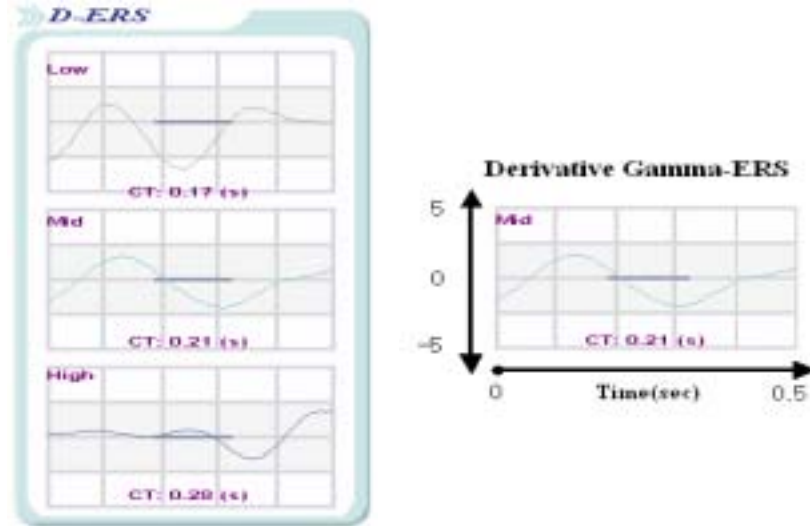
인지능력은 인지강도와 인지속도에 의해 결정되며 인지강도가 높을수록 인지속도가 빠를수록 인지
능력이 우수합니다.



학습능력 검사 사용설명서

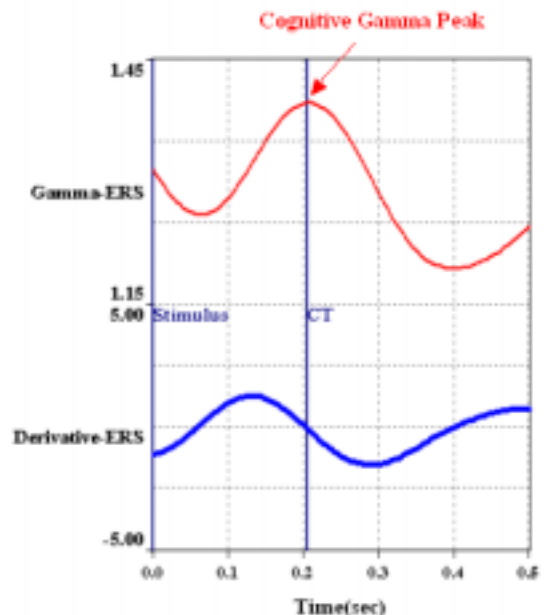
✓

검사결과지의 ‘D-ERS’항목은 ‘Derivative Event-Related Signal’의 첫자로 구성된 약자로, Gamma-ERS의 기울기파형(미분파형)을 의미합니다.



여기서 Gamma-ERS란 각 난이도별 문항패턴에 대해 측정된 뇌파에서 인지와 관련된 감마대역의 파형을 자극제시시점을 기준으로 평균화(Ensemble Averaging)한 ‘인지감마-사건관련신호(Cognitive Gamma Event-Related Signal)’를 의미합니다. 간단히 ‘유발 감마반응(Evoked Gamma Response)’, 또는 ‘유발 감마활성(Evoked Gamma-Band Activity)’ 또는 자극제시후 400ms이내에 출현하므로 ‘Early Gamma Response’로 일컫기도 합니다.

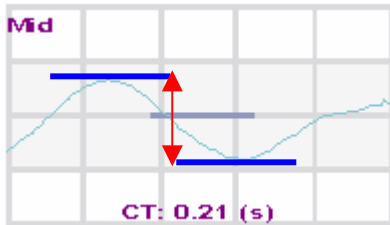
우측 그림에서와 같이 ‘Gamma-ERS’에는 보통 패턴 자극 제시 후 0.26초(260ms)근처에 양방향(positive)의 높은 피크가 나타납니다. 이 피크는 고도의 인지기능(higher cognitive function)과 관련이 높아 ‘Cognitive Gamma Peak’라 불리며 이 피크의 출현시점과 진폭은 각각 인지속도와 인지강도를 결정하는 핵심적인 역할을 합니다.



‘Cognitive Gamma-Peak’의 출현시점과 진폭정보를 좀 더 효율적이고 정확하게 잘 추출하기위해 미분과정이 추가된 ‘D-ERS’가 도입됩니다.

학습능력 검사 사용설명서

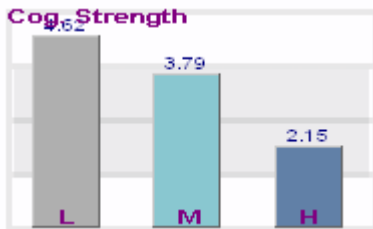
인지 강도 (Cognition Strength)



‘D-ERS’는 Offset성분을 제거하는 효과가 있어, 전체적으로 그래프가 위로 떠 있거나 아래로 가라앉는 현상이 없으므로 통일된 Y축 스케일에서 항상 가운데에 위치한 상태(Offset 값이 ‘0’인 상태)의 파형을 볼 수 있게 해 줍니다.

‘D-ERS’의 값이 양에서 ‘0’을 거쳐 음의 값으로 변화하는 영역이 고도의 인지기능(higher cognitive function)과 관련된 핵심영역이며 이때 상기 그림과 같이 ‘0’시점 직전/후에 나타난 양/음피크값의 차이가 인지감마피크(Cognitive Gamma-Peak)의 높이정보를 반영합니다. 이 지표가 ‘인지강도 (Cognition Strength)’ 항목의 표준화시 활용됩니다.

일반적으로 Cognitive Gamma-Peak의 크기는 [visual feature binding\[Ref.1-2\]](#), [top-down attentional processing\[Ref.3-5\]](#), [object perception or object recognition\[Ref.6-11\]](#), [short-term memory\(STM, working memory\)](#), [long-term memory\(LTM\)](#), [memory matches\[Ref.12-17\]](#)와 같은 고도의 인지기능이 우수할 때 높게 나타납니다.



특히 이러한 Cognitive Gamma-Peak는 Wisconsin Card Sorting Test, Wechsler Memory Scale-Revised Test, Serial Digit Learning Test score등과 같은 neuropsychological test score들과 높은 상관을 보이므로 **neuropsychological IQ**라 부르기도 합니다.

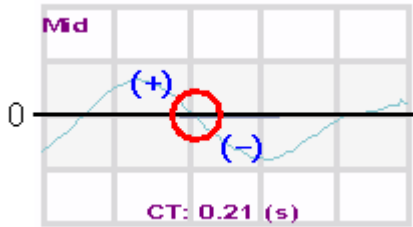
학습능력 검사는 화면에 제시된 패턴을 단기기억(working memory)에 먼저 저장하고 이후 패턴이 제시되면 주의(attention)유발이 동반되면서 이전 기억해둔 패턴과의 일치(memory-match)여부를 인지(perception or recognition)하는 과정으로 구성되어 있습니다.

따라서 학습능력 검사시 Gamma-Response가 크게 나타날수록 attentinal processing, memory match, object recognition수준이 높음을 의미하며 이를 종합적으로 ‘인지강도(Cognition Strength)’가 높다고 표현합니다.



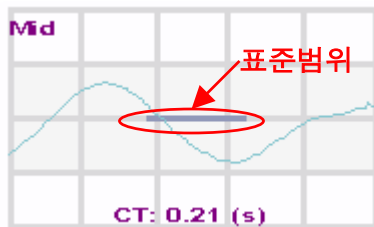
학습능력 검사 사용설명서

인지 속도 (Cognition Speed)



좌측 그림과 같이 ‘D-ERS’값이 양에서 음으로 변하면서 ‘0’ 이 되는 시점이 Cognitive Gamma-peak의 출현시점에 해당합니다.

이는 뇌에서 패턴인지가 이뤄지는 시점을 의미하므로 **인지시점 (Cognition-Time, CT)**으로 표시되며, ‘인지속도(Cognition Speed)’ 항목을 결정하는 지표로 활용됩니다.



CT는 보통 ‘0.2초~0.32초’가 표준범위이며 난이도가 높은 패턴일수록 CT가 조금 더 길어지는 경향이 있습니다. 이러한 CT의 표준범위는 좌측 그림과 같이 그래프상에 수평막대형태로 함께 표시됩니다.

CT는 Low(L), Mid(M), High(H)에 해당하는 난이도별 패턴에 대해 각각 추출되어 표시되며, 최종 산술평균화된 CT값의 표준범위 변환결과가 ‘인지속도’항목에 나타납니다. 인지속도가 60%이상으로 표준범위보다 높으면 CT가 빨리 출현했음을 의미하고, 인지속도가 40%이하로 낮으면 CT가 늦게 출현했음을 의미합니다.



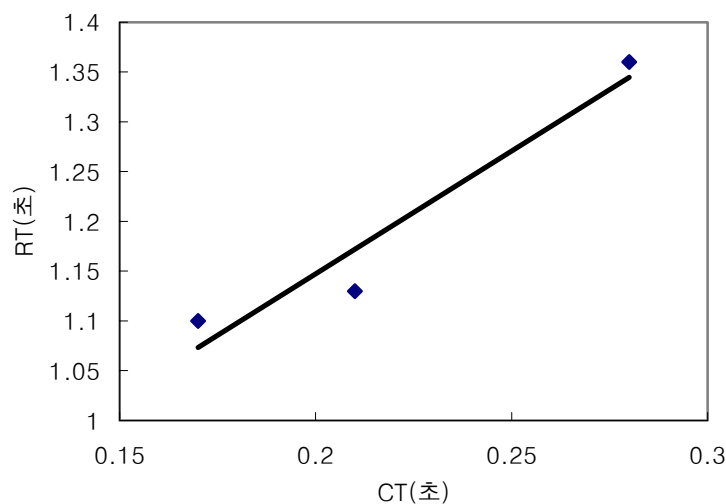
학습능력 검사 사용설명서

인지강도가 약해서 인지감마피크가 정상적으로 나타나지 않았을 경우엔 피크의 출현시점을 결정할 수 없으므로 CT값이 표시되지 않습니다. 만약 모든 난이도에 대해 인지강도가 낮아서 CT값이 확보되지 못한 특수한 경우엔, CT와 상관관계(correlation)가 높다고 알려진[Ref.19] ‘피검자 반응키시점(Response Time,RT)’정보가 대체 활용됩니다.



즉 표준화된 평균 RT값에 의해 ‘인지속도’항목이 결정됩니다. 참고로 평균RT의 표준범위는 ‘1.11초~1.79초’입니다.

난이도별 인지시점(CT)과 반응시간(RT)과의 상관관계



학습능력 검사 사용설명서

✓ References

1. "Visually induced gamma-based responses in human electroencephalographic activity – a link to animal studies", Müller MM, Bosch J, Elbert T, Kreiter A, Sosa MV, Sosa PV, Rockstroh B.. Exp Brain Res. 1996;112:96–102.
2. "Oscillatory response in the cat visual cortex exhibit intercolumnar synchronization which reflects global stimulus properties", Gray CM, König P, Engel AK, Singer W., Nature. 1989;338:334–337. doi: 10.1038/338334a0.
3. "Top-down attentional processing enhances auditory evoked gamma band activity", Debener S, Herrmann CS, Gembris D, Engel AK, Neuroreport, Vol.14, pp.683–686, 2003.
4. Pantev C, Makeig S, Hoke M, Galambos R, Hampson S, Gallen C. Human auditory evoked gamma-band magnetic fields. Proc Natl Acad Sci USA. 1991;88:8996–9000
5. Tiitinen H, Sinkkonen J, Reinikainen K, Alho K, Lavikainen J, Näätänen R. Selective attention enhances the auditory 40-Hz transient response in humans. Nature. 1993;364:59–60. doi: 10.1038/364059a0.
6. Başar E, Başar-Eroglu C, Karakaş S, Schürmann M. Brain oscillations in perception and memory. Int J Psychophysiol. 2000;35:95–124. doi: 10.1016/S0167-8760(99)00047-1.
7. Keil A, Müller MM, Ray WJ, Gruber T, Elbert T. Human gamma band activity and perception of a gestalt. J Neurosci. 1999;19:7152–7161.
8. Rodriguez E, George N, Lachaux JP, Martinerie J, Renault B, Varela FJ. Perception's shadow: long-distance synchronization of human brain activity. Nature. 1999;397:430–433. doi: 10.1038/17120.
9. Revonsuo A, Wilenius-Emet M, Kuusela J, Lehto M. The neural generation of a unified illusion in human vision. NeuroReport. 1997;8:3867–3870.
10. Pulvermüller F, Lutzenberger W, Preissl H, Birbaumer N. Spectral responses in the gamma-band – physiological signs of higher cognitive processes. Neuroreport. 1995;6:2059–2064.
11. Eulitz C, Maess B, Pantev C, Friederici AD, Feige B, Elbert T. Oscillatory neuromagnetic activity induced by language and non-language stimuli. Cog Brain Res. 1996;4:121–132. doi: 10.1016/S0926-6410(96)00026-2.
12. "Memory-matches evoke human gamma-response", Christoph S Herrmann et al., BMC Neuroscience, Vol.5, No.13, 2004.
13. Tallon-Baudry C, Bertrand O, Peronnet F, Pernier J. Induced γ -band activity during the delay of a visual short-term memory task in humans. J Neurosci. 1998;18:4244–4254.
14. Miltner WH, Braun C, Arnold M, Witte H, Taub E. Coherence of gamma-band EEG activity as a basis for associative learning. Nature. 1999;397:434–436. doi: 10.1038/17126.
15. Fries P, Fernandez G, Jensen O. When neurons form memories. Trends Neurosci. 2003;26:123–124. doi: 10.1016/S0166-2236(03)00023-7.
16. Gruber T, Müller MM, Keil A. Modulation of induced gamma band responses in a perceptual learning task in the human EEG. J Cog Neurosci. 2002;14:732–744.
17. Fell J, Klaver P, Lehnertz K, Grunwald T, Schaller C, Elger C, Fernandez G. Human memory formation is accompanied by rhinal-hippocampal coupling and decoupling. Nat Neurosci. 2001;4:1259–1264. doi: 10.1038/nn759.
18. "Early gamma response in human neuroelectric activity is correlated with neuropsychological test scores", Sirel Karaka et al., Neuroscience Letters, Vol.340, Issue 1, pp.37–40, April 2003.
19. "Peak gamma latency correlated with reaction time in a conventional oddball paradigm", Haig AR, De Pascalis V, Gordon E, Clin Neurophysiol, Vol.110, pp.158–165, 1999.

학습능력 검사 사용설명서

□ 집중력 평가: 주의경계 및 집중수준, 지속적 집중력

● 집중력

학습능력 중 집중력이란 주의력이라고도 하며 외부 환경이나 개체 내부의 여러 자극 가운데서 특정한 것을 분명하게 인식하거나, 그것에만 반응하도록 정신을 집중시킬 수 있는 힘을 말합니다.

집중 장애에 대한 연구들은 이 장애를 망상 활성 체계(reticular activating system)의 저각성 상태, 필요한 정보를 선택하는데 요구되는 선택적 주의(selective attention)에서의 결함, 주의를 유지시키는 지속적 주의(sustained attention) 결손으로 설명하고 있습니다.

✓

주변상황을 경계하는 주의(unfocused attention = vigilance)능력과 정해진 특정대상에만 초점을 맞추어 주의를 기울이는 능력(focused attention = concentration)으로 구성된 종합적인 집중수준을 평가합니다. 주의집중 부족과 관련된 질환들의 경우, 집중력은 표준범위보다 낮게 나타납니다. 집중력이 40%이하로 낮은 경우엔 집중력을 강화하는 뇌파-바이오피드백 훈련을 시행합니다.



✓

지속적 집중력 (Sustained Concentration)

학습능력을 검사하는 시간동안 집중력의 변화추이를 보여줍니다. 이는 집중상태를 안정되게 오래 유지할 수 있는 능력인 ‘지속적 집중력’ 평가시 유용합니다.

학습능력 검사 사용설명서

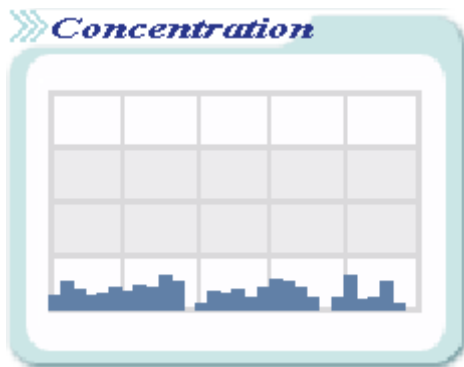
다음 결과그래프에서 수평축은 시간, 수직축은 집중력 수준을 의미합니다. 표준범위 부분이 회색으로 표시되어 있어 집중력이 표준범위보다 높은 수준인지 낮은 수준인지를 쉽게 파악하실 수 있습니다.



집중상태에서 세타리듬은 줄어들면서 unfocused attention을 의미하는 SMR리듬(12-15Hz)과 focused attention을 의미하는 Mid-Beta리듬(16-20Hz)이 증가하게 됩니다. 따라서 집중지표는 다음 수식과 같이 세타파에 대한 SMR과 M-Beta리듬비율에 의해 정량화됩니다.

$$\text{신경생리학적 뇌파집중 지표} = \text{Power Ratio of (SMR+M-Beta)/Theta}$$

상기 집중지표는 집중력을 강화시키는 바이오피드백 훈련시에도 활용되는데 세타리듬을 약화시키고 SMR과 M-Beta리듬을 강화시킨다고하여 'SMR, Beta-Train'이라고도 부릅니다. 참고로 보통 주의집중부족과 관련된 질환들에서 세타리듬이 강하고 상대적으로 SMR과 Mid-Beta리듬이 약하게 나타나는 전형적인 특징을 보입니다

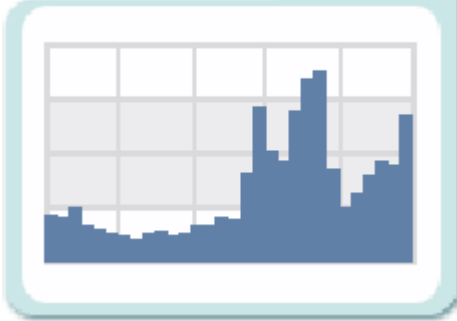


집중막대가 표준범위보다 낮은 상태로 평소 집중이 어려운 주의력 관련 장애에서 흔히 볼 수 있는 타입입니다. 집중력-강화 바이오피드백을 통해 집중력 수준을 표준범위 내로 정상화하는 훈련이 추천됩니다.

보통 만성피로나 수면부족 상태에서도 집중수준이 급격히 감소하게 되므로, 이를 사전에 점검하여 집중훈련에 앞서 충분한 신체적 휴식을 취할 수 있도록 조치하는 것이 좋습니다.

학습능력 검사 사용설명서

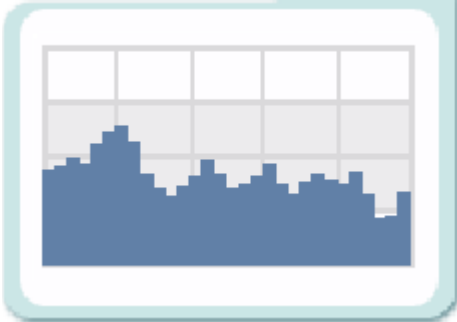
Concentration



집중막대가 표준범위보다 낮은 상태에서 간헐적으로 높은 막대가 나타나는 형태는, 비록 순간적으로 집중을 올리는 능력은 높으나 이를 안정되게 유지해가는 능력은 부족함을 의미하므로 장시간 집중을 요하는 학습과정시엔 어려움을 겪을 수 있습니다.

따라서 집중력-강화 바이오피드백 훈련을 통해 높은 집중상태를 오래 유지할 수 있는 능력을 키우는 것이 추천됩니다.

Concentration

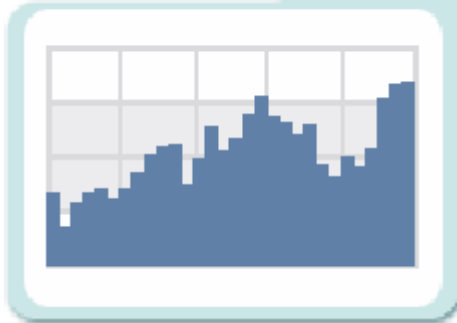


시간이 지날수록 서서히 집중력이 감소하는 타입입니다.

이런 타입은 새로운 일을 할 때 처음엔 의욕적으로 집중하나, 이를 유지하는 능력이 부족하여 서서히 집중력이 감소하게 됩니다. 따라서 한 과목을 오래 붙들고 있는 것보다는 과목을 적절하게 바꾸어 주면서 공부하는 것이 효율적일 수 있습니다.

또한 집중력-강화 바이오피드백 훈련을 통해 처음의 높은 집중상태를 오래 유지할 수 있는 능력을 키우는 것이 추천됩니다.

Concentration

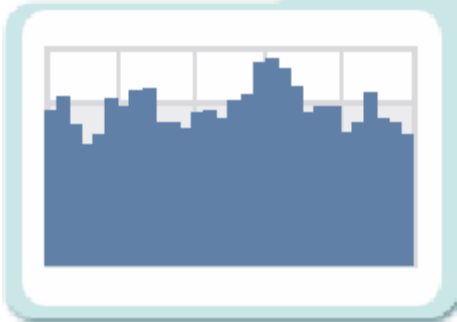


시간이 지날수록 서서히 집중력이 높아지는 타입입니다.

이런 타입은 한 과목에 대한 공부를 시작한 후 되도록 과목을 자주 바꾸지 않는 것이 높은 집중상태에서 학습하는 시간을 길게 하므로 더 효율적입니다.

또한 집중력-강화 바이오피드백 훈련을 통해 빠른 시간내에 집중력을 올릴 수 있는 능력을 키우는 것이 추천됩니다.

Concentration

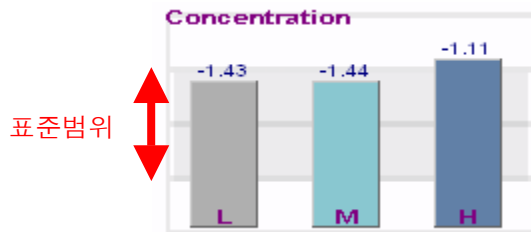


집중막대가 표준범위 내에 포함되면서 들쭉날쭉하지 않고 되도록 평평한 상태로 오래 유지되는 것이 이상적인 형태입니다.

학습능력 검사 사용설명서

난이도별 집중력 수준

난이도에 따른 집중수준을 보여줍니다.



막대그래프 배경에 표준범위(Mean \pm SD)가 회색으로 표시되어 있어 표준보다 높은 수준인지 낮은 수준인지 쉽게 파악하실 수 있습니다. 보통 난이도가 높아질수록 집중력이 약간 높아지는 경향이 있습니다. 집중수준 산술평균값의 표준화 결과가 세부항목에 나타납니다.

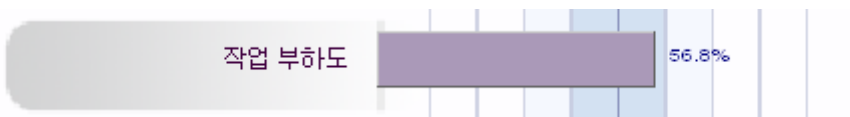


집중력이 40% 미만이면,

집중력 강화 바이오피드백이 시행하시는 것이 좋습니다. 참고로 집중력이 표준범위내(40~60%)에 있을 경우엔 집중력 강화훈련을 시행하실 필요가 없습니다.

집중력이 60% 초과하여 높은 경우엔,

강한 집중상태시에 동반되기 쉬운 뇌파각성상태인 '작업부하도' 항목이 표준범위보다 높은지 점검이 필요합니다. 만약 '작업부하도'가 60%이상으로 높다면 지나친 정신적 스트레스가 동반된 집중상태를 의미합니다. 따라서 이런 경우엔 두뇌이완 바이오피드백을 통해 정신 각성수준을 낮추고 안정을 유도하는 두뇌이완 훈련이 더욱 필요합니다.



✓ References

1. Barkley, R. A. (1992). Is EEG biofeedback treatment effective for ADHD children? *Ch.A.D.D.er Box*, 5-11.
2. Barkley, R. A. (1990). Attention deficit hyperactivity disorder: *A handbook for diagnosis and treatment*. New York: Guilford Press.

학습능력 검사 사용설명서

3. Cartozzo, H. A., Jacobs, D., & Gevirtz, R. N.(1995). EEG biofeedback and the remediation of ADHD symptomatology: A controlled treatment outcome study. *Proceedings of the 26th Annual Meeting of the Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback*, USA, 21–25.
4. Crosby, R., Corman, C., & Greenberg, L. (1992). *The assessment of medication effects in attention deficit disorder using the Test 'of Variables of Attention*. Unpublished manuscript
5. Denckla, M. B., Bemporadj R., & MacKay, M. C. (1976). Tics following methylphenidate administration. *Journal of the American Medical Association*, 235, 1349–1351.
6. Dupuy, T. R., & Greenberg, L. M. (1993). *TO.V.A. manual Test of Variables of Attention computer program version 6.x* (Available from Universal Attention Disorders, 4281 Katella Avenue, #215, Los Alamitos, CA 90720)
7. Goldstein, S., & Goldstein, M. (1990). *Managing attention disorders in children: A guide for practitioners*. New York: John Wiley & Sons.
8. Greenberg, L. M., & Dupuy, T R. (1993). *Interpretation manual for the Test of Variables of Attention computer program*. (Available from Universal Attention Disorders, 4281 Katella Avenue, #215, Los Alamitos, CA 90720)
9. Kazdin, A. E. (1986). The evaluation of psychotherapy: Research design and methodology. In S. L. Garfield & A. E. Bergin (Eds.), *Handbook of psychotherapy and behavior change* (pp. 23–68). New York: John Wiley.
10. Linden, M., Habib, T., & Radojevic, V (in press). A controlled study of EEG biofeedback effects on cognitive and behavioral measures with attention-deficit disorder and learning disabled children, *Biofeedback and Self Regulation*.
11. Lubar, J. F (1995). Neurofeedback for the management of attention-deficit/hyperactivity disorder. In Schwartz, M. S. & Associates (Eds.), *Biofeedback: A Practitioners Guide* (2nd ed.), (pp. 493–522). New York: Guilford Press.
12. Lubar, J. F. (1993). Innovation or inquisition: The struggle for ascent in the court of science: *Neurofeedback and ADHD. Biofeedback*, 21,23–30.
13. Lubar, J. F. (1991). Discourse on the development of EEG diagnostics and biofeedback for attention-deficit/hyperactivity disorders. *Biofeedback and Self-Regulation*, 16, 202225.
14. Lubar, J. F., & Shouse, M. N. (1976). EEG and behavioral changes in a hyperkinetic child concurrent with training of the sensorimotor rhythm (SMR): A preliminary report. *Biofeedback and Self-Regulation*, 3, 293–306.
15. Lubar, J. O. & Lubar, J. F. (1984). Electroencephalographic biofeedback of SMR and beta for treatment of attention deficit disorders in a clinical setting. *Biofeedback and Self-Regulation*, 9, 1–25.
16. Othmer, S. (1994). *A discussion of alpha I theta training and SMR/beta training and their respective roles*. (Available from EEG Spectrum, Inc., 16100 Ventura Blvd, Suite 10, Encino, CA 91436)
17. Othmer, S., Othmer, S. F., & Marks, C. S. (1991). *EEG biofeedback training for attention deficit disorder, specific learning disabilities, and associated conduct problems*, (Available from EEG Spectrum, Inc., 16100 Ventura Blvd., Suite 10, Encino, CA 91436)
18. Othmer, S.F.,& Othmer, S. (1992). *Evaluation and remediation of attentional deficits*. (Available from EEG Spectrum, Inc., 16100 Ventura Blvd., Encino, CA 91436)
19. Scheinbaum, S., Zecker, S., Newton, C. J., & Rosenfeld, P. (1995). A controlled study of EEG biofeedback as a treatment for attention-deficit disorders. *Proceedings of the 26th Annual Meeting of the Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback, U.S.A*, 131134.
20. Tansey, M. A. (1993). Ten-year stability of EEG biofeedback results for a hyperactive boy who failed fourth grade perceptually impaired class. *Biofeedback and Self-Regulation*, 18, 33–44.
21. Waldman, I. D., & Greenberg, L. M. (1992). *Inattention and impulsivity discriminate among disruptive behavior disorders*. Unpublished manuscript.
22. Weiss, G., & Hechtman, L. T. (1993). *Hyperactive children grown up: ADHD in children, adolescents, and adults* (2nd edition). New York: Guilford Press.
23. Wender, P. H. (1987). *The hyperactive child, adolescent, and adult: Attention deficit disorder through the 1ifespan*. New York: Oxford University Press.

학습능력 검사 사용설명서

□ 정서상태 평가: 작업부하도

✓

작업부하도(Mental Workload)는 학습능력 과제를 수행할 때에 느끼는 정신적인 부하정도를 의미합니다. 즉 정신적 스트레스 수준 및 정신적 과도한 각성수준을 의미합니다. 정서적으로 불안, 긴장, 초조하거나 과도하게 각성되어있는 정신적 스트레스 상태일 때 작업부하도가 표준범위보다 높게 나타납니다.



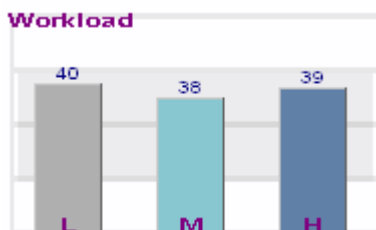
작업부하도가 60%초과한 경우엔 두뇌이완-바이오피드백을 시행하셔야 합니다.

작업부하도가 표준범위내에 있을 경우엔 두뇌이완-바이오피드백 훈련을 시행하실 필요가 없습니다.

작업부하도가 40%이하인 경우엔 집중력 항목을 점검해보셔야 합니다. 만약 집중력 수준도 40%이하라면 집중부족에 의해 작업부하가 동반 하락한 경우입니다. 따라서 이런 경우에 집중력 강화 훈련을 시행하셔야 효과적입니다.



✓

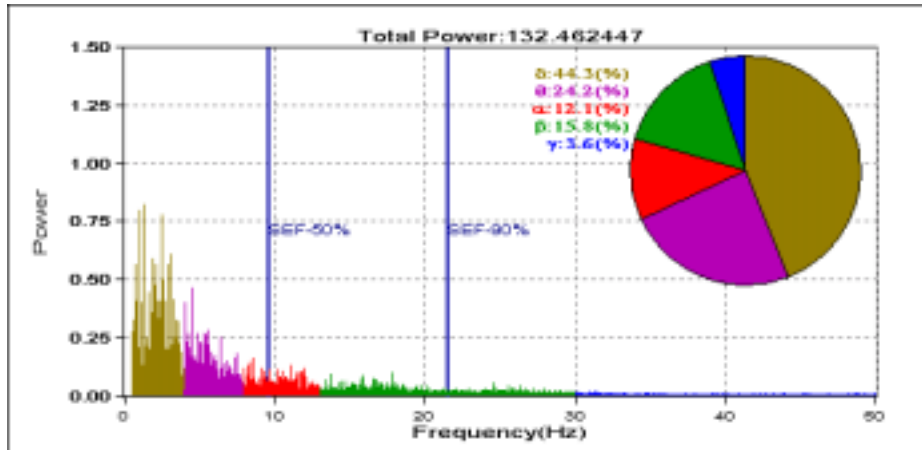


난이도별 작업부하 수준이 표준범위와 함께 표시됩니다. 뇌파에 있어서 작업부하도는 일반적으로 SEF-90% 지표가 활용됩니다.

SEF는 Spectral Edge Frequency의 약자로 뇌파의 파워스펙트럼 분포가 저주파에 비해 고주파쪽으로 상대적으로 얼마나 편향되었는지를 정량화하는 지표입니다.

구체적으로 기술하면, 하기와 같은 파워스펙트럼 그래프에서 Low-Edge(주파수축의 왼쪽)부터 누적한 면적이 '전체 영역에 대한 면적의 90%'를 차지하는 시점에 해당하는 주파수값 (단위: Hz)을 의미합니다.

학습능력 검사 사용설명서



따라서 SEF지표값이 높을수록 작업에 의해 유도된 뇌파각성수준이 높아졌음을 의미하며 즉, 작업부하가 높은 수준임을 나타냅니다. 보통 난이도가 높아질수록 작업부하도도 약간 높아지는 경향이 있습니다. 난이도에 대해 평균화된 작업부하도는 표준화과정을 거쳐 다음과 같이 세부항목에 표시됩니다.



✓ References

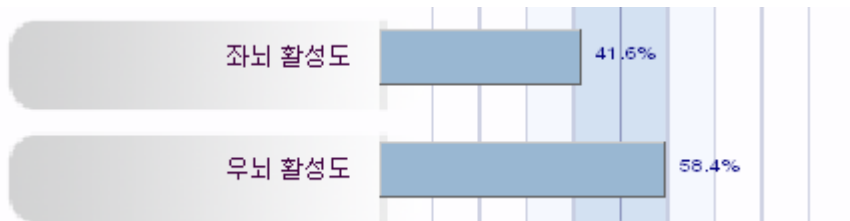
1. "Electroencephalogram Approximate Entropy Correctly Classifies the Occurrence of Burst suppression pattern as Increasing Anesthetic Drug Effect", Jorgen Bruhn et al., Anesthesiology, Vol.93, pp.981–985, 2000.
2. "Approximate Entropy as an Electroencephalographic Measure of Anesthetic Drug Effect during Desflurane Anesthesia", Jorgen Bruhn et al., Anesthesiology, Vol.92, pp.715–726, 2000.
3. "The Influence of Age on Propofol Pharmacodynamics", Schnide, Thomas W. DrMed et al., Anesthesiology, vol.90, no.6, pp.1502–1516, 1999.
4. "Remifentanyl versus Alfentanil: Comparative Pharmacokinetics and Pharmacodynamics in Healthy Adult Male Volunteers", Egan, Talmage D. MD et al., Anesthesiology, Vol.84, No.4, pp.821–833, 1996.
5. "Prediction of response to incision using the mutual information of electroencephalograms during anaesthesia", L. Huang et al., Medical Engineering & Physics, Vol.25, pp.321–327, 2003.
6. "Pharmacodynamic Interaction between Propofol and Remifentanyl Regarding Hypnosis, Tolerance of Laryngoscopy, Bispectral Index, and Electroencephalographic Approximate Entropy", Thomas W. Bouillon, M.D. et al, Anesthesiology, Vol.100, No.6, pp.1353–1372, 2004.
7. "Artifact Robustness, Inter- and Intraindividual Baseline Stability, and Rational EEG Parameter Selection", Jorgen Bruhn, M.D. et al., Anesthesiology, Vol.96, No.1, pp.54–59, 2002.
8. "Spectral entropy as an electroencephalographic measure of anesthetic drug effect: a comparison with bispectral index and processed midlatency auditory evoked response.", Vanluchene AL, Vereecke H, Thas O, Mortier EP, Shafer SL, Struys MM, Anesthesiology, Vol.101, No.1, pp.34–42, 2004 Jul.

학습능력 검사 사용설명서

□ 문제해결성향 평가: 좌,우 뇌 활성화도

✓

단순패턴지각, 단기기억으로의 저장, 이후 패턴과의 비교/인지과정으로 이루어진 학습능력 검사과제를 수행할 때의 좌뇌와 우뇌활성비율을 검사합니다. 이러한 일련의 과정을 수행할 때엔 좌뇌와 우뇌비율이 50%:50% 인 상태가 가장 이상적입니다. 좌뇌 또는 우뇌 활성화도가 표준범위를 벗어난 경우엔 특정뇌만 편향되어 활성화된 경우로 좌/우뇌가 연합된 좀 더 효율적인 뇌정보처리를 위해서는 좌/우뇌 균형개발 훈련이 필요합니다.



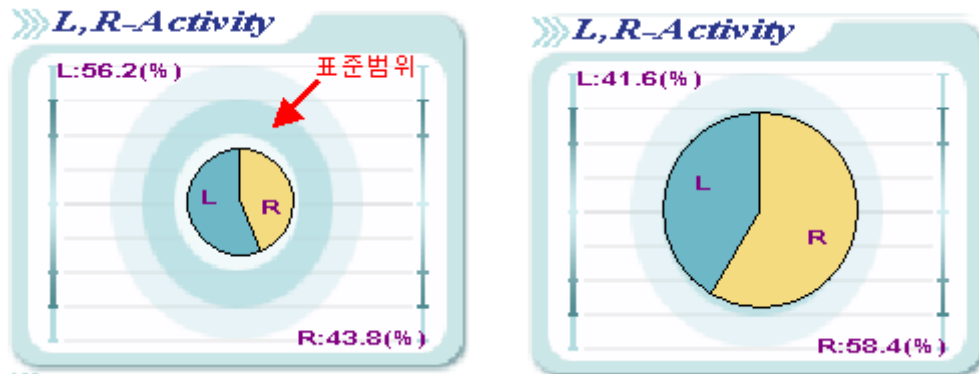
✓

좌,우뇌 활성화도는 좌,우 뇌파의 감마파워(Gamma-Power)에 의해 결정됩니다. 감마파워는 문제해결 과정에 필요한 고도의 인지기능(higher cognitive function) 작동시에 더욱 활성화됩니다.

하기의 파이 그래프에서는 좌뇌와 우뇌의 상대적인 감마활성비율이 백분율(%)로 표시되어 있습니다. 좌뇌가 상대적으로 더 활성화된 경우 논리적, 분석적, 언어적, 수리적, 순차적 정보처리방식의 문제해결 성향에 익숙합니다. 또한 성격적으로 관심과 보상을 얻으려는 방향으로 감정과 행동이 유도(approach-related emotions and behavior)되기 쉬운 타입입니다. 성실한 모범생들이 표준범위내에서 좌뇌가 조금 더 활성화된 상태를 보이는 경우가 많은 편입니다. 그러나 표준범위를 벗어난 수준으로 좌뇌가 더 활성화된 상태라면 비정상적인 상태이므로 좌/우뇌 균형훈련이 필요합니다.

반면 우뇌가 상대적으로 더 활성화된 경우는 유사적, 직관적, 비언어적, 공간적, 총체적 정보처리방식의 문제해결 성향에 익숙합니다. 또한 성격적으로 좌절에 대해 상처받기 쉬운, 즉 물러남에 취약한 타입(vulnerability to withdrawal related emotions and behavior)으로 예술가 타입에 많은 편입니다. 참고로 우울증(depression)의 경우 전두엽 부위에서 우뇌가 비정상적으로 활성화된다고 알려져 있으며 최근 이를 치료하고자 좌/우균형(Symmetry) 바이오피드백 훈련을 도입하여 우울증 치료효과를 높인 보고들도 있습니다.

학습능력 검사 사용설명서



한편 원의 크기는 좌,우뇌의 평균 감마활성도를 의미합니다. 따라서 원의 크기가 표준범위보다 크면 감마파워가 많이 발생하여 뇌가 많이 활성화된 상태임을 의미하며, 표준범위보다 작으면 학습능력 과제 수행시 뇌활성이 적었음을 의미합니다.

뇌의 과잉활성은 자칫 작업부하도를 높이는 요인으로 작용할 수 있으며 부족한 활성화는 인지강도를 저하시키는 요인으로 작용할 수 있으므로 뇌활성도는 표준범위내에 있는 것이 무난합니다.

참고로 평균 뇌활성도는 저주파 성분의 증감상태에 상관없이 감마파의 절대활성도만 보는 것이므로 저주파성분이 줄면서 동시에 고주파성분이 증가하는 정도를 정량화하는 작업부하도와는 다른 개념입니다.

✓ References

1. Allen, J.B. and Cavendar, J.H.(1996). Biofeedback alters EEG Asymmetry. *Psychophysiology*, 33(Supplement), S17(abstract).
2. Baehr,E., Baehr, R. (1997).The Use of Brainwave Biofeedback as an Adjunctive Therapeutic Treatment for Depression: Three Case Studies.*Biofeedback Vol.25*, #1 10-11.
3. Baehr, E., Baehr, R., Rosenfeld, J.P. (1995). A Report of Ongoing Research of EEG Frontal Alpha Asymmetry in Depressed and in Dysfluent Individuals. *Proc. of 3rd Ann. Meeting of Society for the Study of Neuronal Regulation*. Scottsdale, Az.
4. Davidson,R.J./(1992) Anterior Cerebral Asymmetry and the Value of Emotion. *Brain and Cognition*, 20, 125-151.

학습능력 검사 사용설명서

5. Gotlib, I.H., Ranganath, C, & Rosenfeld, J.P. (1996). Frontal EEG Alpha Asymmetry, Depression and Cognitive Functioning. *Cognition and Emotion*, in press.
6. Harris, F.J. (1978) On the Use of Windows for Harmonic Analysis with the Discrete Fourier Transformation. *Proc. IEEE*, 16 51–84.
7. Hathaway, S.R. and McKinley, J.C. (1989) *Manual for Administration and Scoring MMPI-2*. University of Minnesota Press, 105.
8. Henriques, J.B. and Davidson, R.J. (1991). Left Frontal *Hypoactivation in depression*. *Journal of Abnormal Psychology*, 100, 534–545.
9. Henriques, J.B. and Davidson, R.J. (1990). Regional Brain Electrical Asymmetries Discriminate between Previously Depressed and Healthy Control Subject. *Journal of Abnormal Psychology*. 99, 22–31.
10. Ketter, A., George, M. Ring, H., Pazzaglia, P., Marangell, L. Kimbrell, T., and Post, R. (1944). Primary Mood Disorders: Structural and Resting Functional Studies. *Psychiatric Annals Vol 24* No. 12 637–647.
11. Peniston, E.G. & Kulkosky, P.J. (1990). Alcoholic Personality and Alpha–Theta Brainwave Training. *Medical Psychotherapy: An International Journal*, 3, 37–55.
12. Rosenfeld, J.P., Baehr, E., Baehr, R. Gotlib, I., and Ranganath, C. (1996). Preliminary Evidence that Daily Changes in Frontal Alpha Asymmetry Correlate with Changes in Affect in Therapy Sessions. *International Journal of Psychophysiology*, 23, 241–258.
13. Rosenfeld, J.P. (1997). EEG Biofeedback of Frontal Alpha Asymmetry in Affective Disorders. *Biofeedback Vol. 25 #1*, 8–25.
14. Rosenfeld, J.P., Cha, G., Blair, T. and Gotlib, I. (1995). Operant (Biofeedback Control of Left–Right Frontal Alpha Power Differences. *Biofeedback and Self Regulation* 20, 241–258.
15. Tomarken, A.J., Davidson, T.J., and Henriques, J.B. (1990). Resting Frontal Brain Asymmetry Predicts Affective Response to Films. *Journal of Personality and Social Psychology* 59, 791–801.
16. Tomarken, A.J., Davidson, R.J., et al. (1992) Individual Differences in Anterior Brain Asymmetry and Fundamental Dimensions of Emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*. 62 676–687.
17. Wheeler, R. E., Davidson, R.J. Tomarken, A.J. (1993). Frontal Brain Asymmetry and Emotional Reactivity: A Biological Substrate of Affective Style. *Psychophysiology*, 30 82–89.

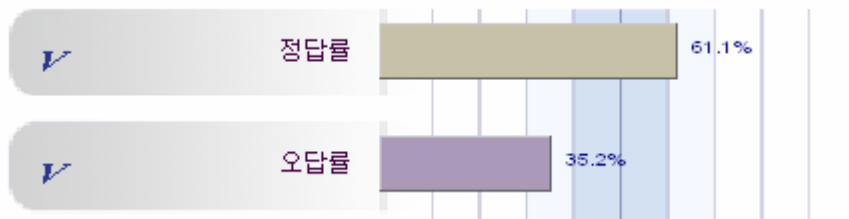
학습능력 검사 사용설명서

□ 과제 수행 성실도 평가: 정답률, 오답률, 반응시간

✓

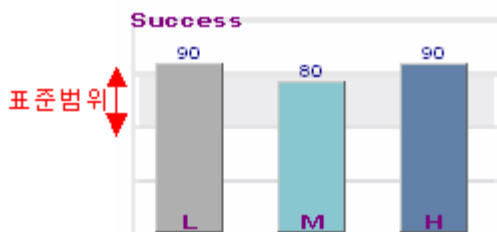
정답률, 오답률, 반응시간 정보는 신경생리학적 뇌파지표와는 상관없는 항목으로, 임의찍기, 실수 등에 의해 매 시행마다 편차가 크게 나타나는 항목들입니다. 따라서 이 기타 항목들은 피검자가 성실하게 학습능력 검사에 임했는지 여부를 평가할 때에만 참조되며 ‘Comment’란의 학습능력 종합수준 산정시에는 반영되지 않습니다.

즉 정답률이 너무 낮거나 반응시간이 너무 빠른 경우엔 피검자가 검사를 하기 싫어서 자극화면을 제대로 보지 않고 대충 아무키나 누른 경우에 해당하므로 이런 경우의 검사결과지는 신뢰할 수 없게 됩니다. 따라서 Comment란에 ‘비정상적인 키반응이 나왔으니 다시 시도하라’는 안내메시지가 나타납니다.



✓

정답률 (Success)



정답률(Success)은 각 난이도별 정답갯수를 백분율(%)로 표시한 것입니다. 즉 각 난이도별 제시된 10문항 중 정답을 정확하게 맞춘 문항갯수의 비율입니다.

신경생리학적 검사시에 사용되는 패턴은 일반 시험지검사방식과는 달리 뇌에서 빨리 반응할 수 있는 전반적으로 쉬운 형태

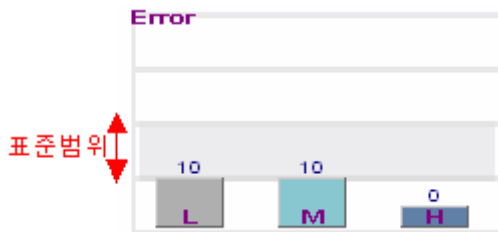
를 사용하므로 정답률이 높아야 정상입니다. 학습능력 검사시 정답률 표준분포의 평균은 70점이며 표준편차는 15점입니다. 따라서 정답률의 표준범위는 55점~85점에 해당합니다.

학습능력 검사 사용설명서



참고로 모든 문제를 다 맞춘 절대정답률이 '100'인 경우, 50%-평균, 10%-편차범위로의 표준변환을 거치면 표준화된 정답률은 '70'으로 결정됩니다. (참고수식: 표준변환값 = $50\% + 10\% \times (\text{해당점수} - 70\text{점}) / 15\text{점}$)

오답률 (Error)



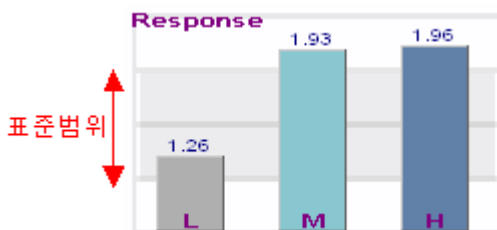
오답률(Error)은 틀린 반응을 한 문항갯수의 비율입니다. 학습능력 검사시 잘 모르는 경우엔 반응키를 누르지 말아야 함에도 불구하고 충동성을 억제하지 못하고 아무거나 누르는 경우엔 오답률이 높게 나타납니다.

오답률 표준분포의 평균은 20점이며 표준편차는 9점이므로 오답률 표준범위는 11점~29점에 해당합니다.



참고로 모든 문제를 틀린 오답률이 '0'인 경우, 50%-평균, 10%-편차범위로 표준변환된 오답률은 27.8%에 해당합니다.

반응시간 (Response)



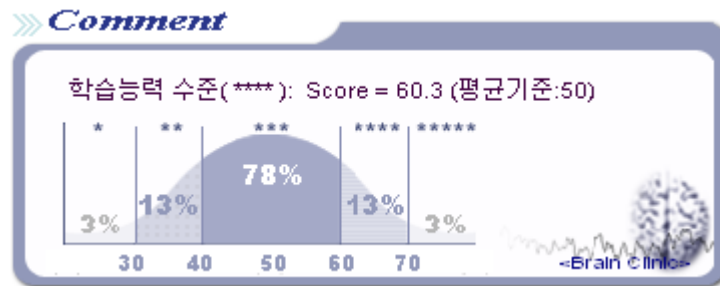
반응시간(Response)는 패턴자극 제시후 반응키를 누른 시간을 초단위로 표시한 것입니다. 반응시간의 평균은 1.45초이며 표준편차는 0.34초입니다.

보통 난이도가 높을수록 반응키를 누르는 시간은 길어지는 경향이 있습니다.

학습능력 검사 사용설명서

□ 학습능력 종합수준 평가

검사결과지의 Comment란의 'Score'로 표시된 점수는 신경생리학적 뇌파지표들의 조합에 의해 결정되며 종합적인 수준을 의미합니다.



학습능력 종합지표는 다음 수식과 같이 'Results'란의 세부항목들을 다음과 같이 +1 또는 -1의 가중치로 조합한 값을 의미합니다. 즉, 높을수록 좋은 인지강도, 인지속도, 인지속도항목엔 +1의 가중치를 부여하고 낮을수록 좋은 작업부하도와 좌뇌활성도의 절대편차값엔 -1의 가중치를 부여한 후 모두 합한 값입니다.

학습능력종합지표

$$= 50\% + (\text{인지강도} - 50\%) + (\text{인지속도} - 50\%) + (\text{집중력} - 50\%) - (\text{작업부하도} - 50\%) - \text{ABS}(\text{좌뇌활성도} - 50\%)$$

Comment란에 표시된 '**Score**'는 상기 '학습능력종합지표'를 50%-평균, 10%-편차범위로 표준변환한 점수로 40~60사이의 값을 가질 때 78%의 대다수가 포함되는 표준수준(***)에 해당합니다.

Score가 60보다 큰 경우(****)엔 상위 26%이내에 드는 높은 점수를 의미하며, 70이상(*****)인 경우엔 상위 3%이내에 드는 매우 높은 점수임을 나타냅니다.

반대로 Score가 40보다 작은 경우(**)엔 하위 26%아래에 있는 낮은 점수를 의미하며 30보다 작은 경우(*)엔 하위 3%아래에 있는 매우 낮은 점수를 의미합니다.

학습능력 검사 사용설명서

□ 활성 뇌파리듬 평가

✓

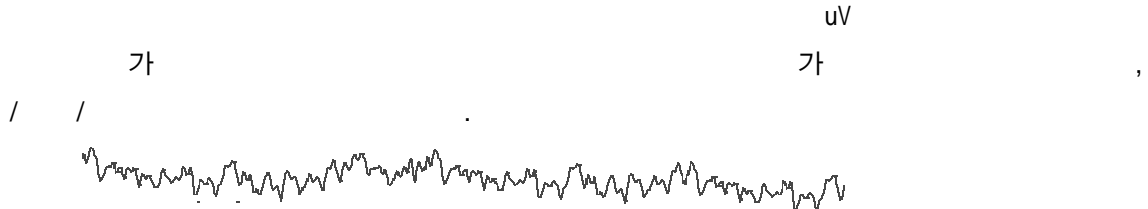
뇌가 작업 중인 상태의 뇌파리듬(Active EEG-Rhythm)분포가 정상인지 여부를 평가합니다. 뇌파리듬은 세타, 알파, SMR, Mid-Beta, High-Beta, Gamma파로 세분화되어 각각의 표준범위와 함께 표시됩니다.

활성뇌파의 세부리듬상의 비정상은 학습능력 검사의 집중력과 작업부하도, 좌/우뇌 활성화 항목에 대부분 반영되므로 다음 결과지는 참고목적으로 활용하시면 됩니다.

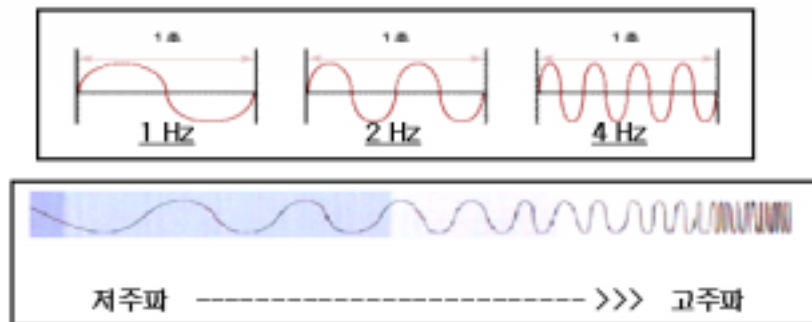


학습능력 검사 사용설명서

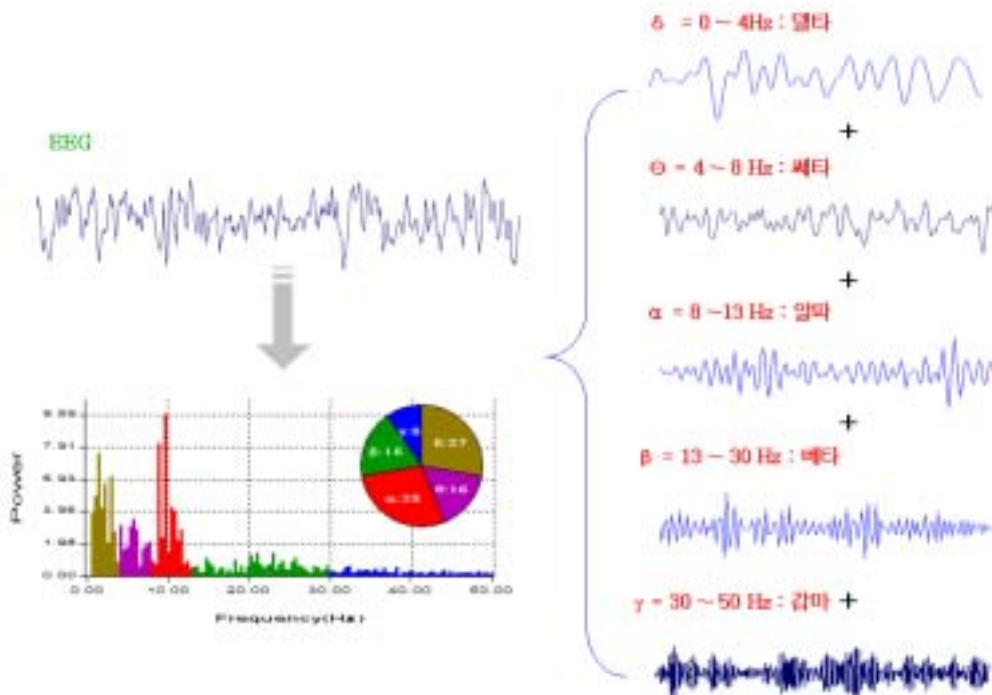
✓



뇌파신호는 리드미컬하게 진동하는 형태의 파형입니다. 이러한 주기적인 진동이 1초동안에 나타난 횟수를 주파수(Frequency, 단위:Hz)라고 표현하며 주파수가 높을수록 빠르게 진동하는 파형, 즉 고주파 성분이 나타났음을 의미합니다.



보통 저주파에서 고주파 영역순으로 다음 그림과 같이 5개의 주파수 영역으로 구분하며 차례로 델타, 세타, 알파, 베타, 감마리듬이라고 부르고 있습니다.



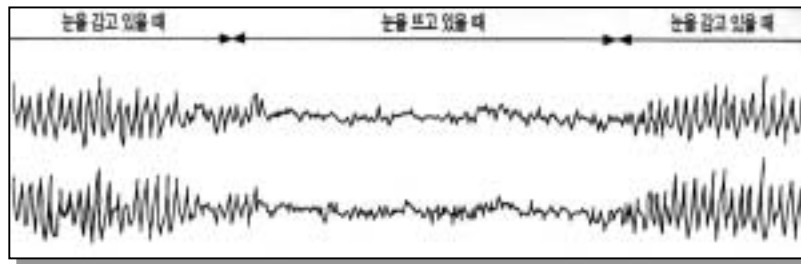
학습능력 검사 사용설명서

즉 일반적으로 측정된 뇌파는 델타, 세타, 알파, 베타, 감마리듬의 산술적인 합으로 해석되며, 이때 어느 리듬이 다른 리듬에 비해 더 많은 비중으로 출현했는지 등...을 파악하는 것이 중요합니다.



특히 **알파리듬**은 뇌의 고유한 리듬으로 근원지는 시상(thalamus)으로 알려져 있으며, 대뇌피질이 복잡한 작업을 하지않고 휴식을 취하고 있을 때 우세해지며, 반대로 계산등의 정보처리를 할 경우엔 알파차단기전(α -Blocking)에 의해 알파파가 줄어들게 됩니다.

보통 눈을 뜬 상태에서 눈을 감게되면 후두엽에서 알파파가 증가하다가 다시 눈을 뜨면 알파파가 감소하는 현상을 통해서 쉽게 확인할 수 있습니다. 이는 눈을 뜨게 되면 외부 시각자극에 의해 일차시각피질이 있는 후두엽에서 시각 정보처리가 이루어져 알파차단효과에 의해 알파소실 현상이 일어나기 때문입니다.



일반적으로 졸리거나 서서히 의식이 없어질수록 빠른 리듬은 서서히 사라지고 알파에서 **세타, 델타리듬** 방향으로 점차 느려진 리듬이 우세해집니다. 반대로 암산, 추리등의 작업을 수행하거나 정신적으로 지나치게 각성된 경우엔 느린 리듬은 서서히 사라지고 알파에서 **베타, 감마리듬** 방향으로 점차 빠른 리듬이 우세해집니다.

즉 대뇌피질 해당부위에 있는 신경세포군의 전기적 활동이 왕성할수록 그 부위에 혈류량이 많아지고, 포도당, 산소 소모량이 증가하며 베타, 감마와 같은 빠른 뇌파리듬이 나타나는 경향이 있습니다.

필요에 따라서 좀 더 뇌파리듬을 세분화하기도 합니다.
주로 베타파를 세분화합니다.

종류	특징
델타 δ 파	수면시 많이 발생
세타 θ 파	졸리거나 깊은 명상시 발생
알파 α 파	긴장이완, 편안한 상태일 때 발생
베타 β 파	각성상태, 의식적인 행동을 할 때 일반적인 작업시 발생
감마 γ 파	고도의 인지작업시 활성화

학습능력 검사 사용설명서

베타파의 경우 크게 세영역으로 나누기도 하는 데 연구자들마다 그 경계영역엔 조금씩의 차이가 있습니다. 베타영역에서 낮은 주파수영역인 12~15Hz 성분을 **느린 베타리듬(SMR, Low-Beta, Slow-Beta)**이라고 부르며, 중간 주파수영역인 15~20Hz 진동성분을 **중간 베타리듬(Mid-Beta)**, 높은 주파수영역인 20~30Hz 성분을 **빠른 베타리듬(High-Beta, Fast-Beta)**이라고 부릅니다.

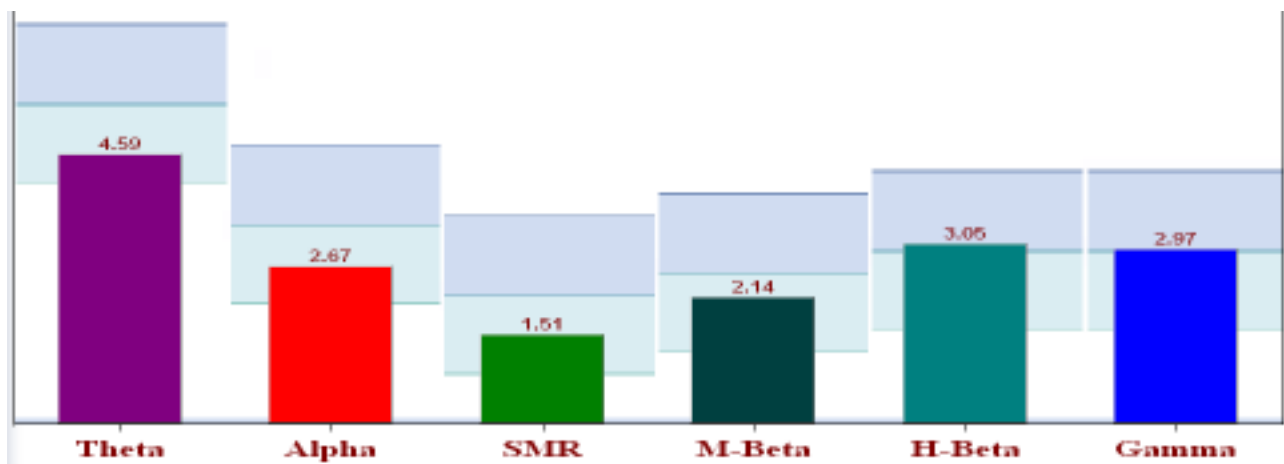
일반적으로 베타리듬은 정보처리와 같은 정신적 활동이 있을 때 활성화됩니다.

느린베타리듬(SMR)은 신체의 움직임이 없는, 운동감각피질의 활동을 최소화한 상태에서 주의를 기울이는 비교적 단순한 과제(unfocused attention)를 수행할 때 우세해집니다.

중간베타리듬(M-Beta)은 계산이나 암산과 같이 한가지 주제에 집중하면서 정신부하가 동반되는 사고활동(focused attention, concentration)을 수행할 때 우세해집니다.

빠른 베타리듬(H-Beta)은 비교적 복잡한 추론이나 정신부하가 높은 편인 정보처리 활동을 수행할 때 또는 정서적인 긴장, 불안, 흥분상태(high alertness)에서 우세해집니다.

인지활동에 의해 뇌가 활성화된 상태의 뇌파의 주요리듬들은 다음과 같은 분포를 나타냅니다. 즉 ‘**췌타 파>알파파>Gamma, H-Beta>M-Beta>SMR**’ 순서로 파워가 상대적으로 줄어듭니다.



만약 특정리듬이 표준범위보다 높게 또는 낮게 나타났을 경우엔 비정상 활동뇌파 상태이므로 이를 조정하는 바이오피드백 훈련이 필요합니다.

학습능력 검사 사용설명서

각성저하리듬(세타파)이 표준범위보다 높거나 주의집중리듬(SMR파나 M-Beta파)이 표준범위보다 낮게 나타난 경우(참고: 학습능력 검사지에서 집중력이 표준범위보다 낮게 나타납니다.)

⇒ 집중력이 낮은 상태이므로 SMR과 M-Beta를 강화하고 세타파를 약화시키는 ‘집중력 강화 바이오피드백’ 훈련을 시행하시면 됩니다.

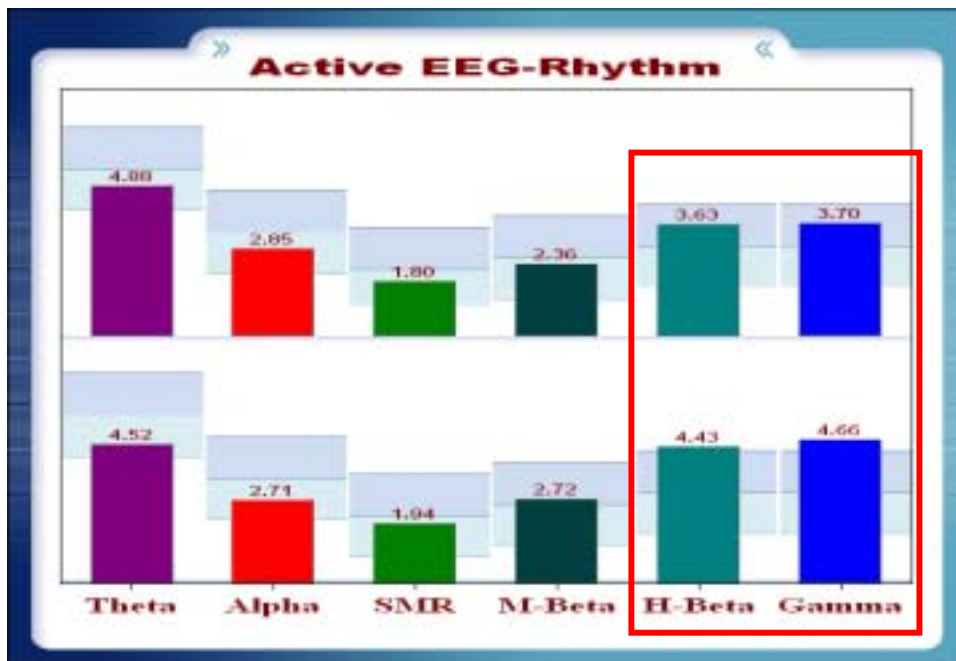
뇌활성리듬(H-Beta나 Gamma파)이 표준범위보다 높거나 각성저하리듬(Theta나 Alpha파)이 표준범위보다 낮게 나타난 경우(참고: 학습능력 검사지에서 작업부하도가 표준범위보다 높게 나타납니다.)

⇒ 뇌가 지나치게 각성되어 있어 정서적으로 긴장, 불안, 초초한 상태일 수 있습니다.

또는 정신적 작업부하가 너무 높은 상태일 수 있습니다. 이런 경우엔 고주파를 낮추고 저주파를 높이는 ‘두뇌이완 바이오피드백’ 훈련을 시행하시면 됩니다.

뇌활성리듬(H-Beta파나 Gamma파)에서 좌뇌와 우뇌의 분포차이가 클 경우(참고: 학습능력 검사지에서 좌/우뇌 활성도가 표준범위보다 높거나 낮게 비정상적으로 나타납니다.)

⇒ 좌/우뇌 균형-바이오피드백 훈련을 시행하시면 됩니다.



학습능력 검사 사용설명서

학습능력 검사 프로토콜

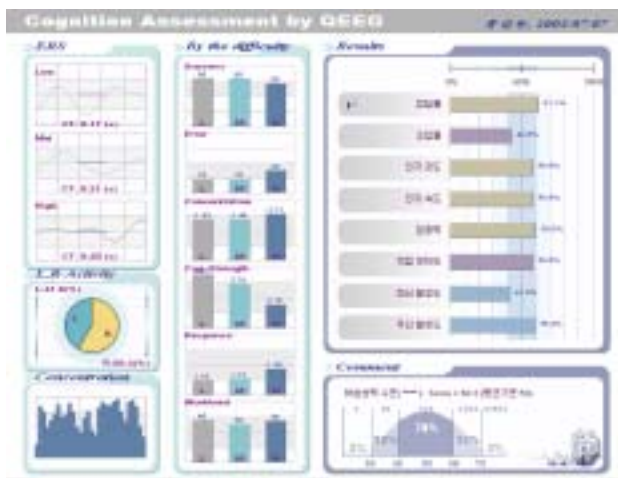
□ 검사법 개요

(higher cognitive function)

가 .



인지과정이 지각->기억->계산/추리/판단->반응 순서로 이루어진 과제를 5분동안 수행하면서 뇌파를 측정합니다. 뇌파로부터 검출한 유발인지파형에 의해, 인지강도, 인지속도, 집중도, 좌/우뇌 활성화도, 작업부하도를 객관적으로 정량화함으로써 학습시 요구되는 필수적인 능력들을 종합적으로 평가하는 방법입니다. 과제수행시 제시되는 자극은 좌/우뇌가 함께 관여하며, 기존지식에 대한 의존성이 없는 탈문화적인 도형 자극을 사용하므로 폭넓은 대상에 대해 사용가능하며 매번 무작위 풀이방식으로 진행되므로 지속적인 반복 진단 및 추적관리가 용이합니다.



세부 검사 항목

- ◆ 인지강도, 인지속도에 의한 인지능력(IQ) 검사
- ◆ 집중강도, 지속력에 의한 집중력 검사
- ◆ 정신부하도에 의한 정서상태 검사
- ◆ 좌,우뇌 활성화도에 의한 문제해결성향 검사
- ◆ 활성뇌파 세부리들 검사

학습능력 검사 사용설명서

□ 탈문화적 도형/패턴 자극을 이용한 인지기능 검사법

보통 공간지각력, 기억력, 추리력, 어휘/수리력등으로 이루어지며 다양한 기준의 지능지수(IQ)로 정상화하기도 합니다. 즉, 지능 검사는 인간 인지의 중요한 부분을 이루는 일부 능력을 측정하는 것입니다.

이러한 인지능력을 평가하는 방법에서 어휘/수리력은 각 문화권의 특성에 따라 많은 편차를 나타낼 뿐 아니라, 언어적 능력이 제한된 저능아나 문맹인의 경우와 같은 특수 집단 평가에도 적용하기 힘들며 교육수준에 따른 편파성이 크므로, 탈문화 검사를 목적으로 배제하기도 합니다. 대표적인 탈문화된 검사방법에는 레이븐 테스트가 있으며, 높은 지능을 가진 사람들의 세계적인 모임인 ‘멘사’라는 단체에서도 회원가입시 채택하고 있습니다. 이 테스트는 공간지각/기억/추리의 통합된 능력을 평가하는 도형유추 혹은 도형추리검사 방식으로, 언어가 배제되는 검사방법임에도 불구하고 지능의 일반 요인(General factor, G-factor)과 가장 높은 상관관계를 나타낸다고 알려져 있습니다. 모든 지능검사에서 공통적으로 발휘되는 한가지 능력을 ‘G 요인(G-factor)’라고 하며 일반 지능검사는 G 요인과의 상관관계가 0.6 정도이지만, 레이븐 방식은 0.8-0.9로서 다른 검사를 합한 것보다도 단일한 검사로서 ‘순수지능’을 대표하는 G 요인을 가장 잘 측정하고 있습니다.

인지능력이라는 것은 유전적인 경향이 있는 타고난 능력, 즉 잠재 능력입니다. 어휘력이나 수리능력은 기존 교육에 의해서 습득되는 것이기 때문에 이러한 요소들을 인지검사에 가미한다면 ‘순수지능’을 측정한다고 볼 수 없게 됩니다. 따라서 도형유추의 측정 방법은 이와 같은 요소들을 배제한 가운데 ‘순수지능’을 측정하는 최상의 방법으로 알려져 있습니다.



학습능력 검사 사용설명서


□ 학습능력 검사과제 수행 방법

한 도형이 보여진 후 3초가 지나면 또 다른 도형이 나타납니다. 이 도형이 직전 도형과 회전에 상관없이 같은 도형이면 오른쪽 화살표키(→)를 누르시고, 다른형태의 도형이면 왼쪽 화살표키(←)를 눌러 주십시오. 애매모호하여 잘 모르실 경우엔 아무키도 누르지 마십시오.

9초 후부터 문제가 제시됩니다.


[문제풀이 방법]

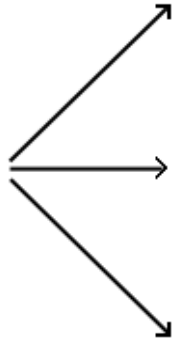
A



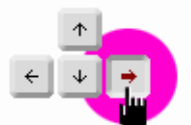
3초 →

B

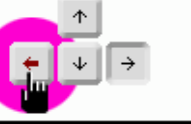





A = B
(같으면)



A ≠ B
(다르면)



?
(모르면)



도형 A가 3초동안 보여진 후, 다른도형 B가 나타납니다.
 두 도형이 회전여부에 상관없이
 같으면 (A=B) →키 틀, 다르면(A≠B) ←키 틀, 모르면 (?) 누르지마세요.

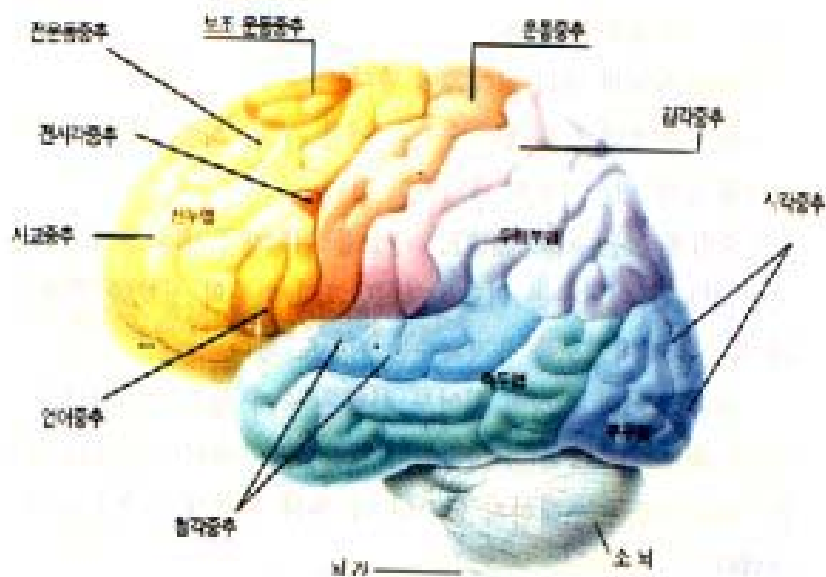
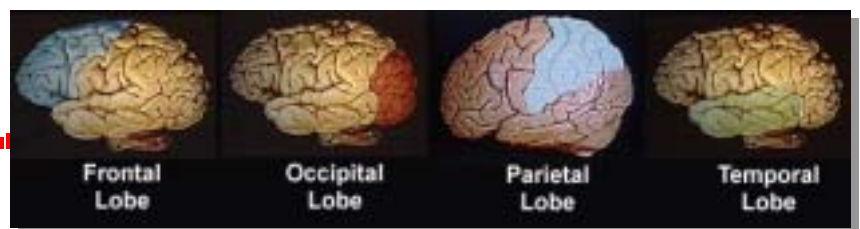
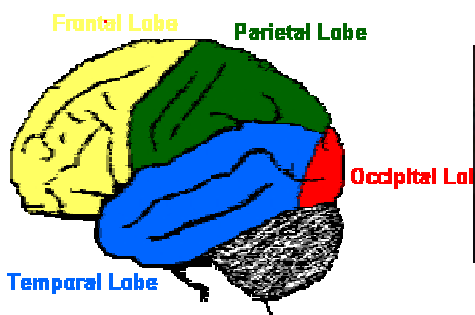
< >

1. 학습능력 평가 2~3시간 전에는 신경계열 약물이나 각성을 유발할 수 있는 홍차,커피,담배...등을 삼가하셔야 정확한 평가결과를 얻으실 수 있습니다.
2. 뇌파는 매우 민감한 신호이므로 측정시엔 **눈을 심하게 깜박이거나 몸을 움직여서는 안됩니다.** 말을 하거나 껌을 씹는등..의 행동을 삼가하셔야 원치않는 잡음의 혼입을 최대한 방지할 수 있습니다.
3. 학습능력 평가는 **조용하고 편안한 환경에서** 측정하셔야 합니다. 주변 소음이 있는 경우, 산만함이 유도되어 집중력이 낮게 나올 수 있습니다.
4. 학습능력 평가시, **판단이 된 시점에 최대한 빨리 반응키를 누르셔야** 합니다. 이는 인지강도가 약해서 뇌파에서 인지시점이 정상추출되지 못할 경우에 반응키를 누른 시점이 대체활용되기 때문입니다.
5. 보통 처음 학습능력 평가를 시행할 경우, 과제수행방법에 익숙하지 못하여 당황하는 경우가 많으므로 **첫 시행시엔 간단한 사전 연습**을 미리 거치는 것이 좋습니다.
6. 반응키를 누를 때 **좌/우 반향키가 바뀌지 않도록** 과제수행방법을 충분히 숙지해 주십시오.

학습능력 검사 사용설명서

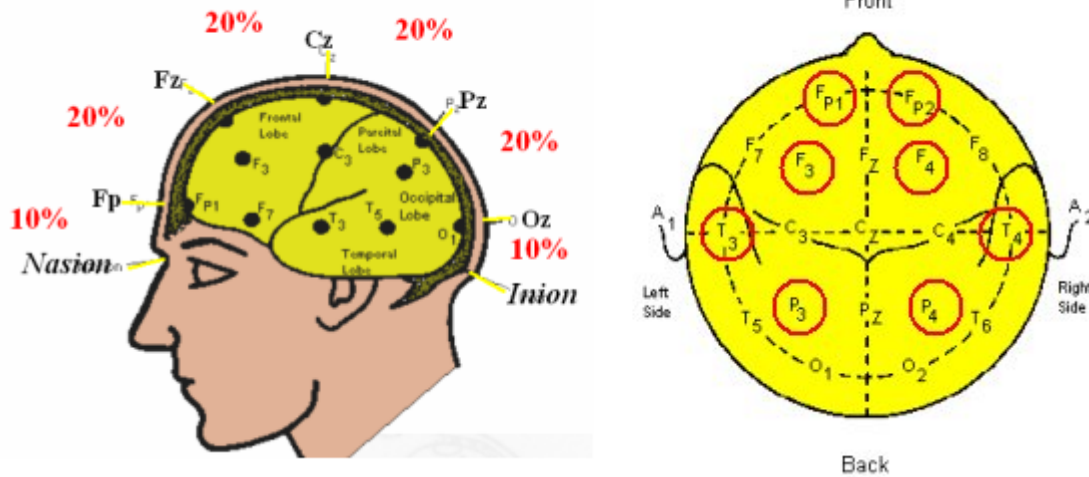
□ 고도의 인지기능 관련 뇌부위

Frontal(), Temporal(), Parietal(),
Occipital()



학습능력 검사 사용설명서

가



(prefrontal)

(left Parietal Lobe)

Wernicke

(left Frontal Lobe)

Broca

따라서 학습능력 검사와 같이 고도의 인지기능들을 평가할 경우엔 이를 담당하는 전두엽에 전극을 부착하여야 합니다.

학습능력 검사 사용설명서

□ 학습능력 검사시 전극 부착법

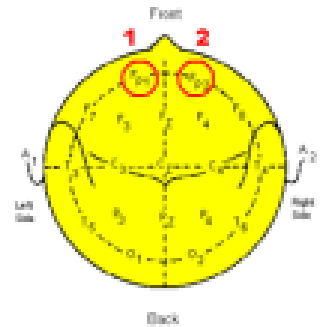
✓

전극 부착법에 다음과 같이 일회용 전극을 활용하는 경우와 전극풀(paste)를 활용하는 방식이 있습니다.

일회용 전극을 사용할 경우, 사용이 편리하고 피부 접촉감이 좋다는 장점이 있는 반면, 머리카락이 없는 전두엽 부위에만 부착이 가능하고 일회용이므로 매번 소모품 부담이 있다는 단점이 있습니다.

전극풀을 사용할 경우, 소모품 부담이 거의 없으며 머리카락이 있는 두정엽, 측두엽, 후두엽 등에도 전극 부착이 가능한 장점이 있는 반면, 사용이 번잡하고 전극접촉 부위가 끈적하여 접촉감이 좋지않은 단점이 있습니다.

학습능력 검사엔 총 4개의 전극(좌,우뇌 측정전극 각 1개, 기준전극, 접지전극)을 부착하게 됩니다.

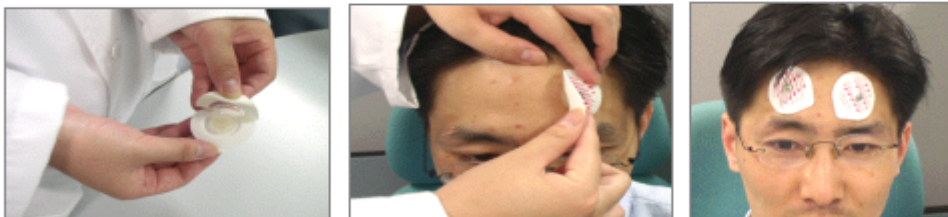


Ch1, Ch2에 해당하는 전극부착부위는 다음 그림과 같이 전전두엽 부위인 Fp1, Fp2 입니다. 뇌파측정시 기준부위로 사용할 REF(기준전극)는 오른쪽 귓바퀴 뒤의 돌출된 뼈 부위에 부착하며, 전기적 안정을 목적으로 하는 GND(접지전극)전극은 신체의 어떤 부위에 붙여도 무난하나 보통 움직임이 덜한 이마나 뒷목, 또는 왼쪽 귓바퀴 뒤에 붙입니다.

✓

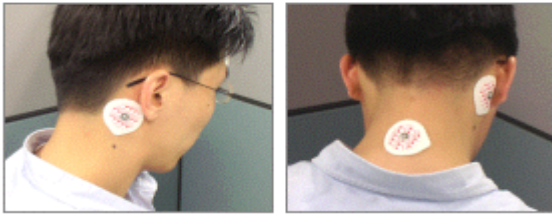


이마 좌/우에 일회용 전극을 부착한다.



학습능력 검사 사용설명서

오른쪽 귀 뒤쪽과 목 뒤쪽에 일회용 전극을 부착한다.

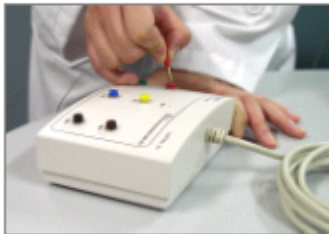


일회용 전극을 부착한 위치에 스냅전극을 연결한다.

전극을 연결한 후, 전선이 눈을 가리지 않도록 세번째 그림과 같이 전선을 귀뒤에 걸어 준다. 왼쪽 이마에 빨간색, 오른쪽 이마에 노란색, 귀 뒤쪽에 갈색, 목 뒤쪽에 검정색 스냅전극을 연결한다.



전극을 모두 연결한 후, 스냅 전극을 정선박스에 꼽는다.



- 이마 왼쪽에 연결된 빨간색 스냅전극을 정선박스 Ch1에 꼽는다.
- 이마 오른쪽에 연결된 노란색 스냅전극을 정선박스 Ch2에 꼽는다.
- 오른쪽 귀 뒤쪽에 연결된 갈색 스냅전극을 정선박스 REF에 꼽는다.
- 목 뒤쪽에 연결된 검정색 스냅전극을 정선박스 GND에 꼽는다.

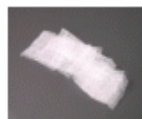
✓



[전극]



[전극풀]



[거즈]

다음 그림과 같이 먼저 접시전극에 전극풀을 충분히 담은 후 상기 일회용 전극부착 부위와 동일한 부위에 부착합니다. 전극풀이 굳지 않고 고정이 잘 되도록 위해 휴지나 거즈로 덮거나 반창고를 붙이면 좋습니다.


학습능력 검사 사용설명서

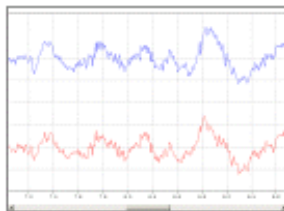


□ 학습능력 검사 프로그램 작동법

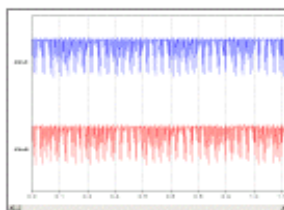
상기와 같이 전극을 부착한 후, 바탕화면에서 ‘학습능력 검사(COGAT)’ 아이콘을 두번 클릭합니다.

✓

먼저 모니터링 버튼()을 클릭하여 뇌파가 잘 측정되고 있는지 확인합니다.



▲ 정상 뇌파



▲ 접촉상태가 불량인 뇌파

먼저 측정되고 있는 뇌파가 어떤 모양인지를 확인하여야 한다. 옆의 그림과 같이 정상적인 뇌파의 파형과 접촉불량인 뇌파의 파형은 쉽게 구분된다.

접촉이 불량인 뇌파와 같이 측정되는 경우는 대부분 피험자에게 부착된 전극이 두피나 피부에서 떨어진 경우이다.

이때는 전극이 모두 잘 연결되었는지 확인해 보고, 연결된 부위(예를들어, 이마, 귀아래 등)의 전극을 손으로 한번씩 눌러준다.


★ 전극의 접촉상태가 불량일 때 뇌파를 측정하면 아무런 의미 없는 파를 측정하는 것과 같다. 따라서 항상 정상 뇌파와 같은 파형을 유지하도록 하여야 한다.

★ 처음에는 정상뇌파처럼 측정되다가 중간에 전극이 떨어져 접촉 불량인 뇌파가 측정될 수 있으므로 뇌파를 측정하는 동안은 수시로 뇌파 상태를 확인하여야 한다.

정상신호가 측정되면 정지버튼()을 눌러 점검을 끝냅니다.


학습능력 검사 사용설명서

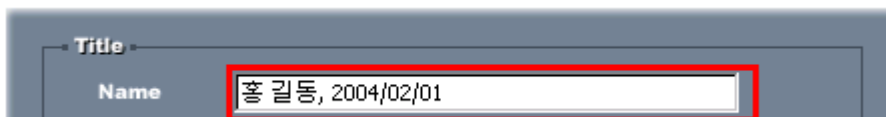
✓


신호점검을 끝낸 후, 본격적인 측정을 시작하시려면 레코딩버튼()을 클릭합니다.

해당 소요시간이 경과하면 ‘뽁’소리와 함께 자동종료되며 측정된 데이터를 저장할 수 있는 ‘파일저장 대화상자’가 나타납니다. “홍길동_20040201_학습능력.cdf”와 같이 원하시는 파일명으로 저장하신 후, 보고서 하의 최종 평가결과지 탭화면으로 이동하시면 됩니다.




검사결과지에 고객명과 날짜..등을 기입하시려면 툴바아이콘 중  을 클릭하여 Name란에 해당내용을 기입하신 후 ‘Apply’버튼을 누르시면 됩니다.



검사결과지를 인쇄하시려면 툴바의 인쇄아이콘()를 클릭하시면 됩니다.

[작동시 주의 사항]

학습능력 검사시, 레코딩버튼()을 클릭한 후에는 자극창의 크기를 늘이거나 줄이는 등...의 마우스 작동을 하시면 안됩니다. 왜냐하면 마우스 포커스가 다른창으로 이동하여 반응키를 인식하지 못해 정답률이 0%로 나올 수 있습니다. 따라서 이런 경우엔 오류를 방지하기위해 측정이 강제종료되면서 문제점을 안내하는 메시지박스가 나타납니다.

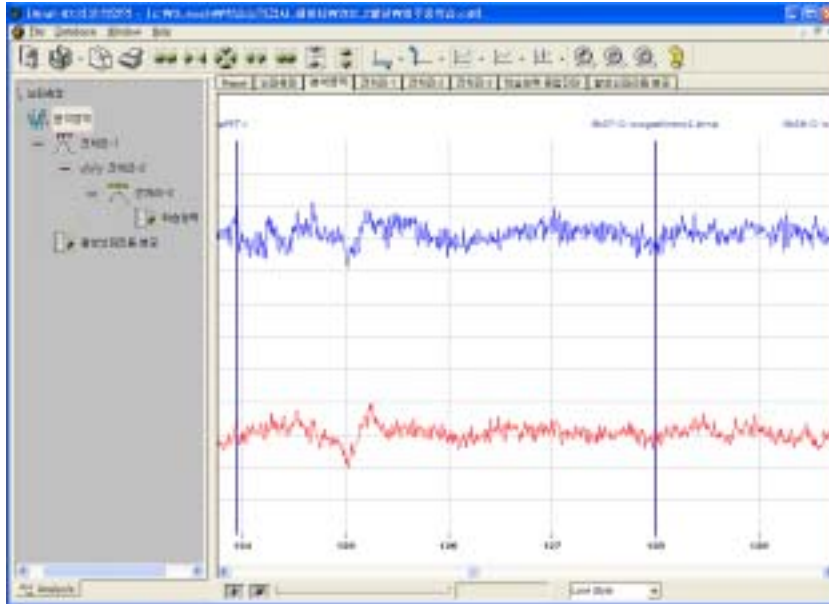
학습능력 검사 사용설명서

✓

학습능력 검사파일은 다음과 같이 몇가지 전처리 결과화면들과 학습능력 검사결과지, 활동뇌파리듬분포 화면으로 구성됩니다.

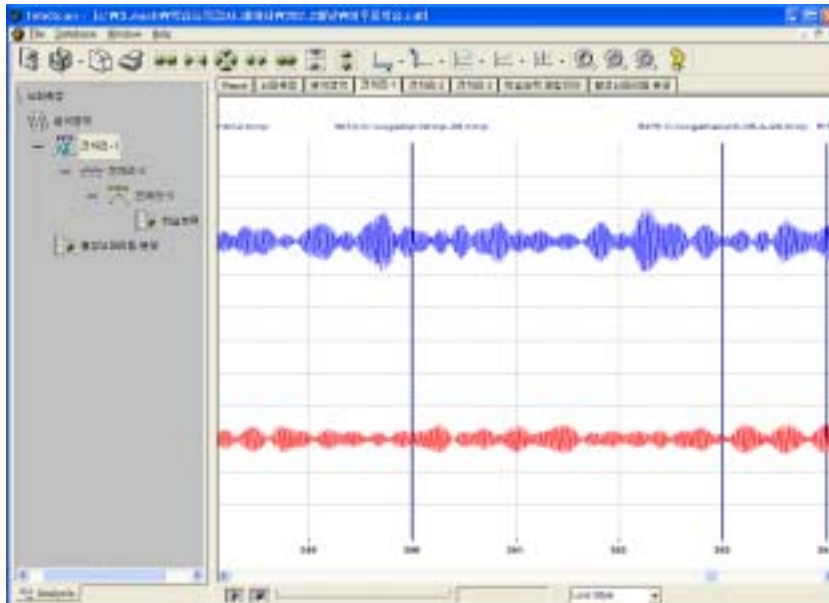
▶ ‘분석영역’ 탭 화면

전체 측정구간 중 실분석이 이뤄진 선택구간의 뇌파를 보여줍니다.



▶ ‘전처리-1’ 탭 화면

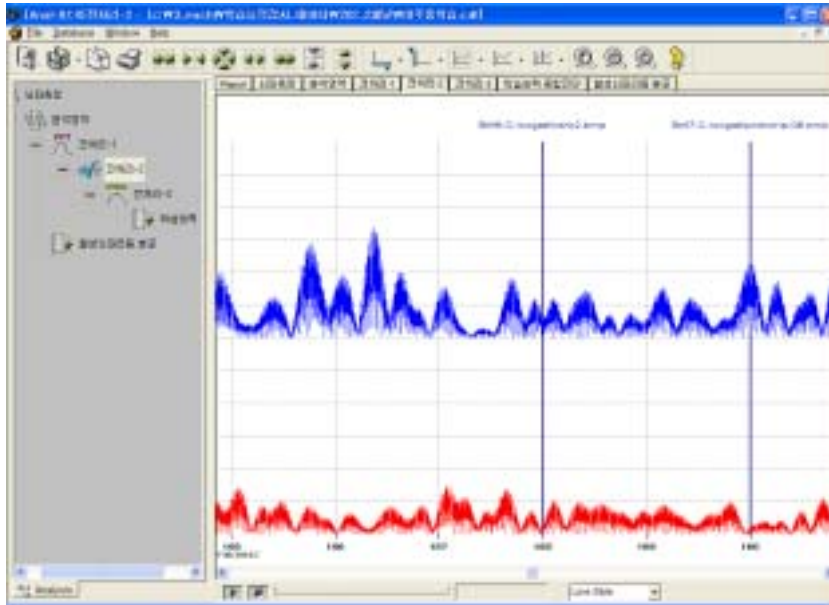
인지관련 감마대역의 뇌파 파형만 추출한 일차 전처리 결과파형을 의미합니다.



학습능력 검사 사용설명서

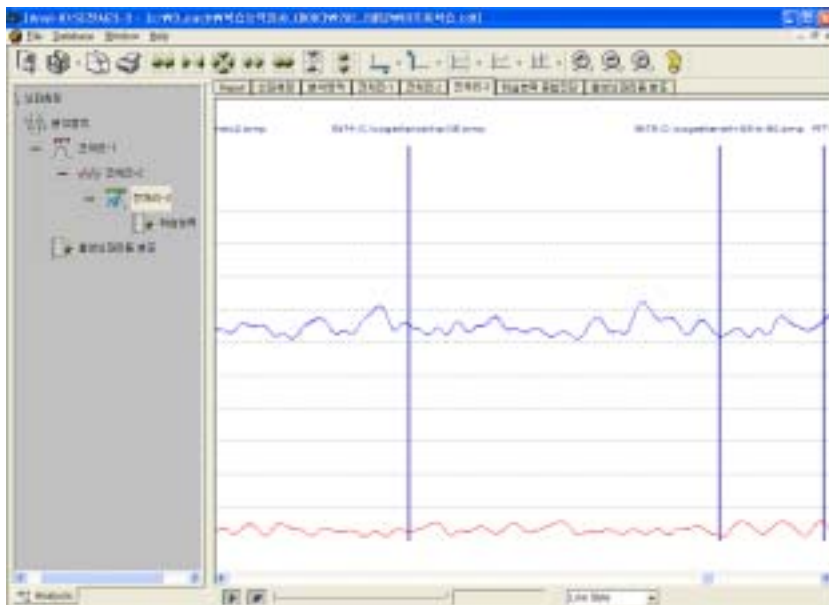
▶ ‘전처리-2’ 탭 화면

인지감마파의 envelope를 추출하기 위해 상기 전처리-1 결과물에 절대값(Absolute)을 취한 이차 전처리 결과파형을 보여줍니다.



▶ ‘전처리-3’ 탭 화면

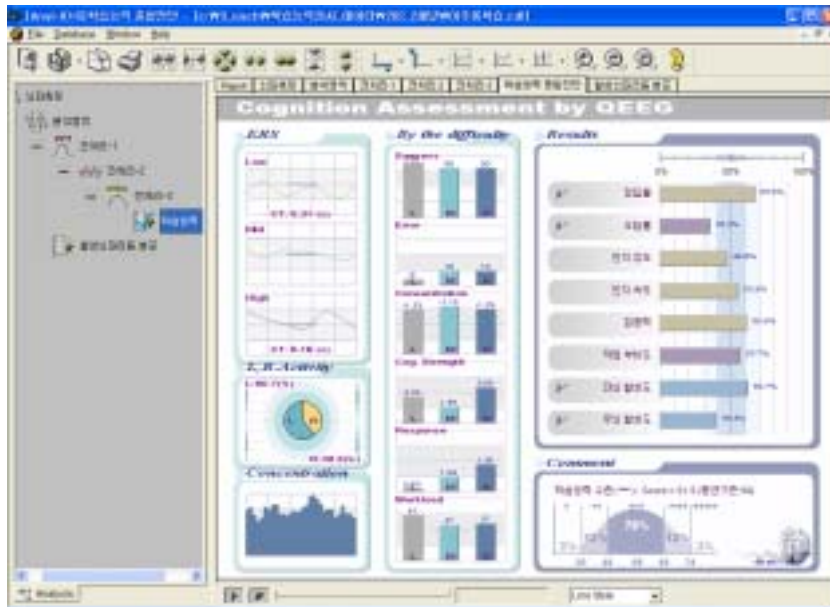
인지감마파의 진폭을 얻기위해 상기 전처리-2 결과물의 envelope만을 추출한 삼차 전처리 결과 파형을 보여줍니다.



학습능력 검사 사용설명서

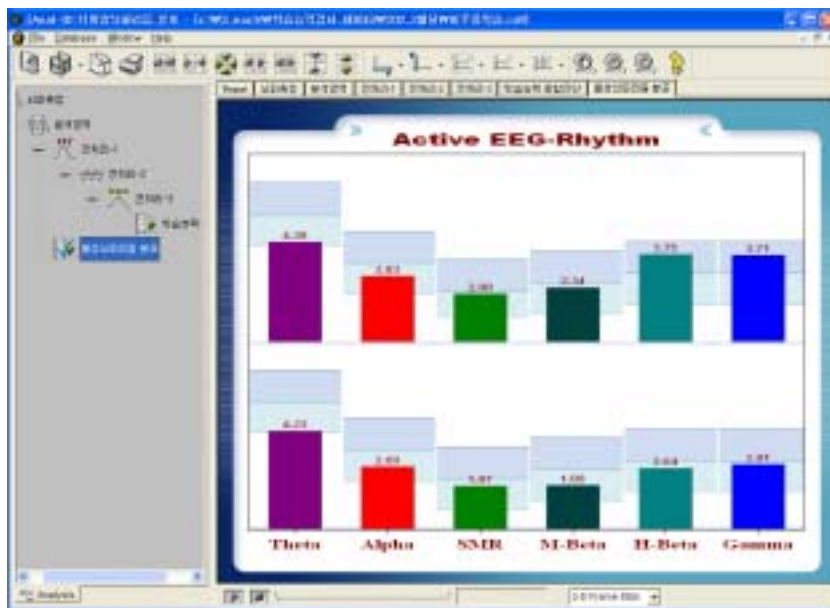
▶ ‘학습능력 종합진단’ 탭 화면

최종 분석이 종료된 학습능력 검사결과지를 보여줍니다.



▶ ‘활성뇌파리듬 분포’ 탭 화면

활동 중 좌,우뇌파의 세부리듬별(세타, 알파, SMR, M-Beta, H-Beta, Gamma) 분포를 보여줍니다.



학습능력 검사 사용설명서

□ 프로그램 설치 및 제거법

✓

CPU: 1.5 GHz 이상,
RAM: 256 MB 이상
OS: Win 2000/XP이상

✓ TeleScan S/W 설치

컴퓨터에 TeleScan 프로그램이 설치되어 있지 않으면, 먼저 TeleScan 프로그램부터 설치하셔야 합니다.

TeleScan CD () 를 컴퓨터의 CD롬에 넣으면 설치가 자동으로 진행됩니다. 각 진행단계에서 무조건 Next 또는 Ok버튼만 누르시면 설치가 완료되며 바탕화면에 ‘TeleScan’ 아이콘이 나타납니다.



생성된 ‘TeleScan’아이콘을 두번 클릭하여 꼭 실행시킵니다. 만약 다음과 같이 장비선택박스가 나타나면, 보유하고 계신 뇌파장비 모델을 선택한 후 Apply버튼을 클릭합니다.



✓ 학습능력 SW설치

“학습능력 CD” 안의 “COGAT_**_Setup.exe”라는 설치파일을 클릭하여 설치를 시작합니다. 이때 설치 진행 단계에서 시리얼 번호를 요청하면 발급받은 “SW 인증서”에 있는 인증번호를 입력해 주십시오. 이후 각 진행단계에선 무조건 Next 또는 Ok 버튼만 누르시면 설치가 완료되며, 컴퓨터 바탕화면에 ‘COG_**’로 표시된 학습능력 검사 아이콘과 뇌파-바이오피드백 아이콘들이 새로 생성됩니다.

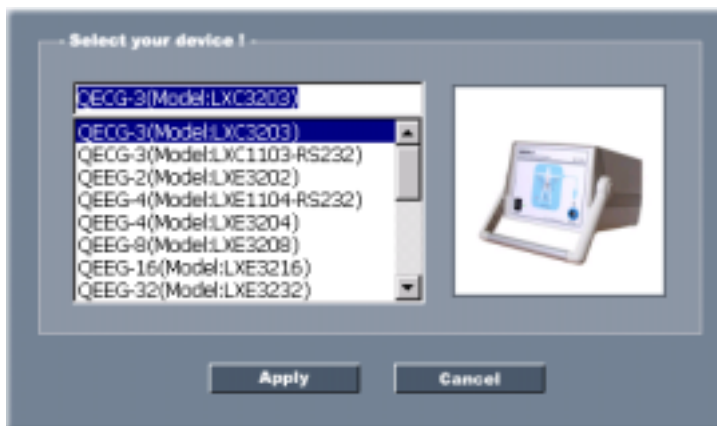
이후 학습능력 검사 아이콘을 더블클릭하여 실행시킨 후, 보유하고 계신 장비모델로 변경하는 작업을 진행하셔야 합니다. 보유하고 계신 장비모델로 설정하는 과정은 다음과 같습니다.


학습능력 검사 사용설명서

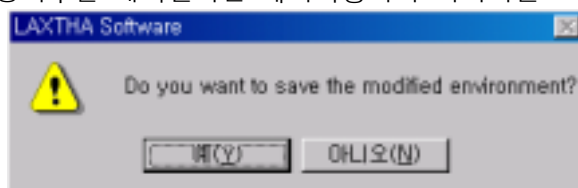
ㄱ. 다음 그림과 같이 “Option->Device Selection” 메뉴항목을 클릭합니다.



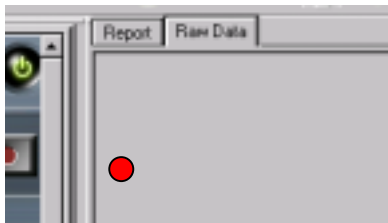
ㄴ. 다음 그림과 같이 장비선택 대화상자가 나타나면, 목록에서 보유하고 계신 뇌파장비 모델을 선택하신 후 “Apply” 버튼을 클릭합니다.



ㄷ. 상단툴바의 저장아이콘()을 클릭하여 상기 변경 사항이 저장되도록 합니다. 이때 다음과 같은 저장여부를 재확인하는 메시지상자가 나타나면 “예” 버튼을 클릭하십시오.



(참고) 만약 “저장아이콘”이 마우스로 눌러지지 않는 비활성화 상태라면 다음 그림과 같이 동그라미가 표시된 창을 마우스로 한번 클릭하시면 해당 아이콘이 다시 활성화됩니다.



학습능력 검사 사용설명서

바탕화면에 다음과 같은 3 개의 바이오피드백 훈련용 아이콘들을 각각 클릭하여 학습능력 설치시와 동일하게 보유하고 계신 장비모델로 변경하는 작업을 진행하십시오.

<훈련용 아이콘>



- ◆ M_Rlx_BFB: 두뇌이완 바이오피드백(Mental-Relax Biofeedback)
- ◆ Concent_BFB: 집중력강화 바이오피드백(Concentration Biofeedback)
- ◆ LR_Act_BFB: 좌/우뇌 활성 바이오피드백(L/R-Brain Activity Biofeedback)

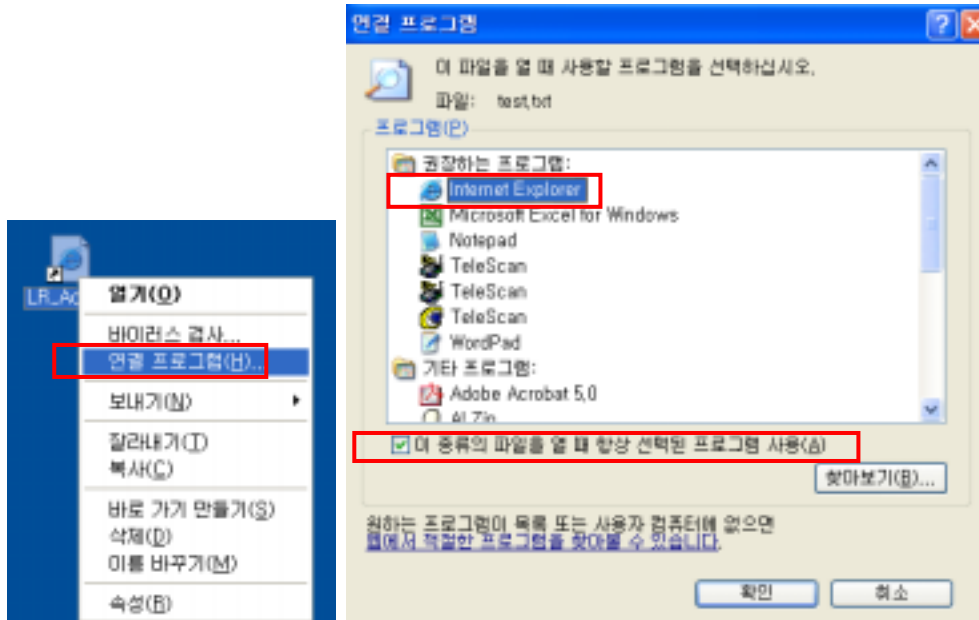
바탕화면에 있는 'Auxiliary Sti'라는 폴더 안에는 다음과 같이 3 종류의 시청각 보조 자극파일들이 들어있습니다.

<시청각 보조자극들>



- ◆ M_Rlx_Sti: 두뇌이완 자극(Mental-Relax Stimulus)
- ◆ Concent_Sti: 집중력강화 자극(Concentration Stimulus)
- ◆ LR_Act_Sti: 좌/우뇌 활성 자극(L/R-Brain Activity Stimulus)

시청각 자극아이콘을 두번 클릭했을 때 아무것도 뜨지 않으면 오른쪽 마우스 버튼을 눌러, 다음 그림과 같이 “연결 프로그램”을 “인터넷 익스플로러(Internet Explorer)”로 설정하신 후, 아래의 “항상 연결을 설정하는 체크박스”에 체크를 하신 후 “확인”버튼을 누르시면 됩니다



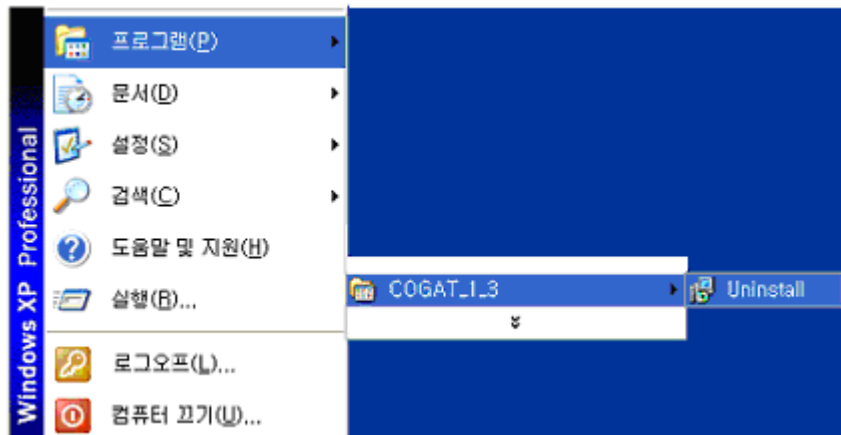
**** 이로써 학습능력 검사와 바이오피드백 훈련용 S/W 설치가 모두 완료되었습니다****

학습능력 검사 사용설명서

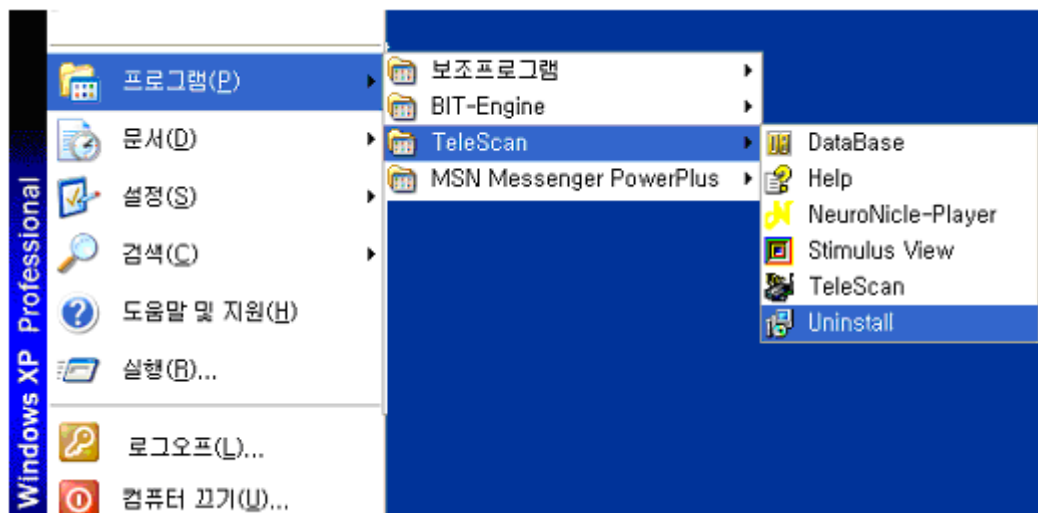
✓ TeleScan 및 학습능력 SW 제거법

먼저 학습능력 프로그램을 제거합니다.

다음 그림과 같이 ‘바탕화면의 시작메뉴>프로그램>COGAT_1_3>Uninstall항목’을 클릭하시면 됩니다.



그 다음 TeleScan 프로그램을 제거합니다. 마찬가지로 방법으로 ‘바탕화면의 시작메뉴>프로그램>TeleScan>Uninstall항목’을 클릭하시면 됩니다.



학습능력 검사 사용설명서

“**M**easuring is Believing”

LAXTHA Inc.

Advanced Scientific Instruments H/W & S/W

www.laxtha.com

sales@laxtha.com

Copyright Notice

This product data sheet is the original work and copyrighted property of LAXTHA Inc. Reproduction in whole or in part must give clear acknowledgement to the copyright owner.