碩士學位論文

델타음악에 의한 수면 뇌파 유도효과의 임상적인 평가

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

濟州大學校 大學院

醫工學

朴 敬 圭

2003 年 12 月

碩士學位論文

델타음악에 의한 수면 뇌파 유도효과의 임상적인 평가

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

濟州大學校 大學院

醫工學

朴 敬 圭

2003 年 12 月

델타음악에 의한 수면 뇌파 유도효과의 임상적인 평가

指導敎授　崔 玟 柱

朴　　敬　　圭

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

2003 年　12 月

朴敬圭의 工學 碩士學位 論文으로 認定함

審査委員長　　이 광 만　印

委　　員　　장 홍 용　印

委　　員　　최 민 주　印

濟州大學校 大學院

2002 年　12 月

Clinical evaluation for extent of the sleep related brain wave induction by a Delta music

Kyung-Kyu Park

(Supervised by Professor Min-Joo Choi)

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the degree of Master of Science

2003. 12.

Interdisciplinary Postgraduate Program
in Biomedical Engineering
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

목차 ---------- i

ABSTRACT ---------- ii

I. 서 론 ---------- 1

1.1 연구의 배경 및 필요성 ---------- 1

1.1.1 수면 ---------- 1

1.1.2 수면 장애: 불면증 ---------- 3

1.1.3 음악 요법: 수면 장애 ---------- 4

1.2 목 적 ---------- 5

1.3 논문의 개관 ---------- 6

II. 수면 유도 음악 ---------- 8

2.1 수면 유도 음악 ---------- 8

2.2 음악적 특성 ---------- 9

2.2.1 델타 음악 ---------- 9

2.2.2 대비 음악: 베토벤의 바이올린 소나타 제5번의 2악장 아다지오 12

2.2.3 델타 음악과 대비 음악과의 비교 ---------- 13

2.3 심리음향학적 특성 ---------- 14

III. 실험 내용 및 방법 ---------- 27

3.1 실험 개요 ---------- 27

3.2 피 실험자 ---------- 30

3.3 뇌파 측정 및 분석 시스템 ---------- 30

3.3.1 뇌파 측정 장치: QEEG-4 (MODEL : LXE1104-RS232) ----- 32

3.3.2 뇌파 측정 및 분석 소프트웨어: CyScbm (Ver. 1.0) -------- 36

3.4 실험 방법 ---------- 62

3.4.1 실험 환경 ---------- 62

3.4.2 실험 진행 과정 ---------- 63

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

VI.실험 결과 ---------- 68
4.1 채널별 뇌파 반응 특성: 피실험자 A ---------- 68
4.2 음악별 뇌파 반응 특성: 피실험자 A ---------- 71
4.3 음악에 따른 델타파의 시간 반응 특성: 피실험자 B ---------- 75
4.4 피실험자 군에 대한 델타 음악의 효과: 통계적 처리 결과 ------ 80
4.4.1 뇌파의 주파수 성분별 특성 ---------- 80
4.4.2 음악에 따른 효과 ---------- 86
4.5 설문 조사 결과 ---------- 87
4.5.1 피 실험자의 수면 관련 사전 정보 (실험 전) ---------- 87
4.5.2 실험 후 피 실험자 수면 유도 효과 (실험 후) ---------- 87

V. 토 의 ---------- 89
5.1 측정 전극의 부착 위치 및 방법 ---------- 89
5.2. 실험 데이터의 선택 ---------- 89
5.3 실험자의 주요 관찰 내용 ---------- 91
5.4 뇌파 신호의 지속 시간과 주파수 성분의 변화도 ---------- 92
5.5 BIS 지수 및 수면시점 ---------- 94
5.5.1 BIS 지수에 의한 수면 시점 평가 ---------- 94
5.5.2 실험자 관찰을 통한 수면 시점 확인 ---------- 96
5.6 기상음악 ---------- 97
5.7 생체 음향 변수 ---------- 99
5.8 생리학적 반응 ---------- 99

VI. 결 론 ---------- 101

[참고문헌] ---------- 103

[부록] ---------- 106

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

ABSTRACT

A sleep provides a resting time to a human being. A provision of an energy to accumulate a physical strength is accomplished through a sleep. The time when a growth hormone required for children in a growth phase is secreted most is during the time of sleeping. Likewise, a sleep can be regarded as not only a time to resolve a mental conflict but also a time to supplement a physical energy. Subsequently, a sleep is very important in that it goes beyond the level of a mere rest and includes a positive process to resolve a conflict in the past and to prepare for tomorrow.

This research is to evaluate an effect on inducing a sleep by Delta music which is specially produced as a music to induce a sleep by a researcher. It is aimed to obtain basic data to provide an answer to questions, i.e., can Delta music which is composed to induce a sleep induce a sleep through a clinical experiment? how much time does Delta music reduce to reach a sleep?

This experiment is to clinically evaluate an effect on a sleep inducement with respect to a general healthy adult by Delta music which is produced for the purpose of a sleep inducement. It was conducted to fourteen adult men and women who wanted to receive a treatment in a sleep disorder. The experimented person was ordered to participate in an experiment under the state of not taking any medicine during the measuring period, to lie on an armchair, to listen to a music through a headphone and to lead to a sleep. The experiment was classified as three groups who listened to

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

three different conditions of music such as (1) No music, (2) Delta music, and (3) Contrast music. Through such process, a brain wave of the experimented person was measured and analyzed. The music was reproduced through a computer. A measurement and an analysis of a brain wave including a reproduction of a music were integrated and managed by the same computer for the purpose of an experimenter's easy control. In some experiment, in addition to a measurement of a brain wave, the BIS monitor XP was used to evaluate a state and a degree of an unconsciousness. The BIS index measured in the BIS Monitor XP is a tool which is used to evaluate an effect and a state of an anesthesia for a patient subject to an operation. The BIS result can be used to re-verify data on a brain wave measured and provides data to evaluate a point in time of a sleep. Delta music is a mixture of a natural sound of raining and a sound source to induce Delta wave. The Contrast music was used by mixing a sound of raining with Adagio from Violin sonata N. 5 F major op. 24 by L. von Beethoven.

제주대학교 중앙도서관

Regarding the number of experiments performed with respect to fourteen experimented persons, total 36 cases were conducted, i.e., the nine times of application of No music, the nine times of application of Delta music which is a music to induce a sleep, the nine times of application of Contrast music and the nine times of Program music in order to find out the correlation between Delta music and Contrast music. A delta wave and a theta wave showed the subsequent order of Delta music> Contrast music> No music. In case of an alpha wave, the order was No music > Contrast music> Delta music. With regard to a beta wave, the order was Contrast

music> No music> Delta music.

In case of playing Delta music for the applicable persons, the size of a delta wave was much bigger than in case of Contrast music or No music. On the contrary, an alpha wave in case of Delta music was far lower than in case of No music and Contrast music.

To summarize a major conclusion obtained by calculating an effect on a sleep inducement of Delta music produced in order to induce a sleep in terms of a percentage per a brain wave signal and a frequency band, a delta wave and a theta wave which are related to a sleep showed a significantly high value (47.21 %) in case of Delta music, reducing in the order of Contrast music(40.02 %) and No music(33.30 %). A standard deviation to a mean value showed the lowest 4.99 % in terms of Delta music, which is lower than 5.92 % of Contrast music and 1/3 level of 14.71 % in No music. This means that most persons who were experimented obtained the same level of effect to induce a sleep. An alpha wave which showed the opposite characteristics from a delta wave showed the highest in No music (29.92 %) with the subsequent order of Contrast music (19.87 %) and Delta music (14.93 %).

Accordingly, as a result of giving a reliability to the experiment on a result from an effect of an inducement by a delta wave, such conclusion was obtained that Delta music which was composed through a music of a sleep inducement as a purpose of this experiment assisted in a sleep inducement.

This research does not include contents on a characteristic in terms of

제주대학교 중앙도서관

the bio acoustics and a psychological reaction by the experimented person. From now on, this part should be studied in order to produce a music of a sleep inducement which maximizes an effect of a sleep inducement. In addition to a brain wave, a physiological change relevant to a sleep, i.e., an electromyogram, an electrocardiogram, a cardiophonogram and GSR, etc. can be named. It is important to measure such physiological change in order to obtain more detailed data with regard to a quality of a sleep. In this regard, a consideration on such physiological response should be made for the purpose of an accurate evaluation on a point in time of a sleep. Moreover, it is essential to conduct a subsequent study such as a measuring work, etc. in terms of the bio acoustics with regard to an aspect of a sense to a sound by way of a more in-depth experiment, research and analysis with respect to a sound source.

제주대학교 중앙도서관

It is expected in the future that the experiment tools and results developed in this research will be very usefully utilized in the development of the bio feedback systems in order to induce a sleep without using any medicine for an insomniac.

I. 서 론

1.1 연구의 배경 및 필요성

1.1.1 수면

우리가 살아가는 자연 속에 리듬이 있듯이 우리의 몸에도 리듬이 있다. 우리 몸속의 심장 박동, 호흡, 장 운동 등도 우리 스스로가 못 느끼지만, 그 리듬의 일부이다. 그 중에서도 우리가 경험하는 중요한 신체 리듬이라면 수면을 들 수 있다. 사람이 낮에 깨고 밤에 자는 것은 낮과 밤이라는 자연의 주기와 리듬에 우리 몸이 맞추어져 있기 때문이다. 이 리듬이 깨질 때 나타나는 증상이 불면증이다. 불면증은 몸이 아프거나 심리적으로 불안할 때에도 오지만, 환경적인 문제가 있어도 불면증이 온다.

제주대학교 중앙도서관

수면은 사람에게 휴식의 시간을 제공한다. 체력을 축적할 수 있는 에너지의 공급이 이루어지는 것도 수면을 통해서이다(과학동아 1996-08) 즉, 수면은 일상생활에서 활동하는데 사용되는 에너지를 보충하는 시간이다. 성장기의 아이들에게 필요한 성장 호르몬이 가장 많이 분비되는 시간도 잠자는 동안이다.

우리 몸에서 뇌는 생명유지를 위한 모든 생물학적 기능을 총괄하는 곳이다. 잠자고 있을 때마저도 전 세계의 전화 교신 량을 다 합친 것보다 많은 양을 교신하고 있다. 이 뇌가 적절한 활동의 균형을 유지하기 위해서는 휴식이 필요하다. 이러한 휴식은 그나마도 대부분 수면 시간에 이루어진다. 만일 잠이 부족하면 뇌는 생화학적, 전기적 균형을 잃게 되고 다음날 생활에서 부딪치는

여러 가지 자극에도 효과적으로 대응하지 못할 것이다(Ratcliff J.D 1995).

요약하면 수면은 정신적 갈등을 해소하는 시간이기도 하고, 신체적 에너지를 보충하는 시간이라고 할 수 있다. 따라서 수면은 단순한 휴식의 차원을 넘어서서 지난 일에 대한 갈등해소와 내일에 대한 준비하는 적극적인 과정을 담고 있기 때문에 매우 중요하다. 잠을 못 자게 하면 사람은 정신적으로 혼돈의 상태가 된다. 환각, 망상도 일어날 수 있다. 수면 박탈이 모진 고문 수단으로 이용되는 것도 이러한 이유에서이다. 동물 실험에서 수면 박탈을 시키면 음식섭취는 증가하지만 체중은 감소하고, 체온이 떨어지며 궁극적으로는 죽음까지도 유발할 수 있음이 관찰되었다.

수면의 중요성과 수면과 관련된 생리적 변화나 질병에 관심을 갖게 된 것은 의학의 발전에 비해 아주 최근이라 할 수 있다. 뇌파의 발견 및 측정은 수면에 대한 많은 정보를 얻을 수 있도록 하였다. 1875년 Richard Carton에 의해 동물에서 뇌파를 발견하였다. Hans Berger (Austrian)가 1929년 최초로 인간의 뇌파를 기록하였다.

제주대학교 중앙도서관

뇌파는 피질막 신경세포의 전기적 방전의 변화에 의해 발생한다. 수면 단계에 대한 분류가 시작된 것은 1936년 Loomis, Davis, Harvey에 의해서이다 (Havey S.G 1978).

수면의 단계에서 중요한 역할을 하는 렘(REM)수면은 1953년 Aserinsky & Kleitman에 의해 보고 되었다. 1957년 수면 단계별 뇌파의 변화는 Dement, Kleitman에 의해 자세히 보고 되었다. 최근 수면다원검사기(PSG)출현으로 수면의학 분야는 급속히 발전하여, 수면에 관련된 질환만 100여 가지 분류할 만큼 급속하게 발전하고 있다.

1.1.2 수면 장애: 불면증

수면 장애는 오늘날 살아가는 우리 인간에게는 이제 일상적인 것으로 간주되고 있다. 세계 여러 나라에서 조사한 연구 자료에 의하면, 38~45%의 인구가 부적당한 수면을 취하고 있고, 세계인구의 3분의 1은 일시적이거나 연속적인 수면 장애로 고통을 받으면서 전문가의 치료를 필요로 하고 있다. 또한 1.5~3%의 인구는 계속적으로, 25~29%의 인구는 일시적으로 수면제를 복용하고 있는 실정이다 (Levin 1998, Benoit 1991).
통계에 의하면 성인의 2-4 % 는 폐쇄성 수면 무호흡증으로 고생하고 있고 그 외에도 많은 환자들이 수면장애에 대해서 호소하고 있는 실정이다. 일본 성인의 경우 50%인 절반 정도가 불면증에 시달리고 있다는 최근 연구결과가 나왔다. 미츠카니 무라사키 기타사토대학 전(前) 교수가 일본 성인 1만 명을 대상으로 조사한 결과 28.5 % 가 불면증을 앓고 있으며 또 다른 20.9%도 불면증에 걸렸을 가능성이 있는 것으로 나타났다고 전했다 (연합통신 2002,5).

제주대학교 중앙도서관

수면장애는 불면증을 유발한다. 임상적으로 불면증은 수면에 이르는데 있어서나 수면을 유지하는데 어려움이 있는 상태를 말하고 그 증상이 한 달 이상 지속되는 경우를 말한다. 수면 장애는 성격이 매사에 완벽한 것을 추구하는 강박적 성격의 사람들에게서 흔히 볼 수 있다. 수면이 자기 뜻대로 조절되지 않을 때 쉽게 긴장하고 불안해함으로 일어난다. 잠자는 시간이 가까워 올수록 '내가 오늘 밤 잘 잘 수 있을까'하는 긴장이 고조되면서 억지로 자려고 애쓰고 '이러다가 내일 내가 일을 못하면 어떻게 하나'하는 불안이 오히려 뇌를 더 깨우는 작용을 하여 불면증으로 이행되는 것이다. 이때 시끄러운 소음이나 온도 조절의 실패 등 잘못된 수면환경이 이를 더욱 악화시키는 것이다.

수면 장애의 원인은 크게 4가지 범주로 나눠볼 수 있다. 첫째는 정신과적 질

환과 동반된 경우이다. 두 번째는 신체적 질병이 원인인 경우이다. 셋째는 일상적인 스트레스나 입원과 같은 환경적 변화로 인한 수면 장애이다. 넷째는 특별한 원인을 찾아볼 수 없는 경우이다.

불면증 환자의 일반적인 치료법으로 수면 환경 치료, 명상이나 근육 이완, 복식 호흡법, 이완요법, 또는 수면제, 멜라토닌 (0.5~5mg미만), 디아제팜(diazepam)을 소량투여 하는 약물 요법 등이 있다. 약물 투여는 생식 기능 저하, 정자 운동과 성 충동 억제 등의 부작용이 따른다. 현대인의 대부분이 불면증으로 인해 고통을 받고 있는 현실에 비추어, 부작용을 최소화하며 치료 효과를 얻을 수 있는 다양한 형태의 치료 술 특히 비 약물적인 요법의 개발은 의학적으로 매우 중요한 연구의 대상이라 할 수 있다.

1.1.3 음악 요법: 수면 장애

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

음악 요법이란 음악을 응용하여 인간의 심리적인 면을 제어함으로써 건강을 회복하고 증진시키는 일종의 심리 요법의 하나이다. 음악은 말로 하는 심리치료와는 달리, 인간의 영혼 깊숙한 곳을 어루만져 줌으로써 정신적으로 평온한 상태를 유지시켜 준다(박경규 1994,2000). 이런 현상은 음악이 인간의 심리적 생리적인 스트레스(stress), 통증(pain), 불안(anxiety), 격리감(isolation)을 감소시켜주기 때문이다. 적절하게 선택된 음악은 우리 인체의 자율 신경계를 제어하여 인체를 이완시키거나 스트레스의 전환을 유도하는 기능을 지닌다(Schlberg,1981).

음악 요법은 수면 장애자에게 종종 의외로 좋은 효과를 제공하기도 한다. 1996년 미국의 루이빌 의과대학 부속 병원에서 25명의 수면 장애 환자들 대상으로 정상적인 심장 박동수 보다는 다소 느린 바로크 음악과 뉴 에이지 음

악을 들려주었는데, 한 명을 제외하고 모두 수면 상태가 양호해졌고, 몇몇 사람은 수면제 복용을 중단 할 수 있었다(Campbell 1997). 그러나 아직 수면 유도 사용되는 음악에 대한 수면 유도 효과에 대한 체계적인 연구가 이루어지지 않고 있는 실정이다.

본 연구에서는 본 연구자가 수면을 유도하기 위해 특별히 고안한 수면 유도 음악 일명 델타 음악 (Delta Music)에 대한 효과를 과학적으로 고찰하고자 한다. 델타 음악에 대한 인간의 심리적 변화를 수면 관련 뇌파 측정을 통해 분석하고, 결과를 바탕으로 음악이 불면증후군에 대한 비약물적 치료술의 수단으로 활용 가능성을 구체적으로 논의하고자 한다. 본 연구자는 향후 본 연구 결과를 토대로 수면 음악 및 생체 반응 관찰 시스템을 합병하여 비약물적 불면증 치료를 위한 수면 유도 바이오 피이드백 시스템 구성을 추진할 계획이다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

1.2 목 적

본 연구의 목적은 본 연구자가 수면 유도 음악으로 특별히 제작한 델타 음악 (Delta music, 박경규 1994, 2000)의 수면 유도 효과를 평가하기 위함이다. 임상적 실험을 통해 수면 유도를 위해 작곡된 델타 음악이 수면을 유도할 수 있느냐 ? 델타 음악이 수면에 이르는 시간을 얼마나 짧게 하는가 ? 에 대한 답을 제공할 수 있는 기본 자료를 얻기 위함이다.

본 연구에서는 뇌파의 반응을 비교 분석하여 수면관련 뇌파인 델타 파의 증가와 델타 파와 세타 파의 상호 증가 및 알파파와 베타 파의 변화 등을 분석하

고 비교하여 그 결과를 도출하고자 한다. 본 연구에서는 피 실험자가 수면에 이르는 과정과 수면에 빠져 든 후 일정한 시간까지의 변화를 평가하였으며, 그 이후의 수면의 질과 수면의 지속 시간, 수면 후의 신경학적 변화는 본 연구 대상에서 제외하였다.

1.3 논문의 개관

본 연구의 핵심 내용은 수면 유도 음악으로 제작된 델타 음악이 과연 수면 관련 뇌파인 델타 파를 유도하고 수면에 이르는 시간을 단축시킬 수 있는지에 대한 임상적인 평가이다.

제주대학교 중앙도서관

본 논문에서는 델타 음악의 효과를 비교 평가하기 위해 3가지 실험 군으로 구분하여 수면을 유도하고 뇌파를 측정했다.

(1) 델타 음악 그룹: 델타 음악(Delta Music)을 들려주며 수면 취하게 함.
(2) 대비 음악 그룹: 기존의 대표적인 수면 유도 음악으로 사용하는 클래식 음악인 베토벤의 바이올린 소나타 제5번의 2악장 아다지오 (이후 "대비 음악", Contrast Music)를 들려 수면 취하게 함.
(3) 무 음악 그룹: 동일한 환경 하에서 음악을 들려주지 않고(No music) 수면 취하게 함.

델타 음악과 대비 음악에 대한 음악적 배경 및 심리 음향학적 특성은 2장에서 기술하고 있다.

델타 음악의 수면 유도 효과를 평가하기 위한 기본 자료로 뇌파를 이용하였다. 본 연구에서는 수면 효과 분석을 위한 뇌파 측정 장치를 특별히 고안하여 사용하였다. 특히 수면과 관련성이 높은 델타파의 반응 특성을 집중적으로 관찰하였다. 뇌파 측정 장치 및 분석 방법에 대한 상세한 설명은 3장에 기술하고 있다.

4장에서는 델타 음악을 들려준 환자로부터 측정한 전형적인 뇌파 및 수면 관련 뇌파인 델타파의 유도 효과를 분석하고 있다. 5장에서는 측정 결과에 대한 해석 및 한계 등을 언급하였다. 뇌파 외에도 BIS 수치와 설문지를 통한 자료와 연구자의 시각적인 평가를 뇌파 분석 결과를 상호 검증하기 위해 필요시 부가적인 자료로 활용하였다. 특히 향후 추가적인 연구가 수행 되어야할 수면 시점에 대한 토의하였다. 최종 결론은 6장에서 요약하고 있으며 추후 연구 내용을 제시하였다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

II. 수면 유도 음악

수면 유도 음악이란 수면을 유도하기 위하여, 음악적 기능과 음향학적인 특성을 활용하여 창작한 음악을 말한다. 수면 유도 음악은 음악이 지닌 특성을 활용하여 수면 뇌파인 델타 파(Delta wave)를 유도하는 효과를 자아내도록 작곡된다.

본 장에서는 수면 유도 음악의 이론적 배경을 요약하고, 본 연구자에 의해 창작되어 보급되고 있는'델타음악'(박경규, 2000 웅진미디어)의 음악적인 특성을 설명한다. 종종 수면 유도 음악으로 사용되는 대표적인 클래식 음악인 베토벤의 바이올린 소나타 제5번의 아다지오 (대비음악)와 비교하여 기술하고자 한다. 또한 델타 음악과 대비음악에 대한 대표적인 심리 음향학적인 특성을 비교하였다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

2.1 수면 유도 음악

조용한 음악이다. 소리가 여리고 약하다. 라고 표현하는 소리 또는 음악. 혹은 약한 협화음, 개리 화음 형태로 펼쳐서 연주한 음악들, 느린 템포의 독주곡 중심의 음악들은 인간의 심성을 제어하는 힘을 지닌다. 사람은 어떤 음악이 지닌 특성에 의해서 생체는 스스로 감응한다 (박경규 1994).

낮에 우는 풀 벌레소리나 산새소리 같이 산뜻한 소리는 정신을 맑게 해주는 알파파의 파장을 지니고, 비 오는 소리(빗소리)나 비 내리는 날의 전경을 고

스란히 담은 내추럴 사운드는 인간의 심성을 정적으로 다스리는, 델타 파의 파장을 지닌다. 이처럼 대자연에는 스스로를 정화시키는 자정의 효과가 있듯이 인간도 마찬가지이다. 인간에게는 편안하고 안정된 내적 평형 상태를 유지하려는 힘이 있다. 이런 관계에 있어서 음악과 인간의 뇌와의 신경학적인 측면에서도 상호 반응하는 결과이다(박경규 2000).

음악은 신경 생리학적으로 뇌 활동에 관여한다. 뇌의 청각 회백질로 부터 직접 정서반응을 중추신경에 전달하여 주변 조직에 반응 하도록 한다.
음악은 음악이 지닌 특유의 미세한 리듬에 의하여 우리 몸의 말초 신경을 제어 한다.(박경규 1994) 확대 해석하면, 어떤 종류의 수면 문제이든 음악은 효과를 기대할 수 있다 (Kankas 1996). 그러므로 수면장애자나 불면증 환자에게 적절한 음악을 활용하면 음악이 지닌 특유성에 의하여 뇌 활동에 관여하고, 심리적으로나 신경학적 또는 생리학적으로 우리 생체를 제어하여 수면을 유도 할 수 있을 것이다 (김영우 & 박경규 1998)

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

수면 유도 음악은 이와 같은 정적인 소리의 집합체와 음악 그 자체가 지니고 있는 고유의 특성을 포함한다. 예를 들어 수면 유도 음악은 I, IV, V 주 화음 중심의 화성진행이나 이런 구성에 약간의 부 화음을 첨가한 단순하면서도 결집력이 있는 느린 템포의 음악. 개리 형태로 구성되는 느린 독주곡 중심의 음악. 강약의 대비가 숨어 있는 음악 등 이런 음악적 장르 속에 숨어 있다.

2.2 음악적 특성

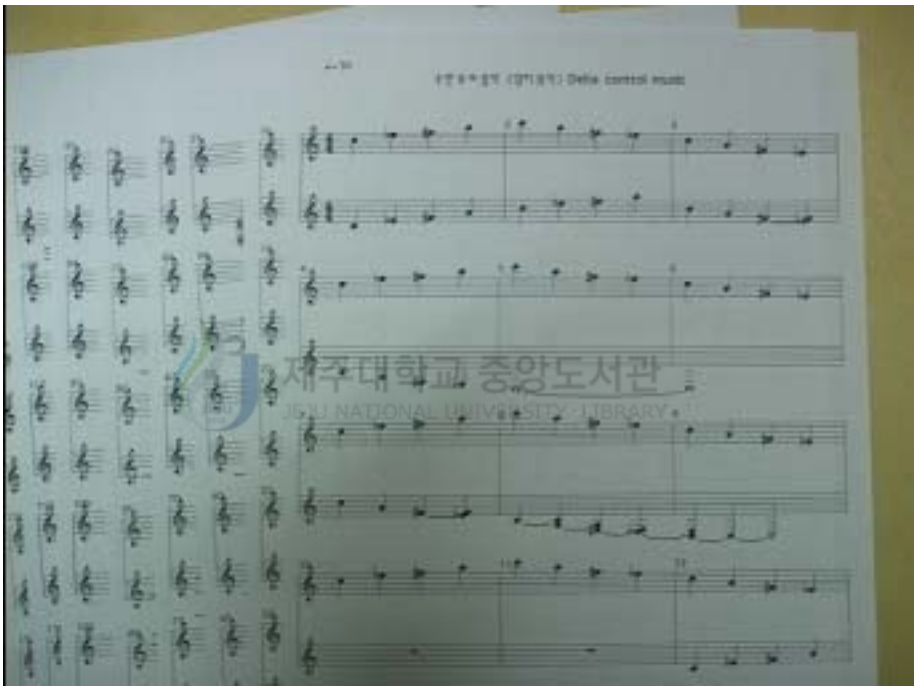
2.2.1 델타 음악

델타 음악은 1994년 최초로 제작(SCHM-12)하여 매스컴(조선일보,KBS-TV 등)의 집중 조명을 받은 바 있는 불면증치유음악(박경규,1994 서울음반)을 1차 업그레이드하여 제작하였다.

델타 음악은 자연의 소리 중에서 비 오는 소리와 느린 템포의 화성적 진행으로 창작된 음악(1부, 2부)으로 구성되어져 있다. 1부는 도입부에 흐르는 빗소리(비 오는 소리)는 고즈넉한 시골의 전원풍경을 연상되도록 하여 생체에 심리적 안정을 찾도록 한다 (박경규 1994,2000). 이어서 흐르는 C단조, 4/4박자의 느린 렌토(Lento ♩ = 30)의 1부 음악은 신체에 긴장과 이완을 교차시키며 델타 파의 파장을 생성토록 한다. 이런 음악류는 전반적으로 생체 리듬에 변화를 준다. 곡 첫머리에 흐르는 느린 감3화음(Cm diminished chord)의 선율적 상행과 하행진행의 분산화음은 맥박과 호흡의 흐름에 관여하여, 생체 리듬을 약간의 긴장(tension)을 부여해 준다(그림 2.2-1). 전반적으로 심장 박동수 보다 느린 곡 템포도 이런 주장을 뒷받침 한다 (Campbell 1997).

이런 도약 진행의 상 하행을 몇 번을 반복한 후, 안톤 드보르자크의 교향곡 제9번의 2악장의 주제(Theme)의 선율을 편곡하여 아주 느린 템포로 나지막하게 연주된다.
다시 전원풍경을 연상케 하는 비 오는 장면의 자연의 소리를 DAT(Digital Audio Tape)로 녹음하여 미세한 음의 흔들림과 저주파의 파장을 그대로 담아낸 후, 2부 음악으로 토속 민요조의 5음계의 선율이 몇 차례 흐른 후. I, IV, V 중심의 화음진행이 반복되다 종료된다.

이런 과정의 음악을 직접 체험하면서 우리 인체는 자율신경계에 의하여 음악에 자동 감응(sympathy)을 하는 것이다 (박경규 1994).이와 같이 소리는 민



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

그림 2.2-1 델타 음악의 중요 부분 악보

감한 세포, 조직, 기관에 미세한 영향을 주어 호흡, 맥박, 혈압, 근육긴장도, 피부온도 등에 미묘한 변화를 시킨다.(Campbell, Don 1997)

델타음악은 곡 전반부에 깔려있는 비 오는 소리. 즉, 자연의 소리(Natural sounds)와 음악 그 자체가 지니고 있는 음악학적 음향학적 값에 의해서 인체에 긴장과 위안을 반복적으로 부여하고, 우리 생체리듬에 관여해 뇌의 활동(시냅스작용)에 영향을 주며, 생체의 심리적 생리적 변화를 가져오게 한다(박경규 1994, 2000).

2.2.2 대비 음악: 베토벤의 바이올린 소나타 제5번의 2악장 아다지오

대비 음악은 베토벤의 유명한 바이올린소나타로 애호가들의 가장 즐겨 듣는 독주곡장르의 한곡이다. 이 곡은 그의 10개의 바이올린 소나타 작품 중에서 제9번 '크로이쩌'소나타와 함께 유명한 작품의 하나로 일명 '봄 Spring' 이라는 부제를 달고 있다. 여기 사용되고 있는 2악장 아다지오는 4분의 3박자 Bb장조이다. 아름다운 주제 선율은 전반부에는 딸림화음으로 반종지하고 으뜸화음으로 완전종지를 이루고 있어 수면을 돕는 음악으로 그 활용성이 높다. 피아노와 바이올린의 조화는 다양한 측면에서 수면과 무관하지 않다. 느린 아다지오 템포로 두 악기가 각각 주제 선율을 변화시켜 심층적으로 진행해 나가는 음악적인 깊이는 마음을 정적으로 만든다. 바이올린이 주제를 반복하고, 피아노는 분산화음으로 연주한다. 조성은 Bb장조지만 Gb장조로 전조되어 연주되다가 다시 Bb조로 돌아온다. 비교적 자유로운 변주곡 형식으로 두 영역이 서로 마치 연인처럼 은밀한 대화를 나눈다. 여기에다 수면유도음악인 델타음악과 같이 비 자연의 소리인 비 오는 소리를 동일한 형태로 담았다. 그러므로 델타음악과 동일한 환경과 조건으로 갖춰줌으로써 수면유도 음원의 값을 보다 분명히 하고자 한다.

제주대학교 중앙도서관

그러나 음원에 대한 음악적 특성이나 음향학적 값은 전연 다르다. 대비음악의 음악적인 특성은 델타음악에 비해 훨씬 깊다. 화성적인 색체나 선율적인 값, 음악에 대한 다이나믹도 델타음악 보다 강하다. 단, 템포의 대비는 비슷하다.

2.2.3 델타 음악과 대비 음악과의 비교

이와같이 대비음악은 음악적인 측면에서도 템포의 변화나 선율이 가져 다 주는 심리적인 측면에서도 수면을 돕는 음악으로 알려져 있다. 그러나 의도적으로 수면을 유도하기 위해 제작된 델타 음악과는 음악적으로 다른 특징을 가진다. 화성적인 색체나 선율적인 값, 음악에 대한 다이나믹, 선율의 감성적인 측면도 델타 음악 보다 강하다. 델타음악은 수평적이고 부드러운 음악이지만 대비음악은 보다 수직적이고 음악적 개성이 더 강하다. 단, 템포의 대비는 비슷하다. 이에 비해 델타 음악은 오히려 단순하다. 선율적인 면이나 화성적인 값도 기본 화음과 부 7화음중심의 순차적 진행이다. 음악적인 깊이나 화성적 다이나믹한 측면에서 오히려 단순한 기법으로 하여금 생체 감응도를 더 해 줄 수 있음을 감안하여 작곡한 점도 수면유도음악의 특징 중의 하나이기도 하다.

제주대학교 중앙도서관

전술한 바와 같이 델타 음악은 2부로 나눠져 있다. 1부는 약간의 긴장을 부여하고 이목을 집중시키기 위해 곡 첫머리에 흐르는 느린 감3화음(Cm diminished chord)의 선율적 상행과 하행은 맥박과 호흡의 흐름에 관여하고, 생체 리듬에 긴장(tension)을 부여해 준다.

델타 음악과 비교 음악은 음악적 차이점이 존재하지만 동시에 수면 유도 관점에서 음악적으로 상반되지 않은 특성을 지닌다. 만약 비교 음악이 비트가 강한 뉴 에이지류의 음악이나 클래식 음악이라 할지라도 음량이 크고 스케일이

큰 관현악 곡이라면, 델타 음악과 비교하여 수면 유도에 현저한 차이를 보일 것으로 예상된다.

대비 음악으로의 역할을 위해 필요한 음악적인 차별성과 동시에 수면 유도를 위한 음악적인 동질성을 유지하도록 하기 위해, 본 실험에서는 대비 음악으로 선정한 베토벤의 바이올린 소나타 제5번의 2악장 아다지오에 약간의 수정을 가했다. 즉 대비음악에도 델타 음악과 유사하게 자연의 소리를 BGM(back ground music)로 깔았다. 델타 음악과 같이 비 오는 소리를 담은 자연의 소리를 서로 동일한 형태로 담았다. 델타음악의 연주시간은 30분이고 대비음악인 베토벤의 바이올린 소나타 제5번의 아다지오의 연주 시간은 16분 27초이다. 대비음악을 음악적으로 지루하지 않게 적절히 반복하도록 하여 총 연주시간을 거의 동일하게 설정하였다. 그러므로 실험에 사용된 비교 음악은 델타 음악과 유사한 환경(분위기)을 구비하고 있다. 실험을 통해 델타 음악과 차별성을 가지는 음악적인 특성이 수면 유도의 효과를 미치는 영향을 평가할 수 있을 것으로 기대된다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

2.3 심리음향학적 특성

음악의 음파 신호의 주파수 스펙트럼을 살펴보고, 이를 바탕을 음파 신호의 심리적 효과를 정량적으로 표현하는 심리 음향 변수 특성을 분석하여 보았다. 심리 음향 변수에 대한 상세한 설명은 최민주(1997)에 요약되어 있다.

음향 신호 (그림 2.3-1): 본 실험에서 사용한 델타 음악 및 대비 음악의 음파 신호를 보여 주고 있다. 그림에서 수평축은 시간 (Sec)을 의미하고 수직축은

음압 (Pa)을 나타낸다. 그림에서 L은 헤드폰 왼편 신호, R 은 헤드폰 오른편 신호를 의미한다 (그림 2.3-1부터 2.3-7까지 L 과 R 은 같은 의미를 가진다). 델타 음악은 음파 신호의 강약의 변화가 심하게 보이고 있다. 반면 대비 음악은 전반적으로 변화가 없으며, 400초 이전 전반부에는 낮은 음압을 유지하다가 그 이후에는 음압이 상승한 상태를 유지한다.

주파수 스펙트럼 (그림 2.3-2): 그림의 수평축은 주파수(Hz) 이며, 수직축은 음악 수준 (SPL in dB)를 의미한다. 델타 음악은 100 Hz 이하의 신호에서 대비 음악보다 낮은 에너지를 가지고 있는 것으로 나타났다. 4,000 - 5,000 Hz 구간에서 두 음악은 모두 에너지가 돌출된 특이한 스펙트럼을 보여주고 있다. 델타 음악은 100Hz 까지는 완만하게 상승하다가, 그 이후 10 kHz 이하에서 다시 완만히 감소하고 있다 반면 대비 음악은 10 KHz 까지 완만하게 감소하는 형태 이다. 두 음악 모두 10 KHz 이후 급히 감소하고 있다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

시간-주파수 특성 (그림 2.3-3): 앞선 주파수 스펙트럼 (그림 2.3-2)은 음파 신호 전체에 대한 평균적인 주파수 특성을 보여 준다. 시간의 흐름에 따른 주파수 대역별 신호의 에너지는 시간-주파수 특성에서 볼 수 있다. 그림에서 수평축은 시간 (Sec), 수직축은 주파수를 의미하고 음압 수준 (SPL in dB)은 gray scale로 표현하였다. 델타 음악의 시간에 따른 주파수 스펙트럼은 대비 음악에 비해 변화가 심한 것으로 나타났다. 델타 음은 초기 900초 까지는 100-200 Hz 부근에 많은 에너지를 보이고 있다. 이후에는 5-10kHz 부근의 신호가 강하게 나타났다. 즉 델타 음악은 초기에는 저음 신호가 강하다가 후반부에는 고음 신호가 강하게 나타난다. 대비 음악은 전 시간에 걸쳐 스펙트럼의 큰 변화가 없는 것으로 나타났다.

시간-라우드니스 (그림 2.3-4): 라우드니스는 인간이 느끼는 소리의 크기에

대한 심리적인 지수이고 단위로 sone을 사용한다. 델타 음악은 시간 따라 변화하는 평균적인 라우드니스 값이 심하게 변화한다. 대비 음악은 평균적인 라우드니스가 거의 변화하지 않고 거의 일정하게 유지하되, 평균값을 중심으로 변동의 폭은 델타 음악보다 아주 크게 나타났다. 본 실험에서는 델타 음악과 비교 음악의 전 시간 동안에 대한 라우드니스 평균 값을 동일하게 하도록 하여 소리 크기에 대한 효과의 차이를 배제하도록 하였다. 실제로 델타 음악의 라우드니스 값은 12.36 sone, 대비 음악의 경우는 12.085 sone 값을 가진다 (표 2.3-1 참조).

시간-샤프니스 (그림2.3-5): 고음부 소리의 상대적인 크기를 보여주는 지수이며 단위로 acum을 사용한다. 델타 음악은 초기에 크게 요동하면서 감소하다가 750 초에 최저치 1 acum 값을 가진다. 그 이후부터는 샤프니스는 계속 증가하다가 1,250 초에 최대 5 acum에 도달하고 그 이후 완만하게 감소한다. 대비 음악은 초기에 완만하게 감소하여 200초 부근에서 최저치 1.5 acum 값에 도달하고 다시 서서히 상승하여 600초 이후에는 3 acum 값을 끝까지 유지하고 하고 있다. 델타 음악은 시간에 따라 샤프니스값의 변화가 큰 반면, 대비 음악은 변화가 크지 않은 것으로 나타났다. 샤프니스의 평균값은 델타 음악이 3.69 acum으로 대비 음악의 2.626 acum 보다 매우 높은 것으로 나타났다.

시간-러프니스 (그림 2.3-6): 러프니스는 비교적 큰 주파수 차이를 가지는 두 소리가 합성될 때 발생되는 소리의 beating 현상을 정량화 한 지수이다. 단위로 asper를 사용한다. 심리적으로 음의 거칠기와 관련된다. 델타 음악은 초기 러프니스가 매우 크지만 후반부에는 작아지고 있다. 반대로 대비 음악은 초기에는 러프니스가 작다가 400초 이후부터 큰 값을 유지하고 있다. 즉 델타 음악의 경우 소리의 거칠기는 수면이 진행 될수록 작아지도록 되어 있는 반면

제주대학교 중앙도서관

표 2.3-1 델타 음악과 대비 음악의 심리 음향 변수의 값 - mean (Left, Right)

심리 음향 변수	델타 음악	대비음악
연주시간 (sec)	1,800	987
음압 (SPL in dB)	60.76 (60.54, 60.95)	62.18 (61.81, 62.54)
라우드니스 (sone)	12.36 (11.90, 12.82)	12.06 (11.63, 12.54)
샤프니스 (acum)	3.69 (03.79, 03.59)	2.63 (02.62, 02.63)

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

대비 음악은 오히려 수면이 진행 될수록 소리의 거칠기가 커지고 있다. 두 음악의 경우 헤드폰의 오른쪽과 왼쪽 신호의 러프니스 값이 평균값은 유사하나, 변동의 폭은 오른쪽 신호가 큰 것으로 나타났다.

시간-토널러티 (그림2.3-7): 특정한 톤이 얼마나 강조되는 가에 대한 느낌을 수치로 표현한다. 단위로 tu를 사용한다. 델타 음악의 경우 전반부 (250초 - 750초)에 매우 높은 값을 보인다. 이 구간에서 토널러티는 최대 0.9 tu 값에 도달하고 있으며, 500초를 중심으로 대칭적인 커브를 그리고 있다. 1000초 이후 토널러티는 거의 0 의 값을 유지하다가 다시 1300초 이후 다시 약간 상승하고 있다. 대비 음악의 경우 토널러티는 초기 350 초 에서는 0-0.75 tu 사이에서 크게 변화화면서 증가하다가 감소한다. 그 400초 이후에는 토널러티는 거의 0의 값을 유지하고 있다.

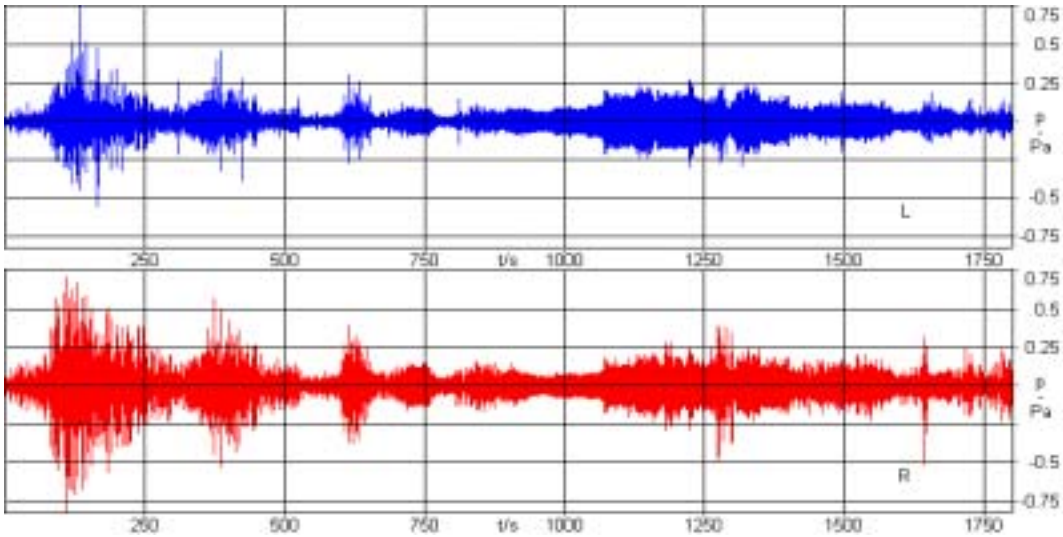
제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

표 2.3-1 델타 음악과 대비 음악의 주요 심리 음향 변수의 값을 요약하고 있다. 표에서 보여 주듯이 델타 음악과 대비 음악의 라우드니스의 값이 거의 동일할 때 예상할 수 있듯이 음압은 델타 음악과 대비 음악이 유사하게 나타났다. 주요 심리 음향 변수인 델타 음악은 샤프니스, 러프니스, 토널러티의 값이 대비 음악보다 크게 나타났다.

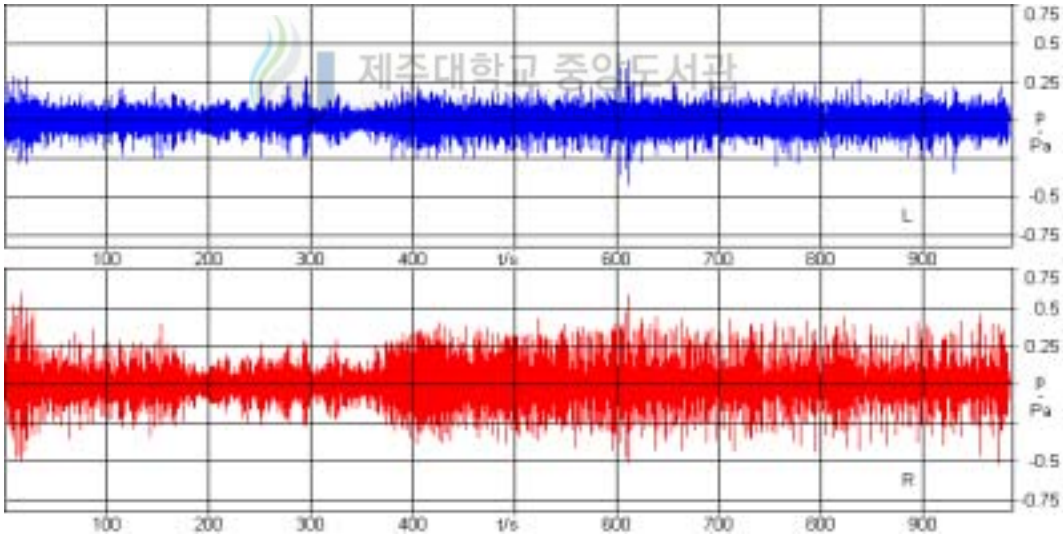
요약하면 델타 음악과 대비 음압은 음향 신호 면에서 매우 다르게 나타났다. 델타 음악은 음향 신호의 변화가 심한 반면, 대비 음악은 평균 값의 변화가 거의 없이 두꺼운 띠를 형성하고 있다. 이는 델타 음악은 특정한 소리의 성분이 강조되고 있음을 의미한다. 대비 음악은 다양한 악기의 소리가 합성되어 다수의 톤이 합성된 형태를 반영한다. 이 부분은 심리 음향 변수인 토널러티의 값이 델타 음악에서 대비 음악보다 매우 크게 나타난 것으로 확인할 수 있다. 시간에 따른 심리 음향 변수의 변화도 이러한 음향 신호의 특성을 반영하

여, 델타 음악에서 시간에 따른 샤프니스, 러프니스의 변화가 큰 것으로 나타났다. 본 실험에서는 소리 크기에 대한 효과를 배재하기 위해 두 음악의 라우드니스 값을 12 sone 정도로 동일하게 유지하도록 하였다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

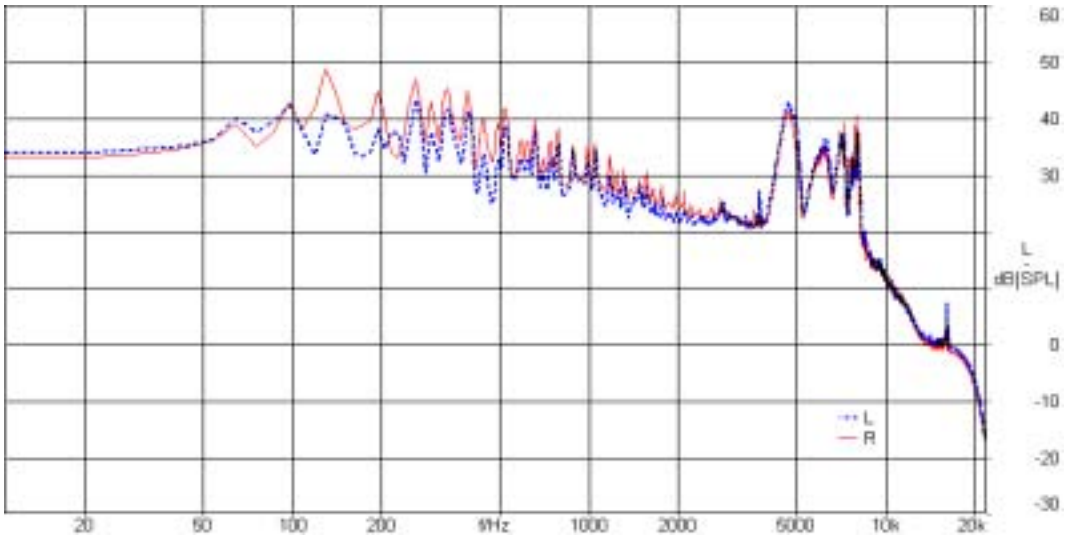


(a)

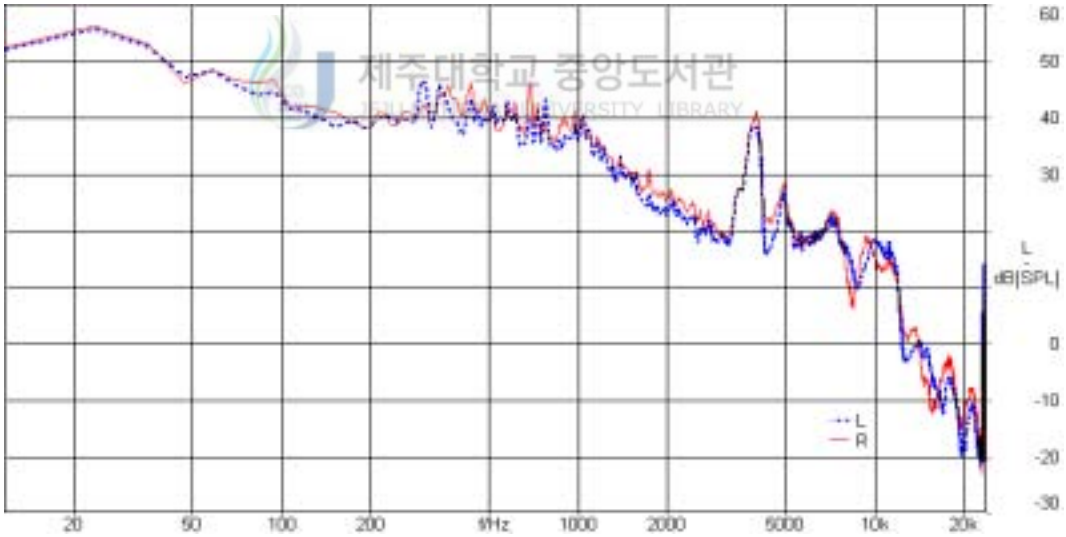


(b)

그림 2.3-1 델타 음악 및 대비 음악의 음향 신호. L: 헤드폰 왼쪽 신호, R: 헤드폰 오른쪽 신호, 수평 축: 시간 (sec), 수직 축: 압력 (Pa)



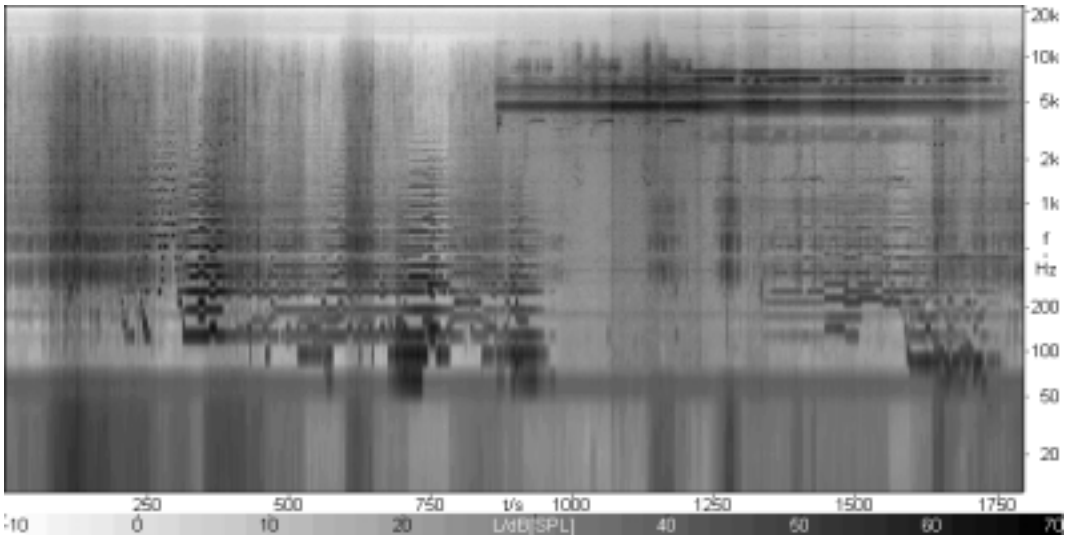
(a)



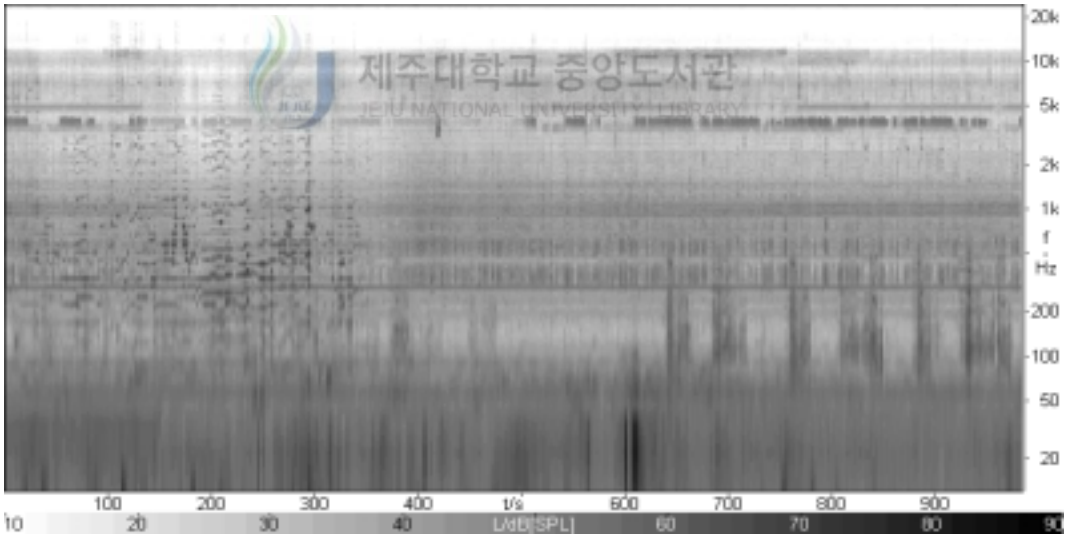
제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(b)

그림 2.3-2 델타 음악 및 대비 음악의 음향 신호의 주파수 스펙트럼. L: 헤드폰 왼쪽 신호, R: 헤드폰 오른쪽 신호, 수평 축: 주파수 (Hz), 수직 축: 음압(SPL)



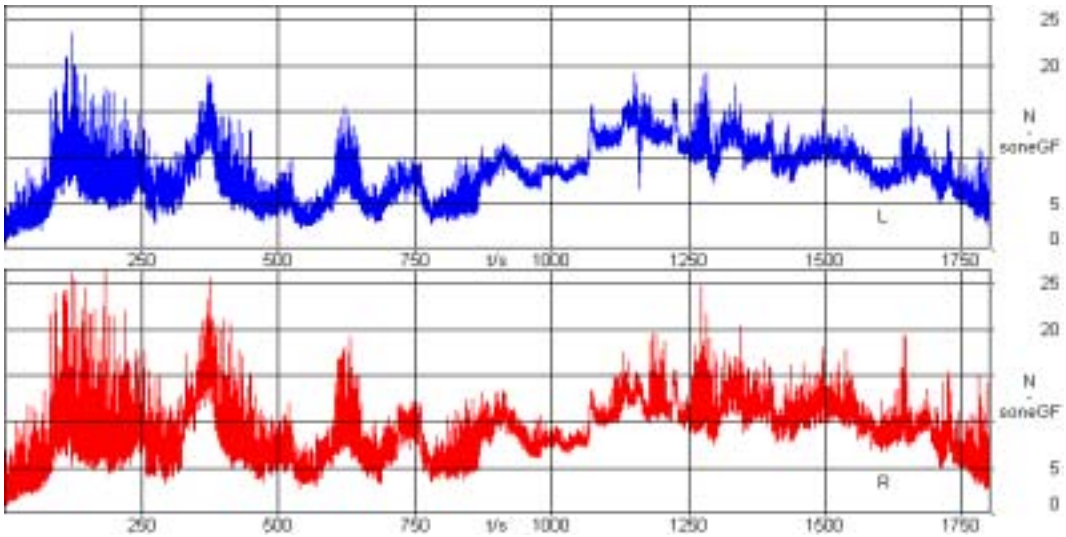
(a)



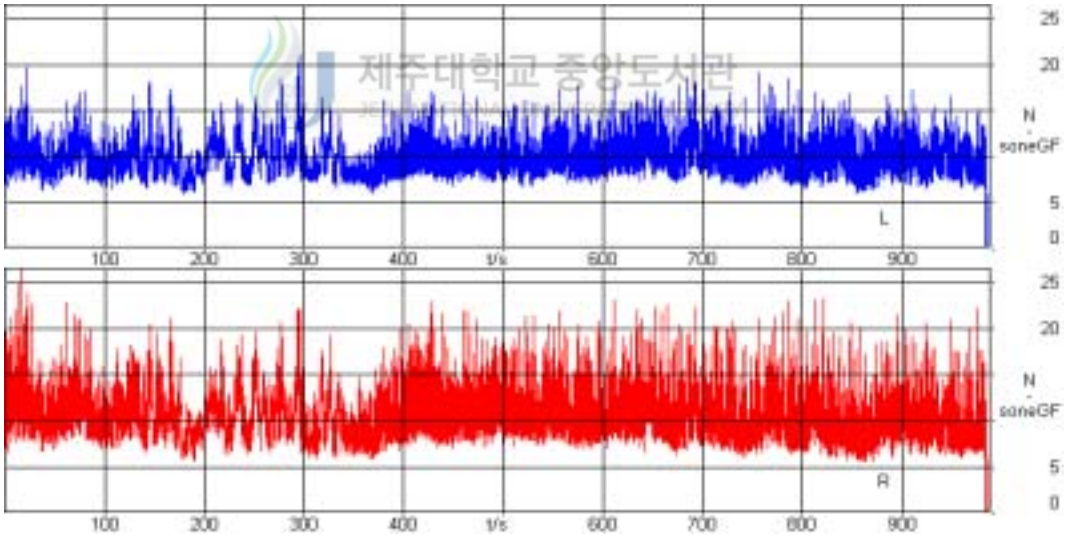
제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(b)

그림 2.3-3 델타 음악 및 대비 음악의 음향 신호의 시간 주파수 반응 특성. 수평 축: 시간 (Sec), 수직 축: 주파수 (Hz), Gray Scale: 음압 (SPL).



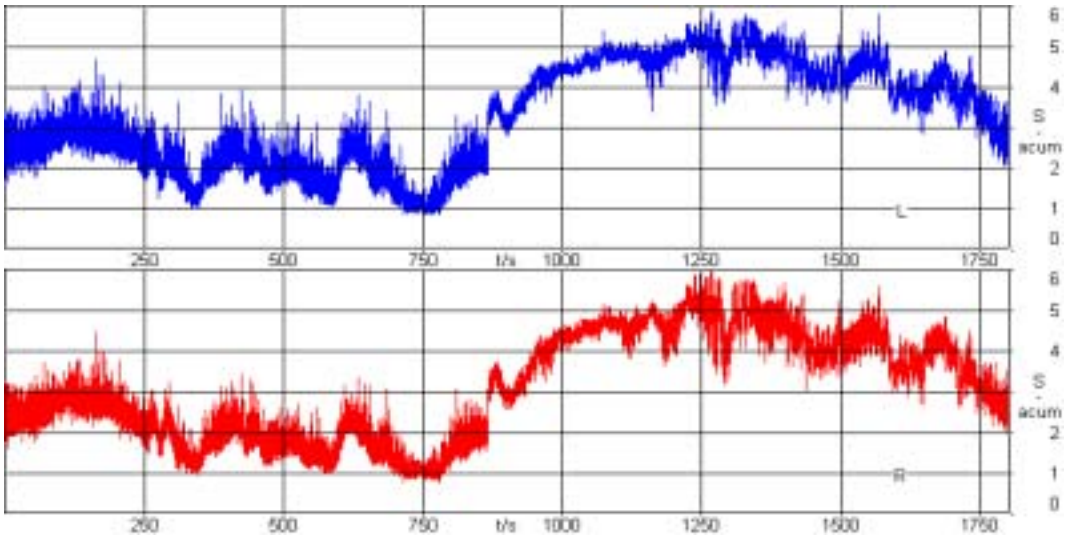
(a)



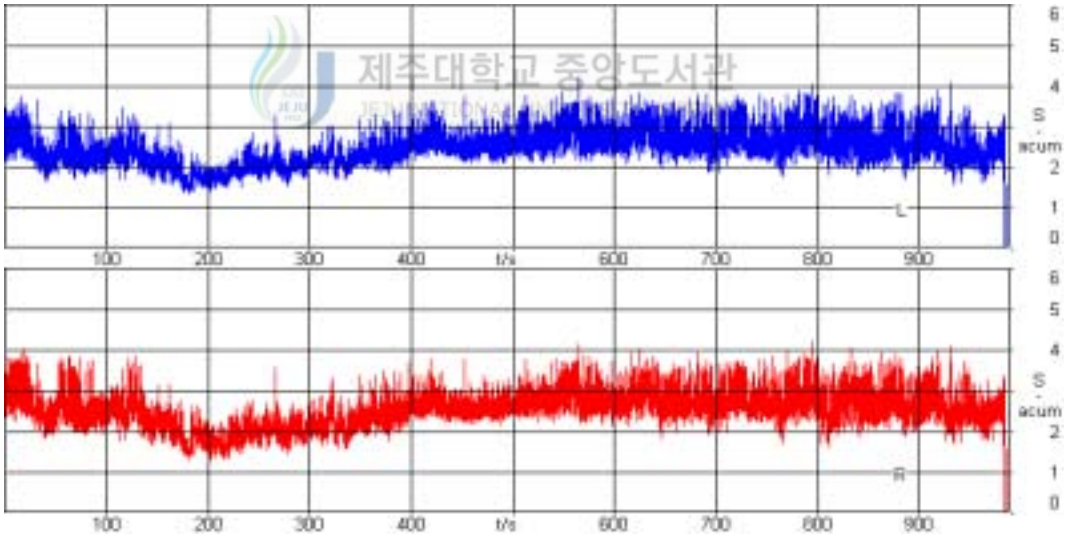
제주대학교 중앙도서관

(b)

그림 2.3-4 델타 음악 및 대비 음악의 시간 라우드니스 특성. L: 헤드폰 왼쪽 신호, R: 헤드폰 오른쪽 신호. 수평축: 시간(sec), 수직 축: 라우드니스 (Sone)



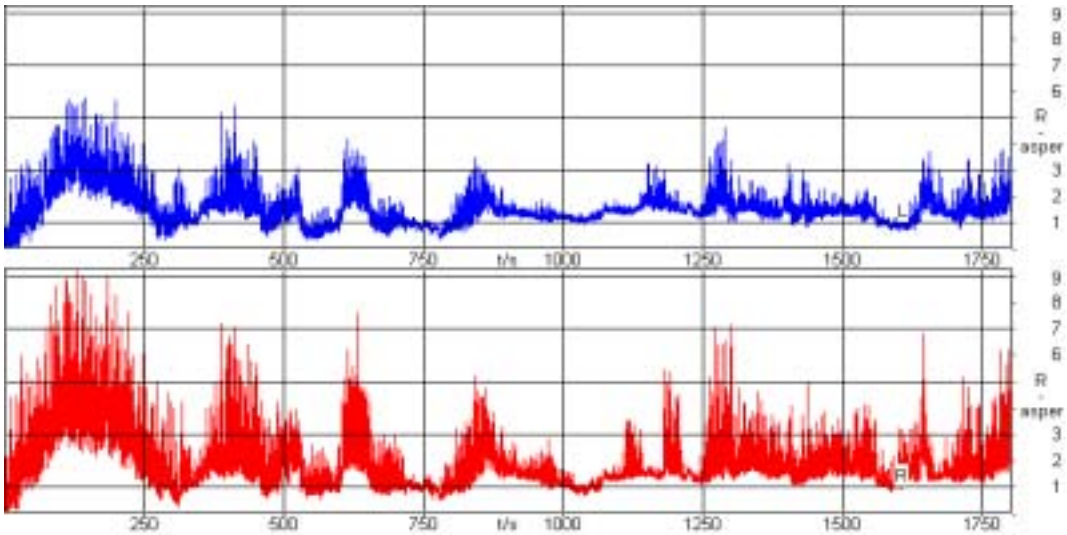
(a)



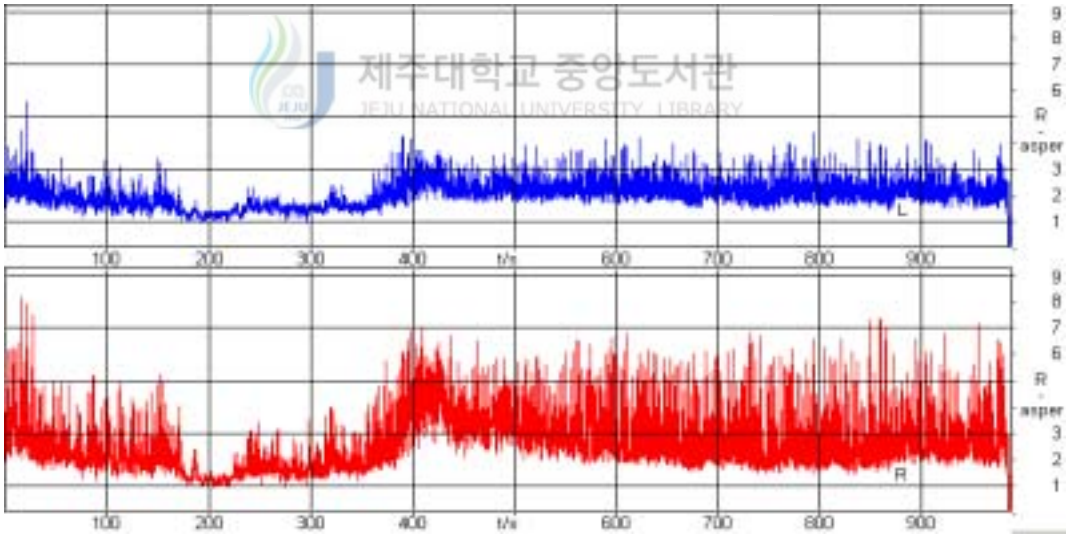
제주대학교 중앙도서관

(b)

그림 2.3-5 델타 음악 및 대비 음악의 시간-샤프니스 특성. L: 헤드폰 왼쪽 신호, R: 헤드폰 오른쪽 신호. 수평축: 시간(sec), 수직 축: 샤프니스 (acum)



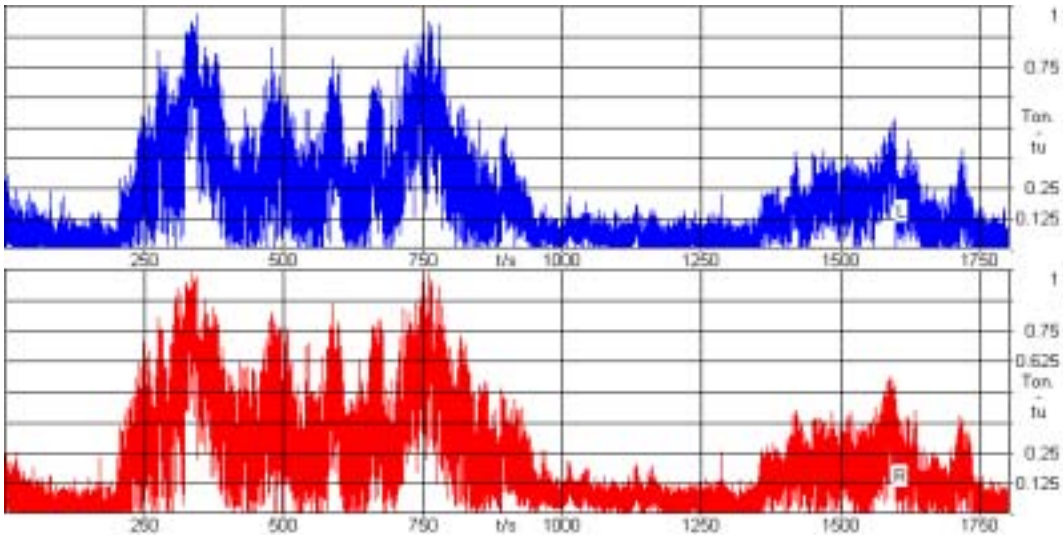
(a)



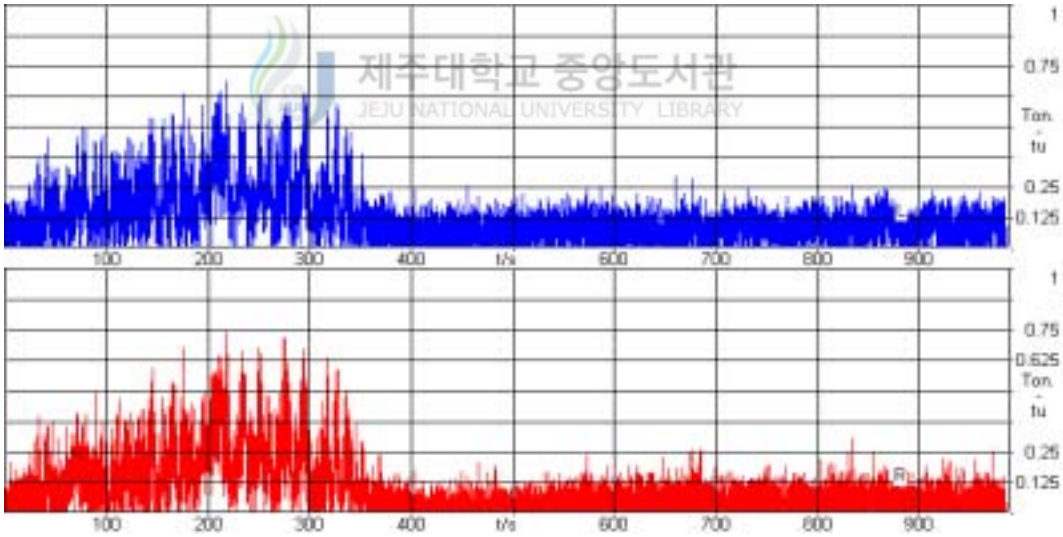
제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(b)

그림 2.3-6 델타 음악 및 대비 음악의 시간-러프니스 특성. L: 헤드폰 왼쪽 신호, R: 헤드폰 오른쪽 신호. 수평축: 시간(sec), 수직 축: 러프니스 (asper)



(a)



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(b)

그림 2.3-7 델타 음악 및 대비 음악의 시간-토널러티 특성. L: 헤드폰 왼쪽 신호, R: 헤드폰 오른쪽 신호. 수평축: 시간(sec), 수직 축: 토널러티 (tu)

III. 실험 내용 및 방법

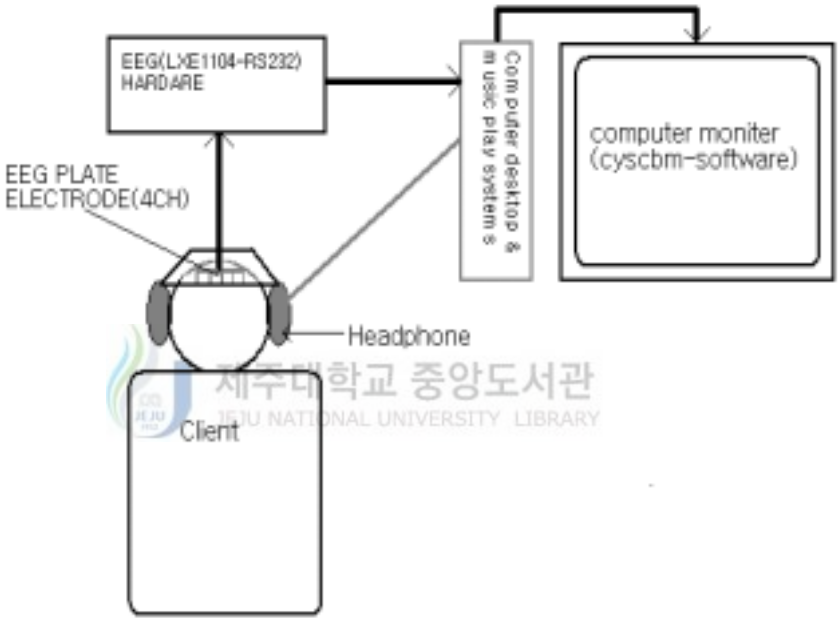
3.1 실험 개요

본 실험은 본 연구자에 의해 수면 유도용으로 제작된 델타 음악 (박경규 1994, 2000)이 건강한 일반 성인을 대상으로 임상적으로 수면 유도 효과를 평가하기 위한 것이다.

피 실험자는 안락의자에 누워 헤드폰으로 음악을 들으면서 수면에 이르게 하였다. 실험은 3 가지 음악의 조건, 즉, (1) 무음악, (2) 델타 음악, (3) 대비 음악을 들려 준 그룹으로 구분하였다. 이 과정 동안 피 실험자의 뇌파를 측정하여 분석하였다. 그림 3.1-1은 실험의 개요도를 보여 주고 있다. 음악은 컴퓨터를 통해 재생되도록 하였다. 뇌파 측정과 분석, 음악의 재생은 실험자가 용이하게 제어할 수 있도록 한 컴퓨터에서 통합하여 관리하도록 하였다. 그림 3.1-2는 실험에서 사용한 뇌파 측정 장치, 헤드폰, 안락의자를 보여 주고 있다. 헤드폰은 고음과 저음 중음을 편안하게 원음을 그대로 재생하는 SENNHEISER(HD150,18~22,000Hz, Ireland)을 사용하였다(그림 3.1-2b). 실험에 사용된 안락의자는 피 실험자가 안정된 상태에서 편안하고 안락하게 누울 수 있도록 170도 기울기 조정이 가능한 제품 (CH-100,Korea)을 사용하였다 (그림3.1-2c).

일부 실험에서는 뇌파 측정 외에도 BIS moniter XP(ASPECT medical systems,Inc., 141 Needham St.Newton, MA 02464 USA)를 사용하여 무의식 상태를 정도를 평가하였다. BIS Moniter XP에서 측정하는 BIS 지수는 수

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

그림 3.1-1 실험 시스템의 개요도

(a)

(b)

(c)

그림 3.1-2 실험 장치의 외관 사진 (a) 컴퓨터로 제어되는 뇌파 측정 시스템. (b) Ireland SENNHEISER 음악 청취용 헤드폰. (c) 안락 의자.

술 환자의 마취 효과 및 상태를 평가하기 위해 사용되는 장비이다. BIS 수치는 측정된 뇌파의 자료를 재차 검증하는데 사용할 수 있으며, 수면 시점을 평가하기 위한 자료를 제공한다. 그림 3.1-3은 본 실험에서 사용한 BIS moniter XP의 외관 사진을 보여 주고 있다.

델타 음악은 델타 파를 유도하기 위한 음원을 중심으로 작곡한 음악소스에 비 오는 전원풍경(자연 소리)을 리믹스한 혼합된 음악프로그램이며, 대비음악은 베토벤의 바이올린소나타 제5번 F장조 op.24의 아다지오 (L.von Beethoven: Adagio from Violin sonata N.5 F major op.24)에 빗소리를 합성하여 사용하였다.

3.2 피 실험자

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

본 연구자가 운영하는 CLI 생체음향임상연구소에 2003년 7월 14일부터 9월 8일 사이에 내원하여 수면 장애 치료를 받고자하는 성인 남녀를 14명을 대상으로 하였다.

직업을 분류하면 주부3명, 교사 2명, 직장인 2명, 개인사업 2명, 학생 2명, 유치원장 1명, 한의사 1명, 종교인 1명이고, 몸무게는 46~58Kg,연령층은 20~55세이고 남녀 비는 남2명, 여12명이다.

3.3 뇌파 측정 및 분석 시스템

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

그림 3.1-3 BIS monitor XP. 수술 환자들의 마취 상태 및 시점을 평가하기 위해서 고안된 장비. 1-100사이의 고유의 수치로 최면 상태를 나타낸다. 모니터상 BIS 수치가 86.5이하로 내려가면 수면에 접어 든 것으로 본다.

그림 3.3-1은 본 실험에서 구성한 뇌파 측정 및 분석 시스템의 기본 구성도이다. 뇌파 측정은 전산화된 디지털 4 채널 EEG 전용 측정 장치(LXE1104-RS232, LAXTHA, Korea)를 사용하였다. 그림 3.3-2는 LXE1104-RS232 및 뇌파 측정시 사용한 전극의 외관 사진을 보여주고 있다. 본 실험에 적합하도록 뇌파 장치를 제어하고 뇌파 측정 및 분석을 위해 Visual C++ 이용하여 별도의 소프트웨어 CyScbm (Version 1.0)을 개발하여 사용하였다.

3.3.1 뇌파 측정 장치: QEEG-4 (MODEL : LXE1104-RS232)

본 실험에서 사용한 4채널 디지털 뇌파측정 장치인 QEEG-4(MODEL : LXE1104-RS232, Laxtha Inc. Daedeok-gu, Daejeon, Korea, 이하 LXE1104-RS232로 표기)의 기술적인 사양은 (표3.3-1)과 같다.

제주대학교 중앙도서관

본 실험에서는 뇌파 측정을 위해 단극 도출법 (Mono-Polar)을 사용하였다. 이 방식은 뇌파가 귀에 기준 전극을 위치하도록 하여 뇌파를 측정하는 방법이다. 이 방법은 모든 채널의 하나의 기준 전극을 이용함으로 채널별로 절대적인 뇌파를 측정할 수 있다. 따라서 전체의 위상 파악이 용이한 장점이 있어 일반적으로 사용되고 있는 방법이다. 디스크 전극 타입이므로 전두엽, 측두엽, 두정엽, 후두엽 중 원하는 부위에서 측정할 수 있다. 본 장비를 이용하여 뇌파 측정 절차는 다음과 같다.

(1) 접시 전극을 측정하고자 하는 전극 위치에 부착하고 LXE1104-RS232의 +Input 위치의 각 채널 위치에 꽂는다. 뇌파 데이터를 분석할 때를 대비해서 각 채널이 전극 배치의 어느 위치인지 기록해 둔다.

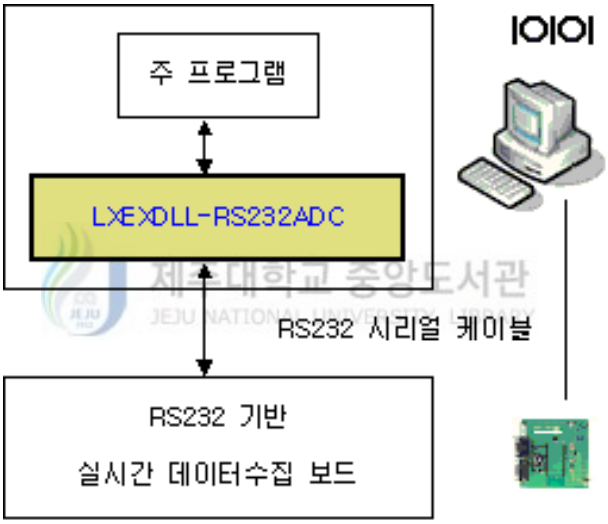


그림 3.3-1 뇌파 측정 시스템의 구성도

(a)

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(b)

그림 3.3-2 (a) 4채널 디지털 뇌파 측정기 QEEG-4 (MODEL : LXE1104-RS232). (b) 디스크 전극 (LXEL-D-R01) - 10 mm diameter plate IPG (Ion Plate Gold) Disk electrode molded plug. 2 mm gold plate pin contact (male형). Tind copper wire. 길이 1.2M, 선두께 1.2mm (피복포함).

표 3.3-1 뇌파 측정 장치 QEEG-4(MODEL : LXE1104-RS232)의 기본 사양

구 분	항 목	내 용
EEG 증폭기	채널수	4 채널
	입력방식	Mono-polar/Bi-polar
	이득	고정 이득 20,000
		고정 이득 x 0.12 ~ 고정 이득 x 6.73 (32 단계 조절가능)
	통과대역(-3dB)	0.5 Hz ~ 50 Hz (-3dB)
	하이패스필터	2-pole (12dB/oct), 3-steps Butterworth type
	로우패스필터	8-pole (48dB/oct), 1-step Butterworth type
	노치감쇠	최소 50dB
	노치주파수	전원주파수에 적응하는 방식채택
	동상제거비	최소 90dB
	내부 노이즈 레벨	최대 4㎶pp
무선 통신	통신방식	유선 방식
정션박스	전극 연결 정션박스	사용하지 않음
AD변환기	AD변환	12 Bits
	샘플링 주파수	128Hz, 256Hz, 512Hz (S/W적으로 조절가능)
PC통신	통신방식	RS-232C
전기적 특성	인가전압	100 - 240 VAC, 50/60Hz
	소비전력	21 VA
	사용퓨즈	T1AL-250V
동작환경	온도	10 ~ 40℃
	습도	30 ~ 80 %
전격에 대한	보호방식	1급
	보호정도	BF형 기기

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(2) 왼쪽과 오른쪽 귀 중 하나를 기준점으로 잡아 디스크전극을 부착하고, LXE1104-RS232의 REF 위치에 꽂는다.
(3) 양쪽 귀의 중심 위치를 디스크 전극을 이용하여 접지를 잡아준 후, LXE1104-RS232의 GND부분에 꽂는다.
(4) Mono-Polar 방식을 이용하므로 -Input은 전체 하나의 기준 전극으로 사용하므로, 확장 전극을 이용하여 REF(기준 전극)와 연결하여 준다.
(5) 전극 부착이 끝난 후 LXE1104-RS232 뒷면의 전원 스위치를 켜고 사용자의 컴퓨터에서 CyScbm 프로그램을 실행한다.
(6) 데이터를 수집하기 전, 사용자는 샘플링 주파수와 증폭도를 설정할 수 있다.
(7) 설정을 모두 마친 후, Start 버튼을 클릭하면 뇌파 데이터가 측정되기 시작한다.

3.3.2 뇌파 측정 및 분석 소프트웨어: CyScbm (Ver. 1.0)

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

CyScbm은 본 연구자 실험실에서 개발한 Laxtha Inc의 EEG 측정 시스템인 LXE1104-RS232 전용 Application 프로그램이다. CyScbm은 뇌파 측정기의 제작사인 Laxtha Inc에서 제공한 LXEXDLL_RS232ADC.DLL을 사용하여 LXE1104-RS232와 통신을 한다. 그림 3.3-3은 LXEXDLL_RS232ADC.DLL의 flow diagram을 보여주고 있다. 프로그램은 데이터 수집을 담당하는 CyScbm과 수집된 데이터를 분석하는 CyScbm Analyser로 구성되어있다. CyScbm (Version 1.0)의 파일 구성은 표 3.3-2에 나열하고 있다. CyScbm은 고정된 폴더를 참조하기 때문에 표 3.3-3에서 보여주는 폴더 구조와 이름을 사용해야한다. 또한 CyScbm은 음악 프로그램을 재생하거나 제어할 수 있도록 되어 있어, 특정 음악 재생 시점에 대해 측정된 뇌파 자료를 쉽게 추출할 수 있도록 하였다.

가. 측정 및 제어 프로그램: CyScbm (Ver 1.0)

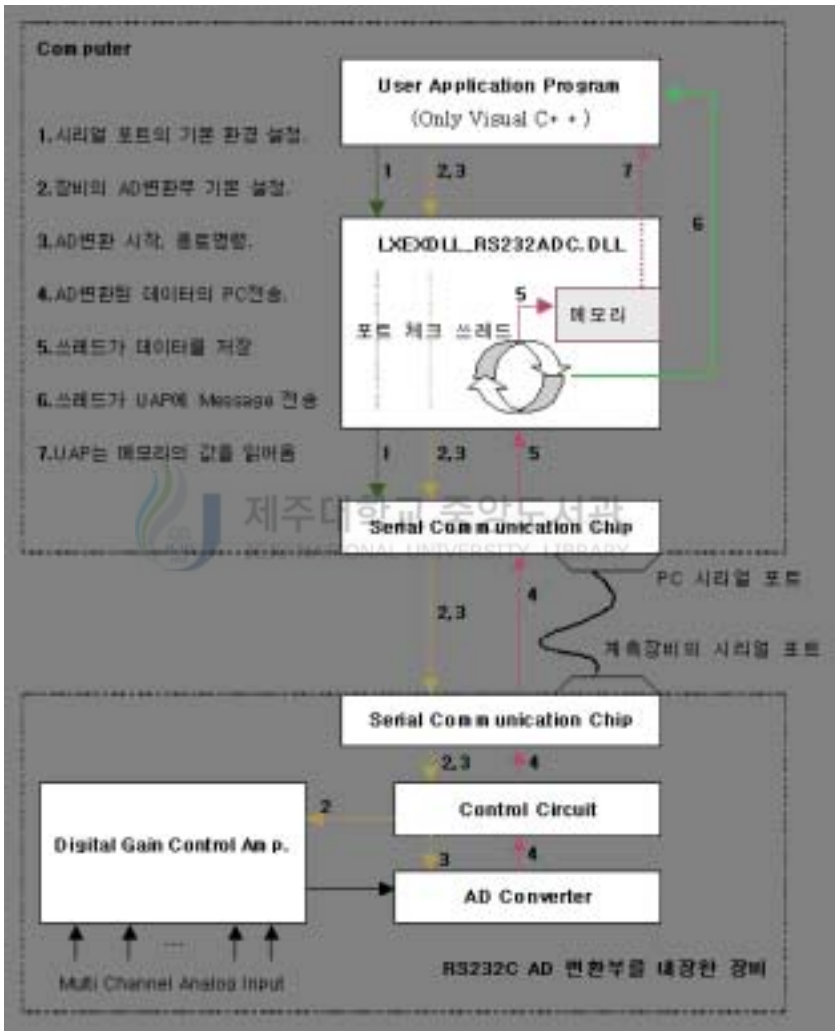


그림 3.3-3 Flow diagram of LXEXDLL_RS232ADC.DLL

표 3.3-2 CyScbm (Ver 1)의 기본 파일

file name	description
CyScbm.exe	CyScbm의 Data 수집 주 실행파일
CyScbmAnalyzer.exe	CyScbmAnalyzer Analyzer 주 실행파일
CyScbm.ini	CyScbm 환경설정 파일
dAudioLib.lib	FFT용 Lib
LXEXDLL_RS232ADC.dll	LAXTHA 제공 Visual C++ 전용 DLL
LXEXDLL_RS232ADC.h	
LXEXDLL_RS232ADC.lib	

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

표 3.3-3 폴더의 구조 및 명칭

폴 더	내 용
C:₩CyScbm₩	・"파일구성"에 명시된 파일이 위치해야한다.
C:₩CyScbm₩Client₩	・CyScbm에 의해 수집된 데이터(*.CYH, *.CYD)들이 저장된다. ・CyScbmAnalyzer에서는 Client 폴더를 조사하여 DataBase를 만든다.
C:₩CyScbm₩Event₩	・실험자가 준비한 *.wav파일을 복사한다. ・CyScbm에서는 Event폴더를 조사하여 Play list를 만든다.
C:₩CyScbm₩Ending₩	・Ending 음악으로 사용할 Ending.wav파일을 복사한다. ・Event Panel의 "Ending"을 누르면 Ending.wav가 연주된다.
C:₩CyScbm₩Temporary₩	・CyScbm이 사용하는 Temporary 파일을 저장하는 폴더이다. ・수집된 Data는 Temporary 폴더에 임지 저장되었다가, "Save"를 누르면 Client폴더로 복사된다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

CySCbm의 기능은 LXE1104-RS232를 이용하여 수집된 EEG를 모니터 상에 표현하고, 파워스펙트럼, 각 뇌파의 시간에 따른 변화 그래프, 평균, 표준 편차에 대한 실시간 분석을 제공하는 것이다. 그림 3.3-4는 CyScbm의 기본 창을 보여 주고 있다. 기본 창은 (1) Menu, (2) Client Panel, (3) Control Panel, (4) Event Panel, (5) Raw data & analysis 로 구성되어 있다.

(1) Menu, (그림 3.3-5)

■ File
- 프로그램을 종료한다.

■ Acquisition, DataBase
- Client 폴더에 저장된 *.CYH의 내용을 보여준다. CyScbm에서는 단순히 수집된 데이터들의 정보를 보여주는 기능 외에 직접 불러들이는 기능은 없다. *.CYD의 Load는 CyScbmAnalyzer에서 담당한다.
왼쪽의 List를 마우스로 선택하면 오른쪽에 그 정보를 보여준다. 측정시의 전반적인 정보를 볼 수 있다.

제주대학교 중앙도서관

■ ComPort
- 컴퓨터와 장비가 연결된 ComPort를 설정한다.
  ·COM 1 : 장비가 컴퓨터의 COM 1에 연결되어 있을 때 선택한다.
  ·COM 2 : 장비가 컴퓨터의 COM 2에 연결되어 있을 때 선택한다.
Com Port 설정이 올바르지 않으면 Data를 수집할 수 없다. 만약 Acquisition을 눌러도 RawData가 보이지 않을 경우 Release하고 ComPort를 새로 확인하고 다시 Connect해주어야 한다.
한번 설정한 ComPort 번호는 CyScbm.ini에 저장되며 이후 프로그램 실행시에 CyScbm.ini 에 기록된 ComPort 번호를 읽어들인다.

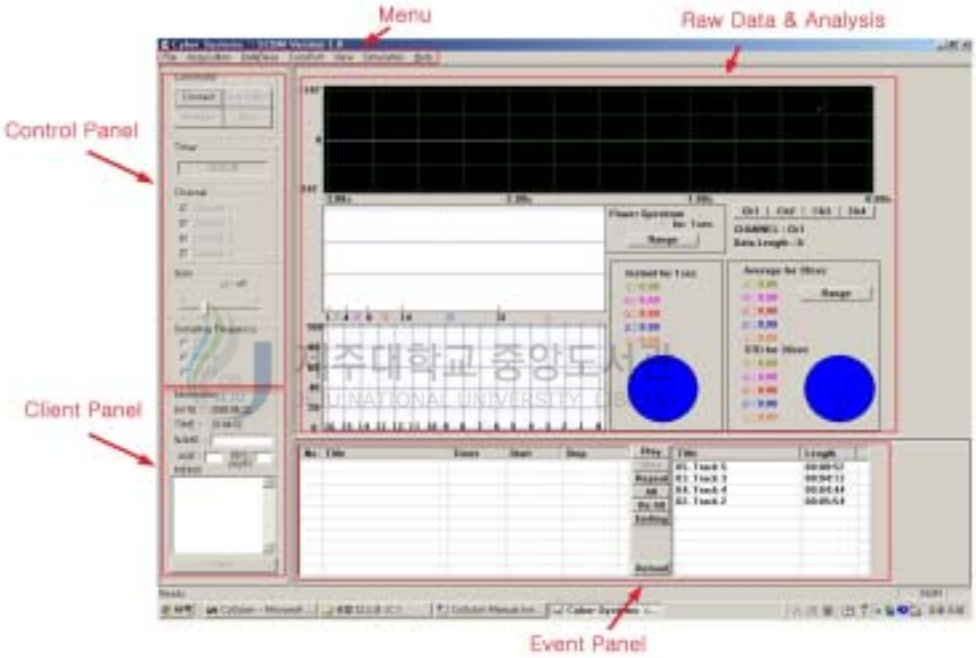
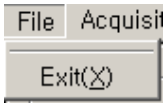
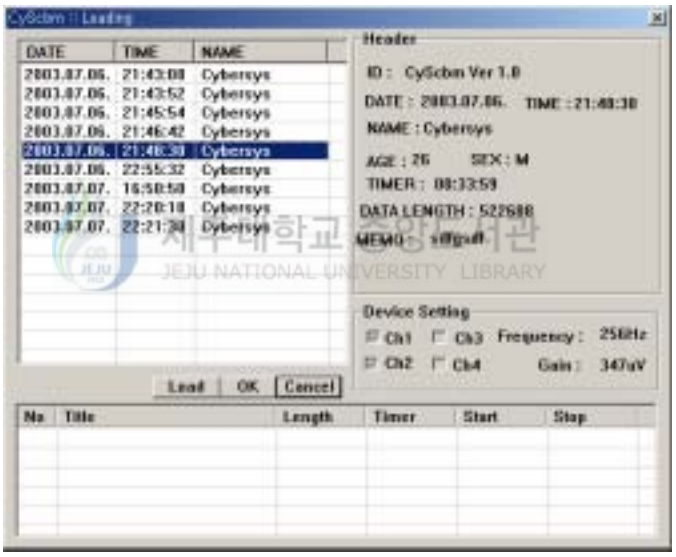


그림 3.3-4 CyScbm (version 1.0)의 기본 창

(a)



(b)

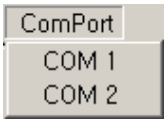


제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

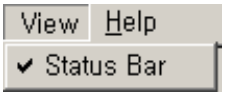
(c)

그림 3.3-5 CyScbm의 메뉴 및 기능 : (a) Menu, (b) File, (c) Database

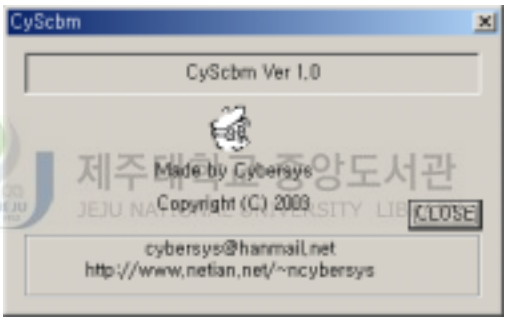
(뒷면에 계속)



(d)



(e)



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(f)

(앞면에서 계속)

그림 3.3-5 CyScbm의 메뉴 및 기능 : (d) ComPort, (e) view, (f) Help.

■ View

- Window 아래에 State Bar를 보여주고 감추고 한다.

■ Help

- 프로그램 정보를 보여준다.

(2) Client Panel, (그림 3.3-6)

■ Information Group

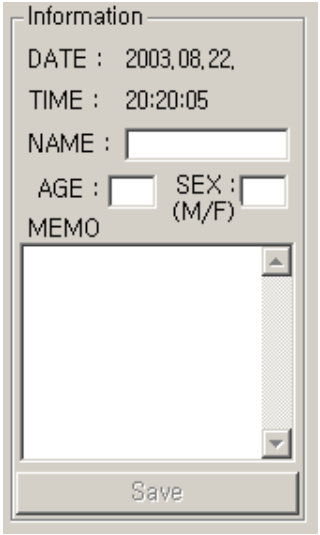
- Client에 대한 정보를 입력한다.
  - ·DATE : 프로그램이 실행되는 현재의 날짜를 나타낸다.
  - ·TIME : 프로그램이 실행되는 현재의 시각을 나타낸다.
  - ·NAME : Client의 이름을 입력한다. 10자 이내.
  - ·AGE : Client의 나이를 입력한다. 숫자 3자 이내.
  - ·SEX : Client의 성별을 입력한다. (M : Male, F : Female).
  - ·MEMO : Client에대해 간단히 메모를 남길수 있다. 영문 256자 이내.
  - ·Save : 측정된 데이터를 저장한다. Save를 누르면 Temporary에 저장되있던 Data file이 Client에 복사된다.

만약, **측정을 다 끝내고 Save를 누르지 않으면 데이터는 저장되지 않는다.**

Acquisition이 시작되면 NAME, AGE, SEX란은 고칠수 없다, 단 MEMO란은 측정 중에도 입력할 수 있다.
모든 내용은 Command Group의 Stop를 누름과 동시에 *.CYH에 기록된다. 따라서 모든 내용은 Stop버튼을 누르기 전에 기록해야한다.
Client 정보의 NAME, AGE, SEX는 Data 기록에 중요한 부분이므로 하나의 항목이라도 미기재시 경고 메시지를 출력한다.

(3) Control Panel, (그림 3.3-7)

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(a)

(b)

그림 3.3-6 피실험자의 정보입력을 담당하는 Client Panel (a) 피실험자의 정보입력란, (b) 미기재시 Error 메시지.

■ Command Group

- 프로그램과 장비를 연결, 시작, 멈춤, 해제를 담당한다.

·Connect : 사용자가 장비를 연결한 컴퓨터의 시리얼포트 번호를 넘겨 해당 포트를 프로그램과 연결한다.

·Acquisition : Acquisition을 시작한다. LXE1104-RS232장비의 Acq에 빨간색 불이 켜진다.

·Stop - Acquistion을 멈춘다. 장비의 Acq에 빨간색 불이 꺼진다.

·Release - 프로그램과 연결된 시리얼포트를 해제하고 프로그램을 처음 실행되었던 상태로 초기화한다.

■ Timer Group

- Acquistion을 시작하면서 Timer가 작동한다.

·Timer : Acquisition이 경과된 시간을 나타낸다.

■ Channel Group

- 사용자가 데이터를 수집할 Channel을 설정한다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

초기치는 Channel 1-4, 4개를 사용하는 것이다.

·Channel 1 : TRUE Channel 1을 사용, FALSE Channel 1 제외.

·Channel 2 : TRUE Channel 2을 사용, FALSE Channel 2 제외.

·Channel 3 : TRUE Channel 3을 사용, FALSE Channel 3 제외.

·Channel 4 : TRUE Channel 4을 사용, FALSE Channel 4 제외.

제외된 Channel을 Raw Data & Simple Analysis View의 같은 번호 Channel도 비활성화된다.

■ Gain Group

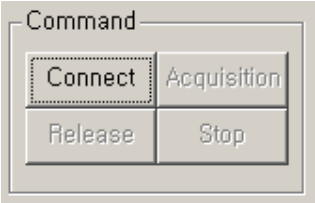
- 장비에 내장되어 있는 디지털 이득 조절 앰프의 증폭도를 32단계로 설정한다.

초기값은 Gain Index 9, 347uV이다. 스크롤바에 의해 증폭도를 조절하며, 증폭도는 0~31까지 32단계이다. 설정된 증폭도는 스크롤바 위와 RawData Graph옆에 표시되며, 단위는 uV이다.

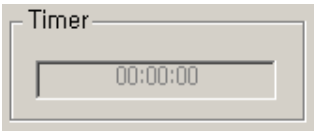
Voltage 계산식은 다음과 같다.

$$\frac{1.25V}{Voltage\ Gain} \times 10^6 [uV]$$

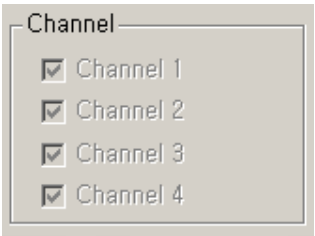
증폭도의 변화는 표3.3-3다음과 같다.



(a)

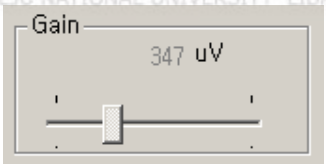


(b)

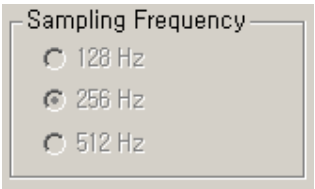


제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(c)



(d)



(e)

그림 3.3-7 LXE1104-RS232장비를 제어하는 Control Panel (a) Command, (b) Timer, (c) Channel, (d) Gain, (e) Sampling Frequency.

표 3.3-3 Index vs Voltage Gain (LXE1004-RS232 : Device Gain 9000)

Index gain	Voltage gain	Index gain	Voltage gain
0	Device Gain ×0.12	16	Device Gain ×0.99
1	Device Gain ×0.14	17	Device Gain ×1.12
2	Device Gain ×0.16	18	Device Gain ×1.28
3	Device Gain ×0.19	19	Device Gain ×1.45
4	Device Gain ×0.21	20	Device Gain ×1.65
5	Device Gain ×0.24	21	Device Gain ×1.87
6	Device Gain ×0.27	22	Device Gain ×2.13
7	Device Gain ×0.31	23	Device Gain ×2.42
8	Device Gain ×0.36	24	Device Gain ×2.75
9	Device Gain ×0.40	25	Device Gain ×3.12
10	Device Gain ×0.46	26	Device Gain ×3.55
11	Device Gain ×0.52	27	Device Gain ×4.04
12	Device Gain ×0.59	28	Device Gain ×4.59
13	Device Gain ×0.67	29	Device Gain ×5.21
14	Device Gain ×0.76	30	Device Gain ×5.92
15	Device Gain ×0.87	31	Device Gain ×6.73

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

■ Sampling Frequency Group

- 장비에서의 AD변환에서 사용할 Sampling Frequency를 설정한다. 초기값은 256 Hz이다.

설정가능한 Sampling Frequency는 다음과 같다.

·128 Hz : Sampling Frequency를 127 Hz로 설정한다.

·256 Hz : Sampling Frequency를 127 Hz로 설정한다.

·512 Hz : Sampling Frequency를 127 Hz로 설정한다.

(4) Event Panel, (그림 3.3-8)

Data 수집 중에 wav 음악 파일을 연주하는 기능을 담당한다. Event로 사용할 *.wav 파일은 반드시 "C:₩CyScbm₩Event₩" 안에 복사해 넣어야 한다. 그 이유는 CyScbm은 "C:₩CyScbm₩Event₩" 폴더안의 *.wav만을 조사하기 때문이다. 오른쪽 항목의 Title 은 준비된 Event의 Title이고, Length는 Title의 총 연주 시간이다. Title을 선택하고 "Play" 버튼을 누르면 왼쪽 List에 기록이 된다. 한번에 한곡씩만 연주 가능하며 연주 중 언제라도 "Stop" 버튼을 눌러 정지시킬 수 있다. 연주가 끝나면 자동으로 "Stop"된다.

·No : 사용된 Event 번호

·Title : Event title

·Timer : Play시작하여 경과된 시간

·Start : Event가 시작된 시각

·Stop : Event가 정지된 시각

■ Event Panel의 기능 설명

·Play : 선택된 wav file을 연주한다.

·Stop : 연주중인 wav file을 중시한다.

·Repeat : 선택된 wav file을 반복 연주한다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

그림 3.3-8 음악 연주를 담당하는 Event Panel. 음악이 시작된 시각, 정지된 시각, 연주길이 등의 정보를 담고 있다.

·All : 현재 선택된 wav file부터 List의 아래 방향으로 연주하고, 마지막 파일까지 연주하고 중지한다.
·Re All : 현재 선택된 wav file부터 순서대로 계속 반복하여 연주한다.
·Ending : Ending 곡으로 정한 wav file을 Stop을 누르기 전까지 반복하여 연주한다.
·Reload : Event 폴더의 wav file list를 새로 만든다.

(5) RawData Graph & Analysis

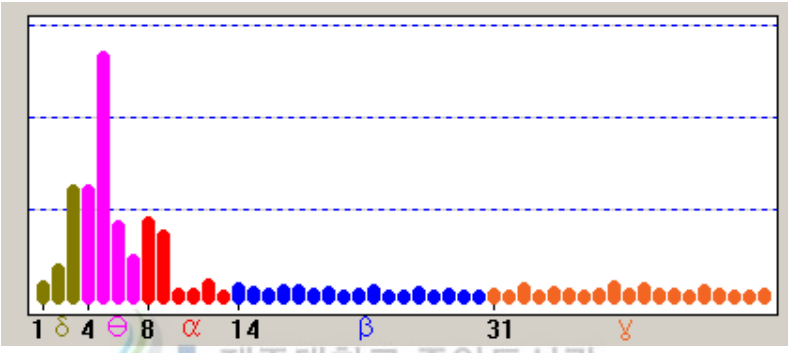
측정중인 뇌파를 도시하고 뇌파 신호의 주파수 성분을 출력하는 창이다. 뇌파 신호를 FFT 하여 델타 파(DELTA WAVE 0.4~3Hz), 세타 파(THETA WAVE 4~7Hz), 알파 파(ALPHA WAVE8~13Hz), 베타 파(BETA WAV14~30Hz), 감마 파(GAMMA WAVE 31~49Hz)로 원형 및 곡선 그래프로 컴퓨터 모니터에 표시한다. 그림 3.3-9는 전형적인 뇌파의 측정 신호 이며 CyScbm이 제공하는 분석 결과를 도시하고 있다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

■ RawData
- 실시간으로 수집되는 EEG 신호를 보여준다. 시작은 맨 오른쪽에서부터 그려진다. window size는 3초이다. Simple Analysis되는 구간은 왼쪽의 흰색으로 표시되는 구간이다. 좌측의 수치는 Control Panel의 Gain에서 설정한 값을 나타내며 단위는 uV이다. 밑의 숫자는 경과된 시간을 나타내며 단위는 second이다. Data Acquisition중의 그래프는 그림 3.3-9(a)와 같다.

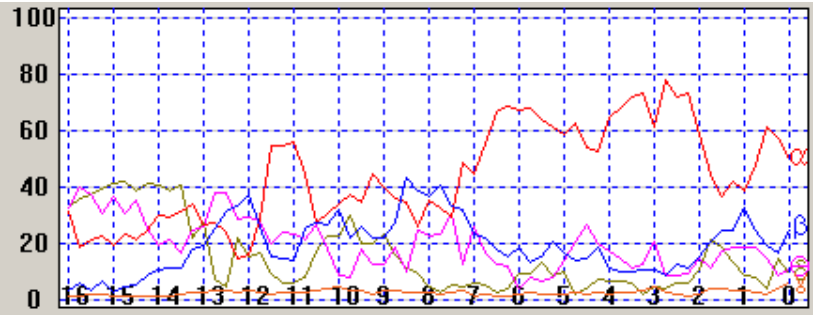
■ Power Spectrum
- Raw Data Graph에 보여주는 signal을 Hz 단위로 나타낸 것이다. 막대 하나는 1Hz를 나타낸다. 수치가 그래프의 영역을 벗어날 경우 최대값을 기준으로

(a)



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

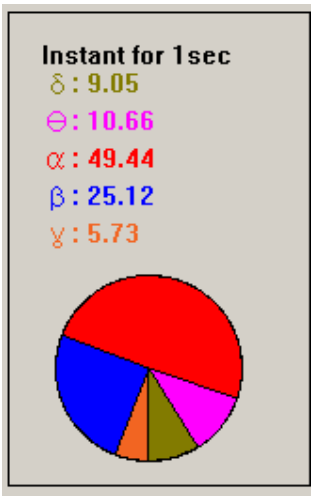
(b)



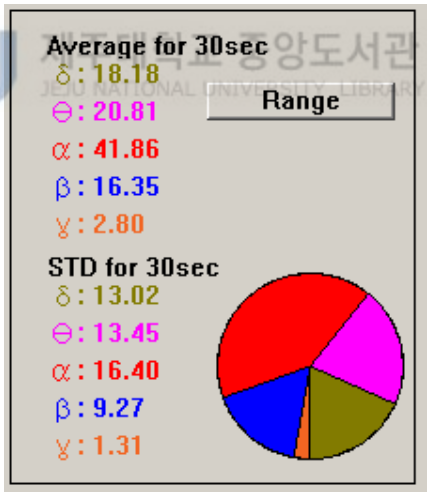
(c)

그림 3.3-9 Raw & analysis 창에서 출력하는 전형적인 뇌파의 신호 및 분석 내용.(a)typical Raw Data, (b)Power Spectrum, (c)Time History

(뒷면에 계속)



(d)



(e)

(앞면에서 계속)

그림 3.3-9 Raw & analysis 창에서 출력하는 전형적인 뇌파의 신호 및 분석 내용. (d) Percent ratio, (e) Mean and SD

자동으로 조절되어 상대적인 크기를 나타내게 된다. 256Hz의 경우 1/4초 간격으로 Update한다.(그림 3.3-9(b))

■ Time History

- $\delta, \theta, \alpha, \beta, \gamma$의 비율을 시간의 흐름에 따라 나타낸 것이다. Power Spectrum의 결과를 각 성분의 구간별로 계산하여 비율을 얻는다. 표시되는 구간은 현재를 기준으로 과거 16초간이다. 왼쪽의 숫자는 비율(%)을 나타내며 파란색 점선은 20%씩 증가하여 표시 하였다. 뇌파 신호의 성분 별로 색깔을 달리 하여 표시하였고 오른쪽에는 기호를 표시하였다. 256Hz의 경우 1/4초 간격으로 Update한다.

■ Instant Ratio

- Power Spectrum에서 얻어진 값들을 계산하여 각 성분의 비율을 나타낸 것이다. Power Spectrum결과를 기준으로 하기 때문에 Power Spectrum이 변하면 Instant Ratio도 같이 변한다. 256Hz의 경우 1/4초 간격으로 Update한다.

제주대학교 중앙도서관

■ Average Ratio

- Instant Ratio의 Average를 나타낸다. 0s~29s까지는 그 구간만큼의 Average를 나타내지만, 30s이후부터는 현재를 기준으로 30s 간의 Average를 나타낸다.

■ The Standard Deviation

- 표준 편차를 나타낸다. 계산 범위는 Average 계산범위와 같다

나. 뇌파 분석 소프트웨어: CyScbm Analyzer (Ver 1.0)

CyScbmAnalyzer는 CyScbm을 이용하여 수집된 뇌파의 데이터 파일(*.CYH, *.CYD)을 뇌파 신호의 주파수 성분을 분석한다. 화면 구성과 내부적 구조가 CyScbm과 유사한 부분이 많고, 실제로 많은 부분을 CyScbm에서 상속되어 동일한 구조를 가지고 있지만 LXE1104-RS232를 제어하는 기능은 없다. CyScbmAnalyzer의 기능은 다음과 같다.

- 데이터를 읽어 들여, 측정시의 상황을 재현한다.
- 관찰하고 싶은 부분에서 Raw data 및 간단한 분석도구를 제공한다.
- 각 채널별로 wave의 비율을 추출한다.
- 원하는 구간의 wave 비율을 구한다.

그림 3.3-10은 CyScbmAnalyzer를 실행할 때 기본 창을 도시하고 있다.

(1) Menu

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

■ File

- 측정 및 제어 프로그램: CyScbm (Ver 1.0)과 동일.

■ DataBase

- Client폴더의 *.CYH을 참조하여 DataBase List를 작성하여 보여준다.

파일은 측정된 날짜, 시간, 이름으로 표시되며, 마우스로 클릭하면 오른쪽에 Client 정보, Device 정보, Data 정보를 나타내고, 아래쪽의 List 는 측정당시 사용된 Event 정보를 나타낸다. Load하고 싶은 Data를 선택하고 "Load"를 누르면 해당 데이터 파일이 열리며 Analysis View에 출력된다. 그림 3.3-11.

■ View

- 측정 및 제어 프로그램: CyScbm (Ver 1.0)과 동일

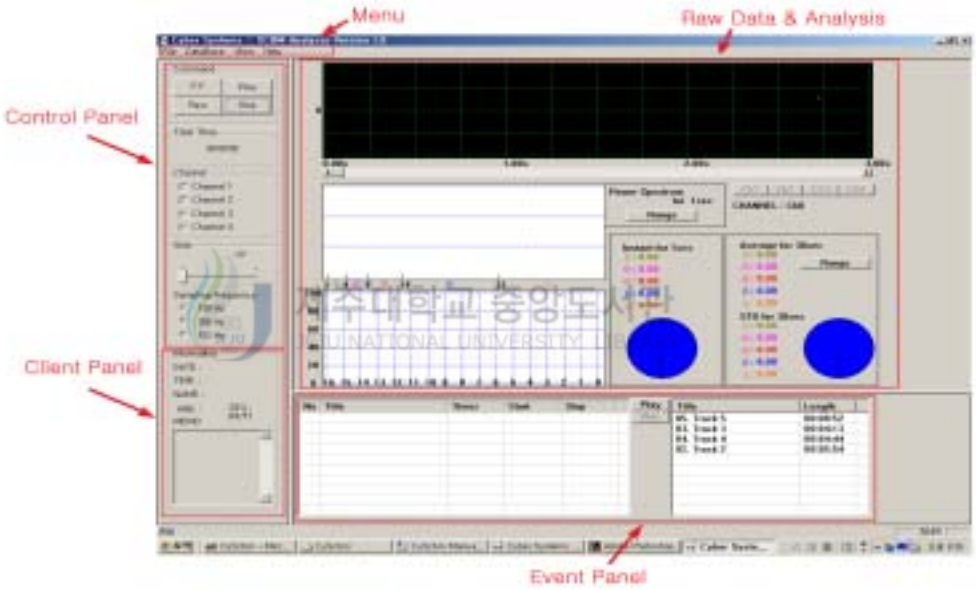
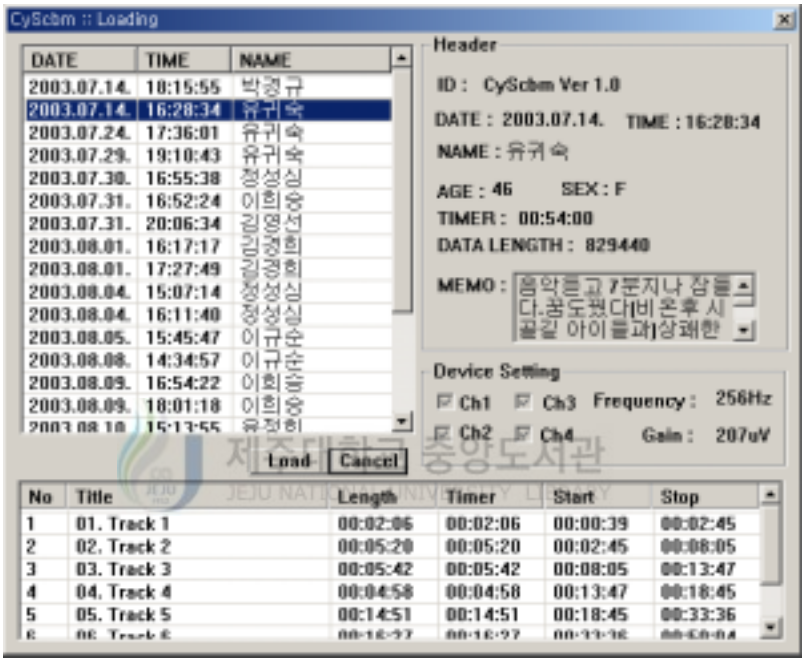


그림 3.3-10 CyScbmAnalyzer (ver 1.0)의 기본 창



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

그림 3.3-11 Database. 피 실험자들을 대상으로 델타음악, 대비음악, 무음악의 프로그램을 적용했을 때, 그에 대한 각종 신호와 정보들이 담겨져 있는 파일이다.

■ Help

- 측정 및 제어 프로그램: CyScbm (Ver 1.0)과 동일

(2) Client Panel

■ Information Group

- Header file에 저장된 Client Information을 보여준다. 내용은 CyScbm (ver 1.0)의 Client 부분과 동일하다.

(3) Control Panel

■ Command Group (그림 3.3-12)

·F.F : CyScbmAnalyzer ver 1.0에서는 기능을 지원하지 않는다.

·REW : CyScbmAnalyzer ver 1.0에서는 기능을 지원하지 않는다.

·Play : RawData를 측정시의 상황과 똑같은 속도로 재생한다.

·Stop : Play되고 있는 RawData를 멈춘다.

■ Timer Group

- Load된 Data의 총 길이를 시, 분, 초 로 나타낸다.

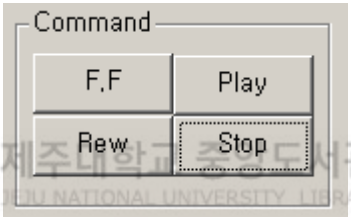
■ Channel Group

- Load된 Data에 사용된 Channel을 나타낸다.

■ Gain Group

- Load된 Data에 설정된 Gain을 나타낸다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

그림 3.3-12 Control panel의 Command Group. 측정프로그램인 CyScbm과 CyScbmAnalyzer는 Command Group만 다른 모습을 하고 있다.

■ Sampling Frequency Group

- Load된 Data에 설정된 Sampling Frequency를 나타낸다.

(4) Event Panel

- 현재 Load된 Data file에 측정당시 적용된 Event List를 보여준다. CyScbm 처럼 음악을 Play하는 기능은 없다.

(5) RawData Graph & Analysis

■ RawData

- 측정 및 제어 프로그램: CyScbm (Ver 1.0)과 동일

■ Power Spectrum

- 측정 및 제어 프로그램: CyScbm (Ver 1.0)과 동일

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

■ Time History

- 측정 및 제어 프로그램: CyScbm (Ver 1.0)과 동일

■ Instant Ratio

- 측정 및 제어 프로그램: CyScbm (Ver 1.0)과 동일

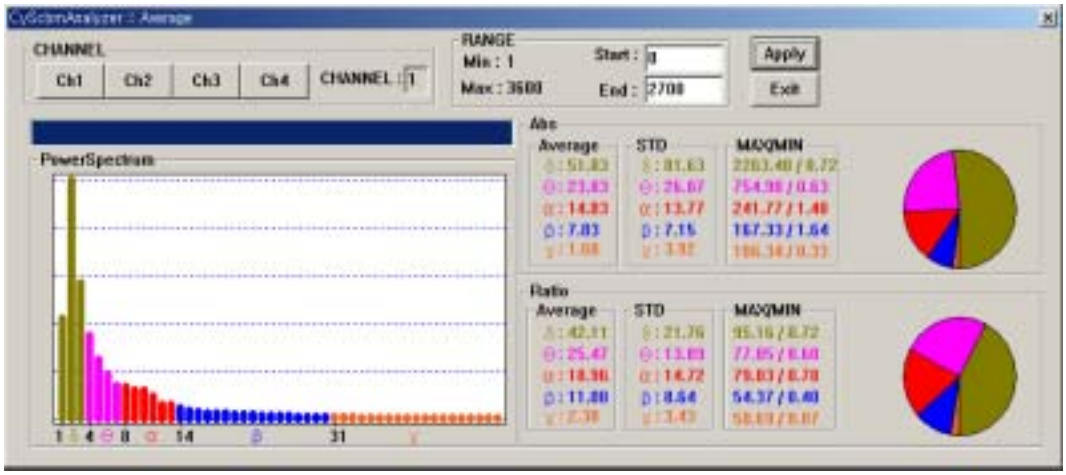
■ Average Ratio

- 'Average'버튼을 누르면 사용자가 임의의 구간에 대해 Simple Analysis를 할 수 있는 Dialog 가 생긴다.(그림 3.3-13)

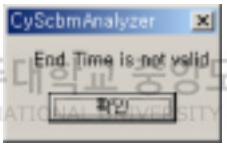
·Start : 원하는 구간 중 처음 시작 시간을 second로 입력한다.

·End : 원하는 구간 중 마지막 시간을 second로 입력한다.

그림 3.3-13은 0s~2700s까지를 분석한 모습이다. 원하는 Channel을 누르면

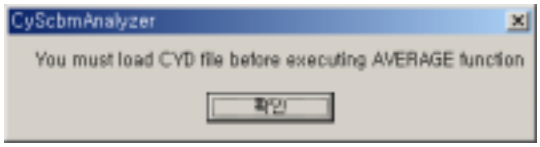


(a)



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(b)



(c)

그림 3.3-13 Load된 Data의 임의 구간에 대해서 Power Spectrum, Average, SD, Maximum, Minimum을 구한다. (a) 0s~2700s까지의 구간 분석, (b) End Time이 유효하지 않았을 경우 Error Message, (c) Data file을 Load하지 않고 Average function을 호출했을 경우 Error Message

입력된 구간의 해당 Channel에 대해서 계산된 값을 볼 수 있다.
만약 "End time"이 유효하지 않은 범위를 넣을 경우, Data file을 Load하지 않은 상태에서 Average Button을 누르면 경고 메시지가 출력된다.

■ The Standard Deviation
- 측정 및 제어 프로그램: CyScbm (Ver 1.0)과 동일

3.4 실험 방법

2003년 7월 14일부터 9월 8일까지 약 2개월(8주) 동안 남여 14명을 대상으로 총 36케이스(회)에 걸쳐 실시하였다. 실험 장소는 CLI생체음향연구소(서울시 서초구 방배동 918-6)이며, 실험시간대는 직장인의 근무 시간과 피 실험자의 업무를 고려하여 평일 또는 휴일 14시부터 20시 사이에 실시하였다. 피 실험자는 측정기간 내에 어떤 약물도 복용하지 않은 상태에서 실험에 임하도록 했다.

제주대학교 중앙도서관

3.4.1 실험 환경

실내 온도를 24도를 유지하였으며, 측정 시에는 실내 조명등을 끄고, 창문은 창 가리개를 내려 약간 어둡게 하였다. 외부의 빛을 완전 차단하지는 않았는데 이는 인공 장애물을 적용한 수면보다도 음악 적용의 효과를 높이기 위해서다. 눈은 자연스럽게 감도록 유도하고, 심리적인 안정을 위해서 눈 가리개를 사용하여 측정에 임하였다. 또한 피 실험자가 안정된 상태에서 편안하고 안락하게 누울 수 있는 안락의자 (170도 기울기 조정 가능)를 사용하였다 (그림

3.1-2c),

소음을 차단하면서 집중력을 높이기 위하여 '음악 적용'시 외부 스피커로 듣지 않고, 성능이 좋은 헤드폰을 착용하도록 하였다. 사용된 헤드폰은 SENNHEISER HD-500 (Ireland)이다 (그림 3.1-2b). 컨트롤 그룹인'무음악 적용'시에도 외부의 소음을 줄이는 동시에 피 실험자에게도 같은 심리 조건을 부여하기 위해서 헤드폰을 착용토록 하여 동일한 방법을 적용하였다.

3.4.2 실험 진행 과정

(1) 준비: 도구 사용 전에 테이블에 앉아 설문 조사를 실시한다. 실험 전에 실시하는 설문지는 환자의 기본 사항에 대한 자료를 얻기 위함이다 (부록. 설문지 참조). 측정 중의 유의 사항을 일러주고, 편안한 자세로 안락의자에 앉게 한다. 안락의자를 160도 정도로 뒤로 눕혀 엷은 천으로 배를 덮어주고, 음악 프로그램 활용 측정 기간동안 편안한 마음으로 (눈을 감아도 무관) 음악프로그램을 듣도록 한다. 측정 중에 잠이 오면 자도 좋다고 일러준다.

제주대학교 중앙도서관

(2) 전극의 부착: 뇌파 측정기기(QEEG-4,LXE1104-RS232)의 4 채널의 평판 전극을 그림 3.4-1과 같이 홀수인 1,3채널은 좌측 측두부(F7, F3)에, 짝수인 2,4채널은 우측 측두부(F8,F4)에 전극 풀 (paste)을 이용하여 피부에 밀착되도록 붙이고, 거즈를 그 위에 붙여 피부와 고정시킨다. 단,REF는 머리중앙부(Cz), GND는 귀밑(A1,A2)이나 측면 목 부위에 잘 고정되도록 붙인다 (윤중수,1999).

(3) 헤드폰 착용: 피 실험자(Client)는 외부 소음 방지와 집중을 위하여 헤드폰을 착용토록 하며, 평판 전 극판과 선에 접촉되지 않도록 유의하여 착용토

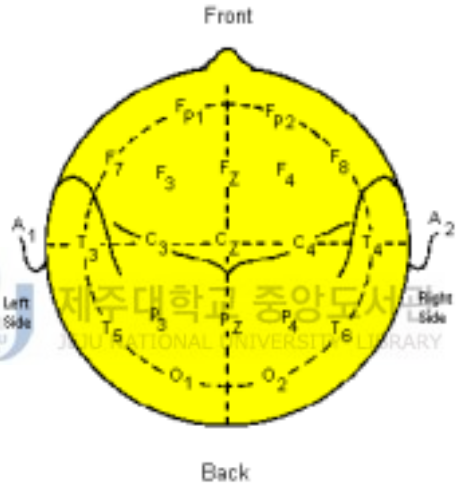


그림 3.4-1 뇌파 측정을 위한 전극 부착 위치

록 하여야 한다. 측정도중에 뇌파신호에 영향을 주기 때문이다.

(4) 실험 장치 준비: 이어 컴퓨터에 연결된 뇌파 측정 소프트웨어(CyScbm)를 통해서 음악의 재생 및 뇌파의 측정 준비를 완료한다.

(5) 음악 재생: 음악 프로그램 재생은 뇌파 측정 시작 후 최소한 3분 또는 그 이상 경과 후에 실행한다. 실행 후에도 클라이언트의 표정과 행동 등을 유의해서 관찰한다.

(6) 관찰: 실험 도중 피 실험자를 잘 관찰하면서 얼굴표정, 숨소리, 머리를 떨구는 순간 등 모든 이상 징후를 확인하여 메모한다. (측정 종료 후 설문 조사하면서 이에 대한 내용을 구두 확인토록 하여 **수면시점**(sleep onset)을 찾는데 참고토록 한다) 또한 인공산물 (Electrode popping) 발생 또는 특이 사항을 기록한다
(윤중수,1999).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(7) 수면 시점 측정: 측정 도중 몇 명의 피 실험자에게 손에 가벼운 물체(봉)를 자연스럽게 잡고 측정토록 하여 수면 시작 시에 근육이 이완될 때 손에 긴장이 풀리면서 잡고 있던 물체(봉)가 쳐지거나 떨어질 때, 수면시점으로 활용하도록 피 실험자 관찰에 주력하도록 해야 한다.또한 측정도중에 비디오나 사진을 촬영하여 실시간 뇌파 기록의 변화를 기록으로 남겨, 수면에 이르는 시점을 분석하는데 참고토록 한다. 또한 필요시 BIS 모니터를 이용하여 피 실험자의 BIS 수치를 측정한다.

(8) 기상음악: 측정 종료 시 피 실험자의 얼굴 표정을 확인하여 만약 수면 중이면 종료 음악(기상음악)을 실행시킨다. 종료음악을 실행하면서 피 실험자가

눈을 뜨거나, 말을 하면 측정이 끝났음을 알려준다. 또한 종료 음악(기상음악) 실행 후 피 실험자의 뇌파의 반응도 살펴본다.

여기서 기상음악이라 함은 델타음악과 상반되는 용어로 델타 파 유도에 상반되는 알파파 또는 베타 파를 유도하는 음악으로 정의 할 수 있다. 이른 아침 산새소리나 행진곡풍의 힘찬 음악들을 그 예로 들 수 있다.

(9) 설문지 작성: 실험 종료 후 설문지를 작성하도록 한다. 설문지는 피 실험자가 느끼는 수면 상태에 대한 일반적인 내용을 파악하기 위한 내용으로 구성되어 있다. (부록. 설문지 참조)

위에서 (8)은 실험 후반부에 일부 피 실험자에게 추가된 사항이다. 그림 3.4-2는 델타 음악을 들으면서 수면을 취하고 있는 피 실험자와 주변의 실험 장치를 보여주고 있다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

그림 3.4-2 실험 중인 피실험자의 모습 및 실험 장치

VI.실험 결과

수행한 실험 횟수는 피 실험자 14명을 무음악 적용 9회, 수면유도음악인 델타음악 적용 (이하 '델타음악'이라 함) 9회, 대조음악(베토벤의 바이올린 소나타 제5번 F장조 작품24, 이하 '비교음악'이라 함)적용 9회, 그리고 델타음악과 대조음악의 상관관계를 알아보기 위하여 프로그램음악(자연소리+ 델타음악+ 자연소리+ 대조음악, 이하 '프로그램음악'이라 함) 9회, 총 36회(CASE)를 수행하였다.

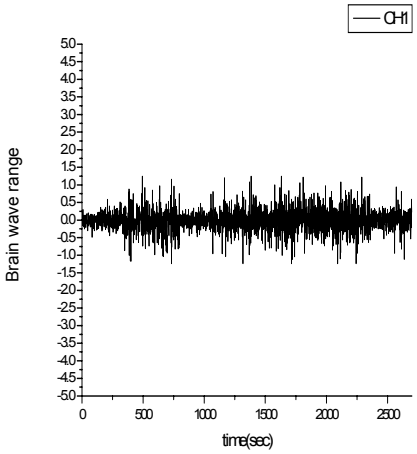
수집된 데이터에는 피 실험자의 통계적인 자료와 실험 시간, 수면 시간과 수면 상태, 수면에 이르는 시간 (추정)들이 포함되어 있다. 실험 전후의 설문지와 측정 도중 피 실험자에 대해서 관찰한 실험자의 기록서도 보관되었다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

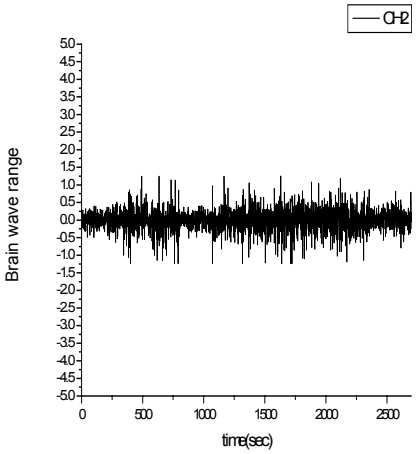
4.1 채널별 뇌파 반응 특성: 피실험자 A

그림 4.1-1은 피실험자 A에 서 전 실험 기간동안 (2,700초) 측정한 각 채널별 시간 영역에서의 뇌파 신호를 보여 주고 있다. 즉 뇌파 측정 부위가 다른 경우 뇌파 신호를 비교하고 있다. 시간 영역에서 도시된 뇌파는 거의 유사한 것으로 나타났다.

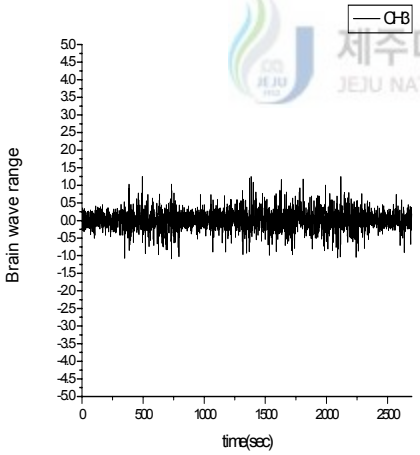
전 시간 구간에서 채널별 뇌파를 주파수 성분 별로 정리하면 표 4.1-1과 같다. 표에서 가장 낮은 주파수인 델타파로부터 세타파, 알파파, 베타파, 감마파에 대한 평균값(AVE) 표준편차(STD) 최저값(MIN) 최대값(MAX)을 제시하고 있다. 뇌파의 값은 절대적인 에너지의 크기가 아니라, 상대적인 에너지의 크기



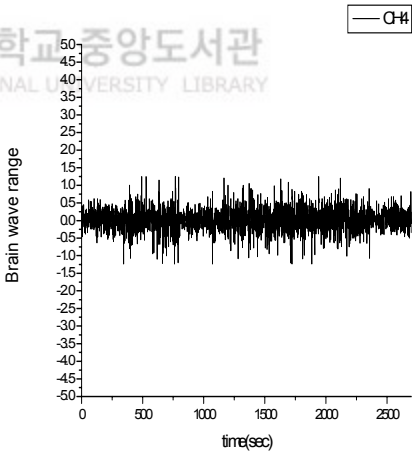
(a) ch1



(b) ch2



(c) ch3



(d) ch4

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

그림 4.1-1 피실험자 A로 부터 실험 기간 (2,700초) 동안 측정한 채널별 전형적인 뇌파 신호. (a) ch1, (b) ch2, (c) ch3, (d) ch4

표. 4.1-1 채널별 피 실험자 A의 27.000ch 동안 측정한 뇌파 신호의 5가지 주파수 대역별 (델타, 세타, 알파, 베타, 감마) 백분율 평균치

(a) CH1

waves	AVE	STD	MAX	MIN
delta	48.64	75.05	436.42	0.22
theta	26.87	37.14	185.08	0.23
alpha	12.17	11.19	50.59	0.44
beta	10.72	12.87	91.33	0.68
gamma	1.60	1.48	18.96	0.11

(b) CH2

waves	AVE	STD	MAX	MIN
delta	46.67	67.31	502.18	0.26
theta	27.68	36.21	309.24	0.65
alpha	12.98	11.57	77.89	0.69
beta	10.88	11.93	125.25	0.93
gamma	1.79	1.52	23.90	0.24

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(c) CH3

waves	AVE	STD	MAX	MIN
delta	41.57	54.38	304.36	0.15
theta	29.41	38.06	202.49	0.34
alpha	14.28	12.28	49.21	0.50
beta	12.89	14.34	94.58	0.98
gamma	1.86	1.53	18.55	0.19

(d) CH4

waves	AVE	STD	MAX	MIN
delta	43.43	54.10	384.92	0.24
theta	30.24	36.19	274.02	0.78
alpha	13.53	10.60	71.40	0.77
beta	11.05	11.93	133.48	1.23
gamma	1.74	2.61	57.26	0.25

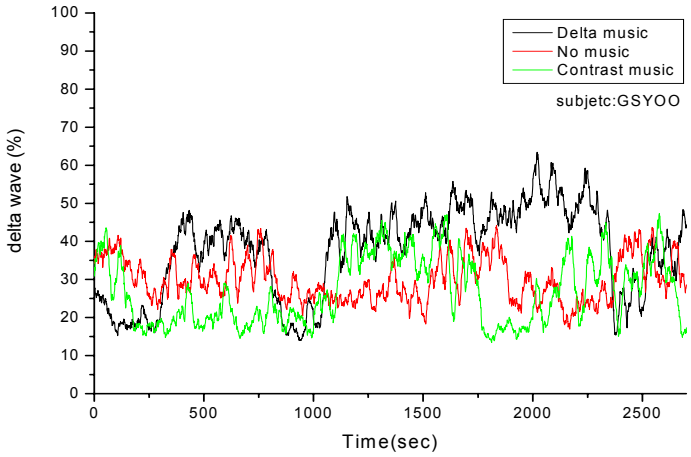
를 백분율로 표기한 것이다. 모든 채널에서 저주파수 성분인 델타 파부터 감마 파 성분으로 가면서 뇌파의 에너지는 감소하고 있다. CH1 에서의 델파 파의 크기가 가장 큰 것으로 나타났고 CH4에서 가장 작은 값을 보이고 있다. 그러나 최대 최소 값의 차이가 10% 이내에서 유지되고 있으며, 다른 주파수 성분의 변화는 더욱 작은 것으로 나타났다. 기본적으로 주파수 특성은 모든 채널에서 유사하게 나타난 것으로 파악되었다.

채널별 뇌파의 특성은 타 실험자에게도 거의 유사한 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 편의상 채널 1에서 측정한 뇌파를 이용하여 자료를 분석하기로 한다. 그리고 이 결과는 모든 채널을 고려한 경우와 일관성을 유지할 것으로 예상된다. 향후 뇌파는 특별한 언급이 없으면 CH1에서 측정한 것을 의미한다.

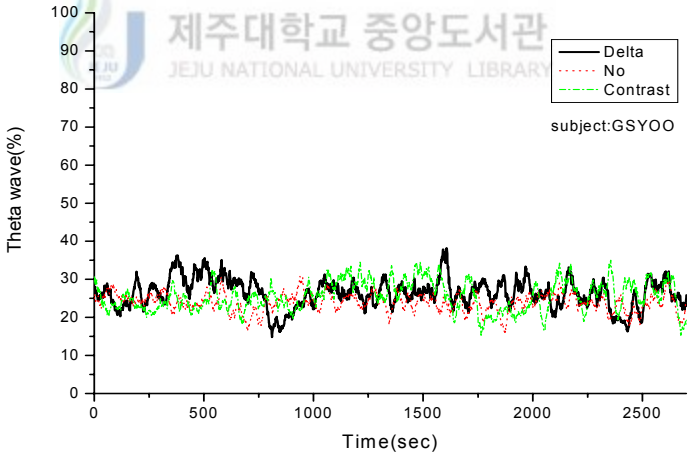
제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

4.2 음악별 뇌파 반응 특성: 피실험자 A

그림 4.2-1은 피실험자 A에 대해 음악별 CH1에서 측정한 뇌파의 시간에 따른 주파수 반응 특성을 보여 주고 있다. 수면에 깊은 관련이 있는 것을 알려진 델타파는 델타 음악을 들려주었을 때 대비 음악 또는 무음악인 경우 보다 확연하게 상승한 상태를 유지하고 있다 (그림 4.2-1a). 반면 세타파는 음악에 따른 차이가 거의 없는 것으로 나타났다 (그림 4.2-1b). 알파파의 경우 (그림 4.2-1c), 델타 파와 반대로 델타 음악을 들려주었을 때 가장 작은 값을 가지는 것으로 나타났다. 이것은 델타파에 의한 델타파의 상승효과를 반영하고 있는 것으로 해석된다. 각성 상태를 반영하는 고 주파수 성분인 베타파와 감마파의 경우에는 델타 음악이 평균적으로 가장 낮은 값을 보이고 있다.



(a) delta wave

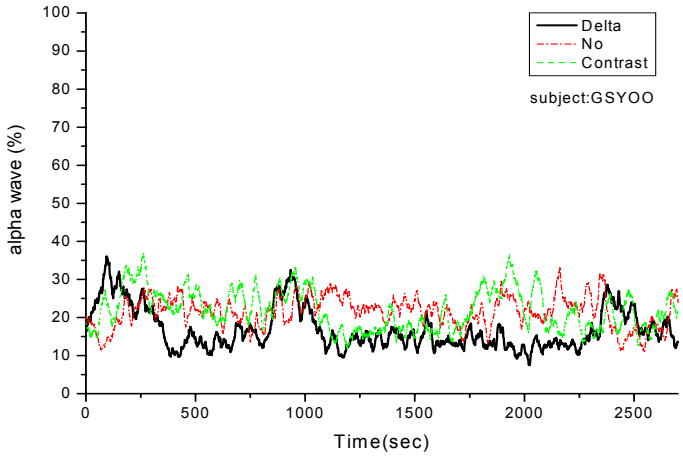


제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

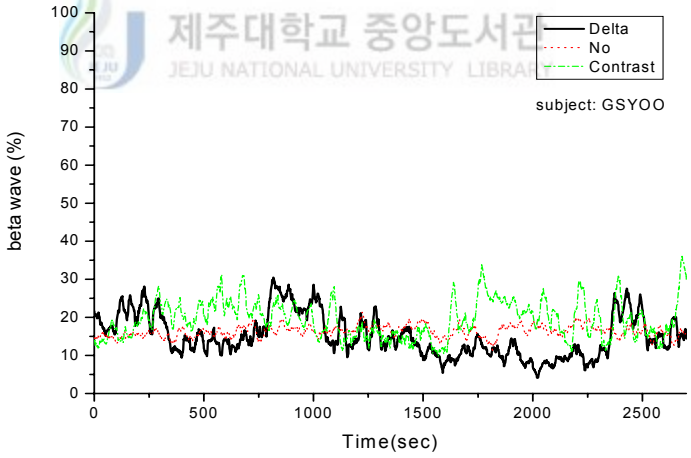
(b) theta wave

그림.4.2-1 음원에 따른 각 뇌파의 시간 반응 특성 곡선. (a) 델타파, (b) 세타파,

(뒷면에 계속)



(c)alpha wave



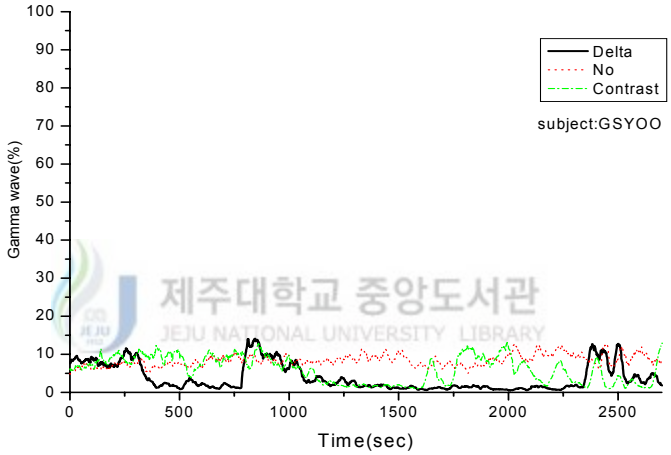
제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(d)beta wave

(앞면에서 계속)

그림.4.2-1 음원에 따른 각 뇌파의 시간 반응 특성 곡선. (c) 알파파, (d) 베타파,

(뒷면에 계속)



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(e)gamma wave

(앞면에서 계속)

그림.4.2-1 음원에 따른 각 뇌파의 시간 반응 특성 곡선. (e) 감마파

표 4.2-1은 2700초 (45분) 동안 다른 조건의 음악 (무음악, 델타음악, 대비음악)을 들려주면서 피 실험자 A로부터 CH1 에서 측정한 뇌파의 주파수 성분(델타파, 세타파, 알파파, 베타파, 감마파)에 대한 평균수치(AVE), 표준편차(STD), 최고값(MAX), 최저값(MIN)을 제시하고 있다.

델타파와 세타파는 델타음악> 대비음악> 무음악 순으로, 알파파는 무음악 > 대비음악> 델타음악 순으로 나타났으며, 베타파는 대비음악> 무음악> 델타음악 '순으로 나타났다.

델타 음악을 들려주었을 때 델타파의 크기는 대비 음악이나 무음악의 경우보다 매우 크게 나타났다. 반대로 알파파는 델타파 음악의 경우 무음악과 대비음악 보다 아주 낮게 나타났다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

4.3 음악에 따른 델타파의 시간 반응 특성: 피실험자 B

제시된 음악의 특성에 따라 피 실험자의 뇌파 중 수면과 가장 관련성이 높은 델타파의 반응을 보기 위해, 음악과 뇌파 신호를 동시에 기록하여 보았다. 그림 4.3-1은 피실험자 B에게 음악을 들려주면서 수면을 취하게 했을 때 델타파의 반응을 보여 주고 있다. 그림에서 수평축은 시간을 초로 표시하였고 수직축은 측정된 뇌파 신호의 델타파 성분의 백분율을 의미한다. 그림에서 점선으로 표시된 신호는 3초 간격으로 얻은 델타파 성분이며, 실선으로 표기된 그래프는 30초간의 뇌파 신호로부터 얻은 신호이다. 뇌파 하단부의 요철 모양의 그래프는 시간에 따라 제시한 음악의 구성 성분의 on/off에 대한 정보를 도시

표 4.2-1 음원에 따른 뇌파의 반응 특성 비교

(a) delta music

brain waves	AVE	STD	MAX	MIN
delta	48.64	75.05	436.42	0.22
theta	26.87	37.14	185.08	0.23
alpha	12.17	11.19	50.59	0.44
beta	10.72	12.87	91.33	0.68
gamma	1.60	1.48	18.96	0.11

(b) contrast music

brain waves	AVE	STD	MAX	MIN
delta	37.92	82.18	3423.11	1.92
theta	27.10	45.84	2755.00	3.65
alpha	17.16	19.66	1037.35	2.55
beta	14.71	18.53	926.76	8.18
gamma	3.11	4.04	309.50	2.02

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(c) no music

brain waves	AVE	STD	MAX	MIN
delta	38.45	81.67	1850.65	0.75
theta	22.17	19.94	353.08	0.90
alpha	18.48	12.68	173.02	1.72
beta	13.76	9.20	198.79	3.78
gamma	7.16	7.68	118.96	1.91

한다.

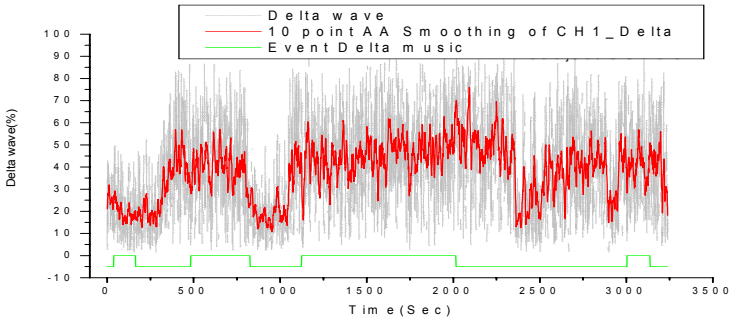
(1) 델타음악

그림 4.3-1의 (a)의 하단부 요철 그래프에 대한 설명은 다음과 같다. 뇌파를 측정하기 시작한지 180초(3분)가 지난 후 음악을 들려주었다. 그림의 수평축의 하단에 그려진 표는 음원 소스(음악)표시이다. 음악과 음악 사이에 자연의 소리(비 오는 소리)가 강약으로 표시되었다.
델타 음악의 처음 도입부는 음악이 없는 자연의 소리만 흐르는데, 이 때는 낮은 값을 보이다가, 델타 음악이 나오기 시작하면서 서서히 델타파가 증가하는 모습을 보인다. 그림 4.3-1를 보면 300초 이후부터 급격하게 증가하고 있다. 델타파의 양이 높게 증가된 상태에서 (즉 평균 48% 정도) 오랫동안 높은 값을 지속 하고 있다. 음악 성분이 달라진 2000초 이후에는 약간의 시간의 지연을 두고 델타파의 성분은 감소하다가 다시 증가하고 있음을 보여주고 있다.

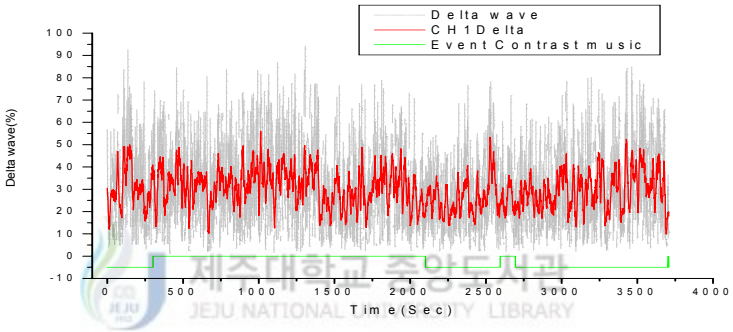
제주대학교 중앙도서관

(2) 대비 음악

그림4.3-1의 (b)의 하단 요철 그래프가 의미하는 것은 다음과 같다. 피 실험자의 뇌파를 측정하기 시작한 이후 300 초부터 비교 음악을 들려주었다. X축의 하단에 그려진 표는 음원소스(음악)표시이다. 음악과 음악 사이에 자연의 소리(비 오는 소리)가 강약으로 표시되었다.
뇌파 측정 직후 300초 이전인 음악을 들려주지 않은 상태에서 델타파가 상승하였다. 비교 음악을 듣기 시작한 300초가 이후에는 오히려 약간의 감소 곡선을 그리다가 상승하고 다시 감소하는 뇌파 량의 증감이 반복되고 있는 모습을 볼 수 있다. 그림4.3-1의 (b)와 같이 전체적으로 델타 파 성분이 급격하게 상승하거나 하락하지 않고 거의 평균 값 (30%)을 중심으로 교반하는 상태 유지

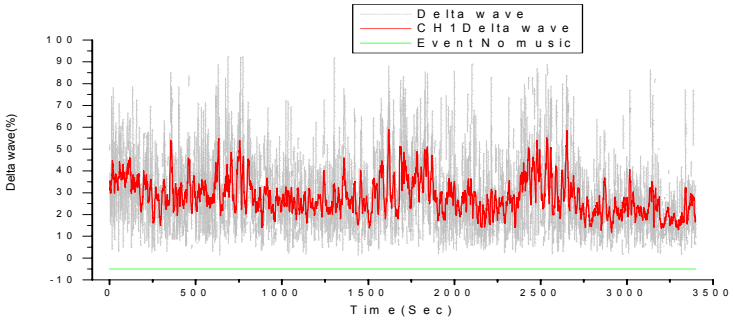


(a)



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(b)



(c)

그림 4.3-1 다른 음악을 들려주면서 실험자 B로부터 측정한 뇌파의 델타파 주파수 영역의 시간 반응 곡선. (a) 델타 음악, (b)대비음악, (c) 무음악

하고 있음을 볼 수 있다.

(3) 무음악

그림4.3-1의 (c)의 하단 요철 그래프가 수평선을 그리고 있듯이 아무런 음악을 들려주지 않고 피 실험자의 뇌파를 측정한 경우이다. 그림4.3-1의 (c)에 보듯이 뇌파 측정 시작 후 180초가 지나면서 델타파의 뇌파 량이 감소하는 현상을 볼 수 있다. 델타파 성분은 300초가 지나면서 증가하다가 다시 감소하고 약간의 증감을 반복하고 있다. 후반 부에 두 차례에 걸쳐 일정 기간 동안 40% 이상의 델타파 성분이 검출되고 있다. 전체적으로 보면 오히려 전체적으로 델타파 성분은 감소하고 있다. 델타파의 양의 평균값은 33%정도를 유지하고 있다. 대비음악이나 델타음악에 비해서는 델타파 량이 매우 감소되었음을 알 수 있다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(4) 실험 후 피 실험자 B의 소견:

델타 음악을 적용한 경우로 피 실험자 B는 음악을 듣기 시작한 후 6분경에 잠들었다고 하였다. 수면 중 시골에 아이들과 놀았다는 꿈을 꿨다고 하였다. 수면이 종료된 후 다음 비 온 후 깨끗한 느낌, 기분이 상쾌하다고 하였다.

대비 음악을 적용한 경우는 음악 적용 후 15분경과 무렵 잠깐 잠에 들었다가 중간 중간에 깨어났으며, 일상의 많은 일들이 떠올랐다고 하였다. 측정전의 보다 기분이 좋아졌으며 편안해졌다고 하였다.

무음악을 적용한 경우에는 깊은 잠에 이르지 못하고, 꿈도 꾸지 않았다고 하였다. 관찰자의 측면에서 보면 피실험자가 측정 도중 몸을 많이 움직였던 편이다.

4.4 피실험자 군에 대한 델타 음악의 효과: 통계적 처리 결과

음악에 따른 피 실험자의 뇌파 반응 특성에 대한 피 실험자 그룹 전체에 관한 통계 처리 결과는 표4.4-1에서 보여 주고 있다. 통계 처리를 위해 사용된 데이터는 case는 실험자 7명에 대한 21케이스 이다. 여기서 케이스는 실험 횟수를 의미한다. 즉 기본적으로 1인의 피 실험자는 무음악, 델타음악, 대비음악을 들으면서 수면을 취하는 3케이스의 실험에 참여한다. 실험에서는 총 14명 36케이스를 측정하였으나, 3가지 케이스를 모두 참여하지 못한 피 실험자의 자료는 통계 처리에서 제외 하였다. 표 4.2-1에서 산출한 뇌파별 값은 30초 동안 측정한 뇌파를 FFT하여 계산한 결과이다.

4.4.1 뇌파의 주파수 성분별 특성

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

표4.4-1로부터 수면과 가장 밀접한 관련이 있는 것으로 알려진 델타파의 평균값 및 표준 편차는 델타음악(avg=47.21%, SD=4.99%) > 대비음악(40.02%, SD=5.92%) > 무음악 (avg=33.29%,SD=14.74) 순으로 나타났다. 표준편차(SD) 값은 반대로 무음악 > 대비 음악 > 델타 음악 순으로 감소하고 있다.

수면과 유의한 관련성이 있는 세타파의 평균값도 델타음악(24.58%)> 대비음악(23.62%)> 무음악(21.77%)> 순으로 나타났다. 단 세타 파는 델타파의 증감에 따라 일정하게 병행하여 증가와 감소를 하는 것이 아니라, 독자적으로 변화하는 것을 볼 수 있다.

반면, 델타파와 반대의 특성을 보이는 알파파는 무음악 (29.92%)에서 가장 높

표 4.4-1 음악에 따른 피 실험자 군 뇌파 신호의 주파수 성분별 평균값 및 표준 편차 (21 case)

(a) delta wave

person	delta music	no music	contrast music
1	48.64	38.45	37.92
2	47.87	44.34	43.37
3	52.14	42.31	34.72
4	51.83	46.36	36.00
5	50.47	41.04	52.90
6	41.44	9.80	35.64
7	38.14	10.77	39.60
평균:	47.21	33.30	40.02
표준편차:	4.99	14.74	5.92

(b) theta wave

person	delta music	no music	contrast music
1	26.87	22.17	27.10
2	26.83	28.30	21.17
3	28.55	22.02	29.92
4	23.83	24.17	20.60
5	24.72	23.83	19.50
6	24.23	14.76	19.86
7	17.05	17.14	27.20
평균:	24.58	21.77	23.62
표준편차:	3.45	4.09	3.98

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(c) alpha wave

person	delta music	no music	contrast music
1	12.17	18.47	17.16
2	11.30	11.31	15.64
3	10.55	21.51	18.66
4	14.83	16.56	29.72
5	14.50	17.34	19.36
6	22.53	62.38	20.14
7	18.64	61.90	18.43
평균:	14.93	29.92	19.87
표준편차:	3.99	20.57	4.24

(d) beta wave

person	delta music	no music	contrast music
1	10.72	13.76	14.71
2	11.05	11.90	14.15
3	7.40	12.05	15.04
4	7.83	10.28	11.99
5	9.59	13.14	6.61
6	10.23	9.72	17.22
7	20.15	8.45	13.36
평균:	10.93	11.33	13.30
표준편차:	3.99	1.77	3.11

(e) gamma wave

person	delta music	no music	contrast music
1	1.60	7.16	3.11
2	2.95	4.14	5.67
3	1.36	2.12	1.66
4	1.68	2.64	1.70
5	0.72	4.65	1.83
6	1.55	3.34	7.13
7	6.03	1.73	1.40
평균:	2.27	3.68	3.21
표준편차:	1.65	1.72	2.11

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

게 나타났고 대비음악 (19.87%), 델타음악 (14.93%) 순으로 나타났다. 이는 델타파의 결과를 검증하는 결과이기도 하다.

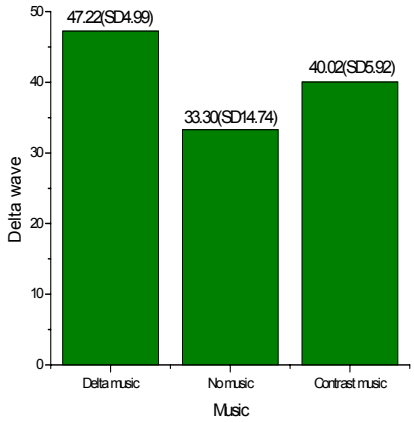
각성 상태를 반영하는 베타파와 감마파의 경우에는 델타파의 경우 보다 가장 낮은 값을 보이고 있다. 베타파 (Beta wave)의 평균값도 비교음악 (13.30%) > 무음악(11.32%)> 델타 음악 (10.99%)순으로 나타났다. 베타파와 감마파의 경우에는 기본적으로 절대적인 에너지의 크기가 작기 때문에 유의한 결과를 얻기 위해서는 좀더 많은 자료가 필요할 것으로 생각된다.

요약하면, 수면과 관련 있는 뇌파 성분인 델타파와 세타 파는 델타음악의 경우 가장 높은 값을 보이고 있으며, 대비음악, 무음악 순으로 감소하였다. 델타파와 반대의 특성을 보이는 알파파는 무음악(29.92%)에서 가장 높게 나타났고 대비음악 (19.87%), 델타음악(14.93%) 순으로 나타났다. 이는 델타파의 유도 효과에 대한 결과에 대한 실험의 신뢰성을 부여하게 하는 결과이기도 하다. 수면과 관련성이 적은 베타 파, 감마파 성분은 무음악> 대비음악> 델타음악 순으로 나타났다.

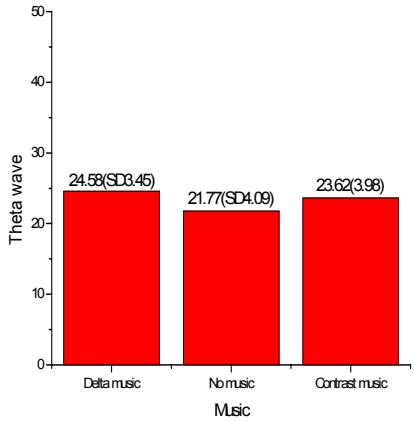
제주대학교 중앙도서관

그림4.4-1은 음악에 따른 피 실험자로부터 측정한 뇌파 신호의 주파수 성분별 평균값 (표준편차)을 막대그래프로 도시한 것이다. 이 그림은 표 4.4-1의 결과를 시각적으로 쉽기 도시하기 위해 제시하였다.

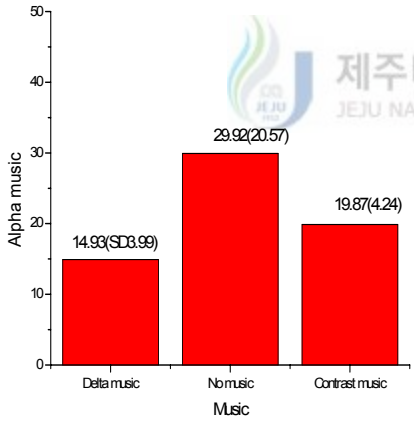
그림으로부터 델타 음악이 대비 음악 및 무음악에 비해 수면 관련 뇌파를 유도하는 효과가 확연히 뛰어나다는 사실을 알 수 있다. 아울러 델타파의 변화와 상반된 알파파의 변화가 예측한대로 변화하는 것으로부터 델타 파 성분에 대한 측정 결과의 신뢰성을 부여할 수 있다.



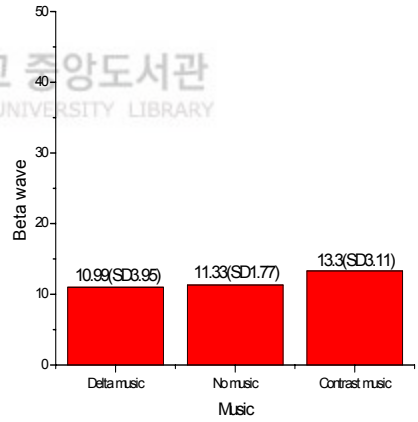
(a) delta wave



(b) theta wave



(c) Alpha wave

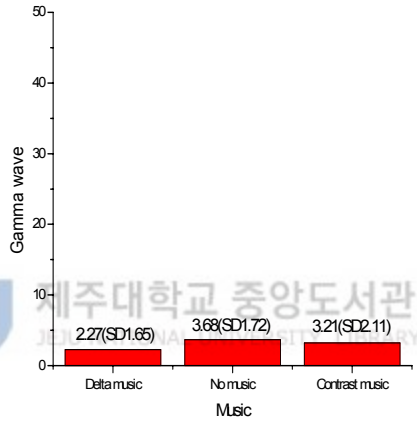


(d) Beta wave

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

그림 4.4-1 표 4.4-1 음악에 따른 피 실험자 군 뇌파 신호의 주파수 성분별 평균값에 대한 막대 그래프 (21 case). (a) 델타파, (b) 세타파, (c) 알파파, (d) 베타파,

(뒷면에 계속)



(e)

(앞면에서 계속)

그림 4.4-1 표 4.4-1 음악에 따른 피 실험자 군 뇌파 신호의 주파수 성분별 평균값에 대한 막대 그래프 (21 case). (e) 감마파

4.4.2 음악에 따른 효과

가. 무음악

무음악은 수면과 역 상관관계를 가진 알파파 성분의 유도에 큰 영향을 주는 것으로 나타났다. 그림4.4-1c에서 보여주는 바와 같이 알파파 값은 다른 음악의 경우에 비해 가장 높게 나타났다. 일반적으로 수면과 밀접하게 관련된 델타파가 증가하면 상대적으로 비수면 뇌파인 알파파와 베타파의 감소가 예상되는데, 그림 4.4-1a 무음악의 경우 델타파 유도가 가장 낮게 나타나 있어 이를 확인할 수 있다.

나. 대비 음악

전반적으로 대비음악은 무음악과 델타 음악의 중간적인 특성을 보이고 있다. 그림 4.4-1의 (a)에서 보여 주는 바와 같이 대비 음악의 경우 델타파 유도 효과는 델타 음악과 무음악의 중간에 위치하고 있다. 그림 4.4-1의 (c)와 같이 수면과 관련성이 적은 알파파와 그림 4.4-1의 (d)베타 파에 평균값은 각각 알파파 19.87%, 베타 파 13.30% 로 나타났다. 무음악과 마찬가지로 수면뇌파보다도 비수면 뇌파에 더 영향을 미치는 것으로 나타났다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

다. 델타 음악

델타 음악은 수면과 관련성이 가장 높은 것으로 알려진 델타파 성분을 가장 잘 유도하는 것으로 나타났다. 알파파를 제외한 수면과 관련성이 적은 뇌파의 성분에는 상대적으로 영향이 작게 나타났다. 알파파의 경우 델타파와 역 상관관계를 보이고 있어, 델타 음악은 상대적으로 알파파 억제 효과를 보이고 있는 것으로 여겨진다.

4.5 설문 조사 결과

뇌파 측정 외에도 피 실험자에게 실험 전 후에 <수면에 관한 설문조사>를 실시하였다. 본 연구에서 피 실험자 14명으로부터 얻은 자료를 분석한 결과는 다음과 같다.

4.5.1 피 실험자의 수면 관련 사전 정보 (실험 직전)

평소에 자신의 수면 시간이 충분하다고 생각하는가? 에 대해서 14명중 그렇다(6명), 그렇지 않다(8명) 으로 평소 수면 시간이 충분하지 않는 사람이 57.1%였다. 불면으로 고민한 적이 있느냐? 는 대해서는 절반이 '있다'라고 응답해, 피 실험자의 50 %이상이 불면으로 고민한 적이 있는 것으로 나타났다. 불면으로 고통을 받은 사람 중에서, '수면제나 기타 약물 복용을 한 적이 있느냐?' 라는 질문에 대해서, 있다 (3명), 없다 (5명) 으로 불면으로 고통을 받는 다고 무조건적으로 약물을 복용하지는 않는 것으로 나타났다.

또 '평소 음악을 들으며 수면을 취한 적이 있느냐?' 란 질문에는 '있다'라고 응답한 사람이 절반을 넘었으나, '모든 음악이 다 수면 유도에 해당된다고 생각 하느냐?' 란 질문에 '그렇다'라고 응답한 사람이 2명으로, 85.7%가 수면 유도에의 음악 활용에 관심을 나타냈다.

4.5.2 실험 후 피 실험자 수면 유도 효과 (실험 직 후)

수면 유도 음악 즉, 델타 음악을 듣고 난 기분은?' 이라는 질문에 '쾌적하다 (6명), 쾌적하지 않다 (0명), 편안하다 (5명), 불편하다 (2명),무응답 (1명)으로 나타나 78%가 긍정적으로 평가를 하고 있는 것으로 나타났다. 무음악 적용

후의 같은 질문에는 '쾌적하다 (2명),쾌적하지 않다 (6명), 편안하다 (1명), 불편하다 (4명),무응답 (1명)'으로 나타나 71.4%가 무음악 적용을 편하지 않게 생각하고 있음을 알 수 있다. 또 '음악을 들으면서 무슨 생각을 하거나 떠오르는 느낌이 있었느냐? '라는 질문에 대해서 '있다 (13명), '없다 (1명)'으로 델타음악이나 대비음악에 상관없이 음악을 들으면서 수면을 취하는 경우에는 대부분이 음악에 의한 연상작용을 하는 것으로 나타났다. '만약 있다면, 어떤 내용입니까(간단하게)?' 라는 질문에는 '어린 시절의 추억'또는 '자연 속에서 지난 추억'이 대부분이었다. 그리고 '수면유도 음악을 듣고, 일반 음악과의 차이점이 있느냐?' 라는 질문에, 있다 (9명), 없다 (2명), 무응답 (3명) 으로 답해 과 반수 이상이 '있다' 라고 했으며, '있다'라고 응답한 사람 중에서 '어떤 차이점이 있느냐?'라는 물음에는 과 반수 이상이 '수면에 도움이 된 것 같다' 라고 응답했다. 그리고 마지막 질문으로 '잠 안 올 때, 수면 음악프로그램을 활용할 계기가 된다면 활용하고 싶은가?' 라는 물음에는 거의가 다 활용하고 싶다'라고 말해, 향후 불면으로 고통 받을 경우, <수면유도 음악프로그램>이 불면치료 프로그램의 하나로 자리매김 할 수도 있을 것으로 사료된다.

제주대학교 중앙도서관

V. 토　　의

본 연구는 본 실험은 본 연구자에 의해 수면 유도용으로 제작된 델타 음악(박경규 1994, 2000)이 일반 성인을 대상으로 임상적인 측면에서 수면 유도 효과를 평가하기 위한 것이다. 본 실험을 통해 델타 음악이 수면과 관련성이 매우 높은 델타 파를 잘 유도하는가? 또한, 얼마나 빨리 유도하는가? 에 대한 매우 긍정적인 자료를 얻을 수 있었다.

5.1 측정 전극의 부착 위치 및 방법

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

본 연구에서는 ooo에 부착된 전극을 통해 CH1에서 측정한 뇌파 신호에 대해서 분석하였다. 물론 CH1-CH4 간의 차이가 매우 미미한 것으로 확인 되었지만, 수면 관련 뇌파 신호를 얻기 위한 최적의 전극 부착 위치 및 방법에 대한 연구는 필요할 것으로 여겨진다. 특히 본 실험 장치를 활용하여 수면 유도를 위한 <바이오 피이드백 시스템>을 개발할 경우, 무선 전극을 활용하는 것과 전극 부착 방법에 대한 편이성을 개선하는 일이 요구된다.

5.2. 실험 데이터의 선택

본 실험은 두 달 동안 14명을 대상으로 36케이스 실험을 수행 했지만, 실제로 통계처리에 사용한 데이터는 7명의 21케이스에 불과했다. 가장 중요한 이

유로 본 실험에서 활용한 데이터는 델타 음악, 무음악, 대비 음악의 3가지 방법을 모두 수행한 피실험자의 데이터만을 추출하여 사용하였기 때문이다. 실험 초기에 음악을 적용함에 있어 수면 유도를 최대화하기 위한 다양한 음악을 복합적으로 적용하여 다양한 결과를 얻기 위해 치중했으므로 효율적으로 적용하지 못했다. 그 결과 통계 처리에 사용할 수 없는 데이터가 발생하게 되었다. 이외에도 다음과 같은 특이한 피 실험자의 경우에는 통계처리에서 제외하였다.

(1) 어느 피실험자(종교인)는 1차 측정 시, 음악으로 수면을 유도한다는 목적에 대한 궁금증과 성격의 예민성으로 인하여 음악 적용 후, 오히려 델타 파 감소현상과 알파파 증가현상이 지속적으로 나타나는 경우도 있었다. 향후, 다수의 피실험자 데이터가 확보 될 경우, 1차로 얻은 데이터는 통계 처리에서 제외하는 것이 바람직 할 것으로 여겨진다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(2) 어느 피 실험자 (수녀)의 경우에도 음악치료라는 새로운 것에대해서 의문과 지나친 관심으로 무음악 및 음악 적용 양쪽 모두 알파파 증가 현상이 돌출한 의외의 반응이 나타난 경우도 있어, 실험 케이스에 들어있지만 통계 처리에는 제외시켰다.

(3) 어느 피 실험자 (교사)는 측정 시작 직후, 곧바로 수면 중에 나타나는 양의 델타파가 지배적으로 나타나다가 음악 적용하면 반대로 진행되는 케이스도 있었다. 실험 후 설문서를 통해 알아본 결과, 평소 늘 아침 일찍 학교 출근해야 하므로 밤에 깊은 잠을 못자는 데서 기인된 오랜 습관으로, 낮 시간이 늘 몽롱하다는 말을 듣고 이해가 되었다.

5.3 실험자의 주요 관찰 내용

대비음악을 적용 한 후, 델타파의 사이클은 상선곡선과 하향곡선을 반복해서 나타나지만 전반적으로 수평적인 흐름을 나타났다. 12케이스 중 3케이스는 음악 적용 후 초반부터 <델타 파>와 <세타 파>는 오히려 감소했으며, 알파파와 베타파가 증가하는 현상을 보였다. 중반이후에 <델타 파>와 <세타 파>는 증가하였고, <알파 파>와 <베타 파>는 감소하기 시작하였다. 이런 부분 역시 뇌파의 변화는 피 실험자의 측정환경과 심리적 상태와도 무관하지 않으므로 향후 측정 시, 참조해야 할 부분이기도 하다.

델타음악과 대비음악은 무음악에 비해 음악을 적용한다는 의미에서 델타파 유도에 보다 적극적이었다. 하지만 두 음악을 각각 적용하여 나타나는 델타파의 양은 매우 달랐다. 음원에 대한 소스분석에 따라서도 다양하게 달라질 수도 있으나, 음악 외적인 면도 피 실험자의 마음 상태나 생리적인 상태를 변화시킬 수 있음에 간과해서도 안 될 듯싶다. 전날 밤의 수면상태, 지금의 심리상태, 건강상태 등도 실험 결과에 영향을 미치기 때문이다. 두 음악의 길이가 직접적인 영향은 주지 않지만 동일한 길이의 음악을 적용 했을 때는 어떤 결과가 나올까도 궁금해진다.

또 1,2부로 나누어져 있는 델타음악을 적용했을 때, 음악이 끝나고 2부 음악이 나오기 전에 자연의 소리(비 오는 소리)만 들려주었을 때, 델타파가 감소하는 경향을 나타났다. 처음부터 음악이 배제된 자연의 소리(비 오는 소리)만을 들려주었을 때와는 사뭇 다른 결과를 나타내기도 하였다. 이런 모두가 매우 민감하게 작용하는 총체적인 연구도 계속 지켜봐야 할 듯싶다.

제주대학교 중앙도서관

36케이스 중에서 12케이스를 적용한 델타음악 실험은 대체로 음악 적용 후 8케이스는 초반부터 델타파가 증가하여 후반까지 지속되었으며, 3케이스는 초반부에는 델타파가 증가하다가, 후반부엔 감소되어 깨어나기도 했다. 1케이스는 초반부에 오히려 델타파의 감소현상을 보이다가 중반에 증가하기 시작하기도 하였다.

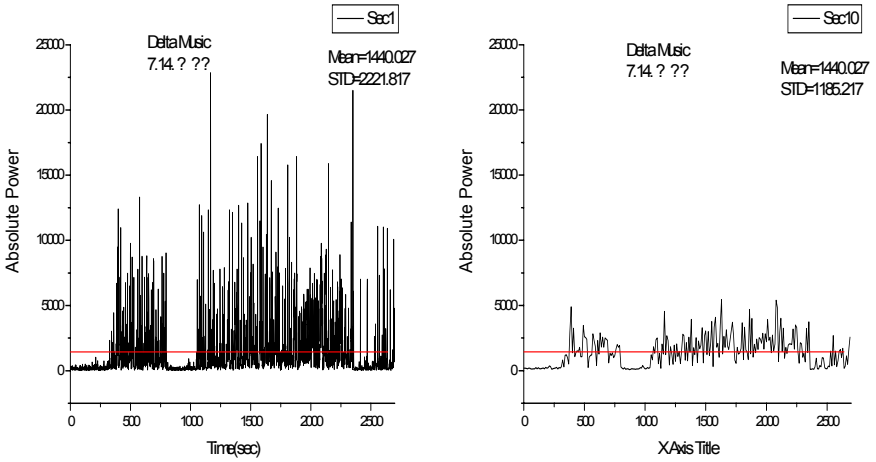
음악을 적용하지 않은 무음악의 경우, 각 뇌파(Brain wave)의 변화는 큰 폭의 변화 없이 수평적 증가와 감소가 반복되는 현상을 나타내었으며, 표준편차(STD)의 폭도 크게 나타났다.

수면 뇌파인 델타파가 증가 할 때마다, 정신이 맑을 때에 증가하는 <알파 파>와 활동성이 강 할 때 증가하는 <베타 파>가 감소하는 현상은 바로 수면 중에 증가하는 <델타 파> 의 임상적 특징을 잘 말 해주는 것으로, 델타파와 수면과의 상관관계가 증명되었지만, <델타 파>와 세타파에 관계에 있어서, 델타파가 증가할 때, 세타파의 수치가 일정하게 증가하지 않고, 독자적으로 증감하면서 다른 뇌파와 무관한 움직임을 나타내는 것으로 나타났다.

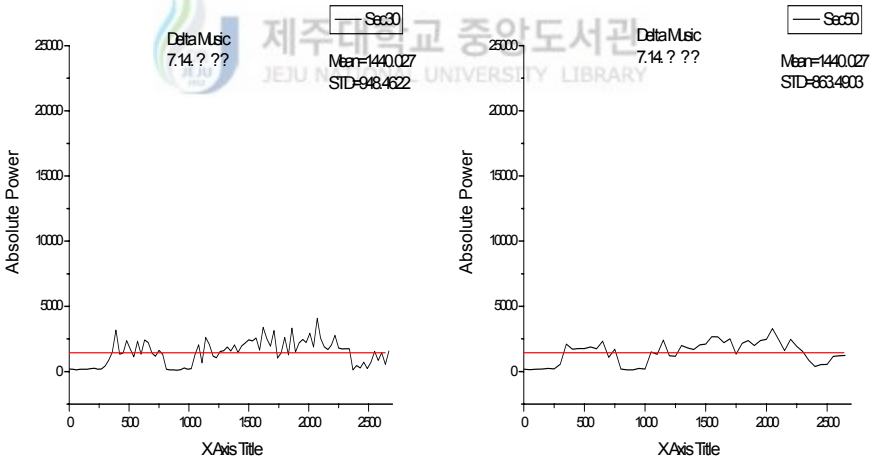
제주대학교 중앙도서관

5.4 뇌파 신호의 지속 시간과 주파수 성분의 변화도

측정된 뇌파신호는 3초 동안(duration)의 신호로 FFT를 수행하여 1초 간격(interval)으로 뇌파신호 성분을 추출하도록 하였다. 3초 동안의 뇌파 신호의 각 주파수 성분의 변화는 매우 커서 경향을 알기가 매우 어렵다. 그림 5.4-1은 duration을 변화하면서 델타파 성분 시간축에 도시하고 있다. 그림 5.4-1에서 보여 주듯이 duration 값이 작을 때는 델타파의 변화가 너무 심하다. 그



(a) (b)



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(c) (d)

그림 5.4-1 뇌파 신호의 duration 값이 증가할 때 얻은 델타파의 시간에 따른 변화 (subject:GSY00). (a) duration 1 sec. (b) duration 10 sec. (c) duration 30 sec(a) duration 50 sec

림 5.4-2는 duration을 1초에서 60초까지를 변화하면서 얻은 델타파 성분 값의 변화의 정도를 도시하고 있다. 그림에서 보여 주듯이 duration의 증가에 따라 변화의 정도 (표준 편차로 계산)는 급속히 낮아지고 있음을 보여 주고 있다. Duration 이 30초 이상의 경우 표준 편차의 감소는 매우 완만해지는 것으로 나타났다.

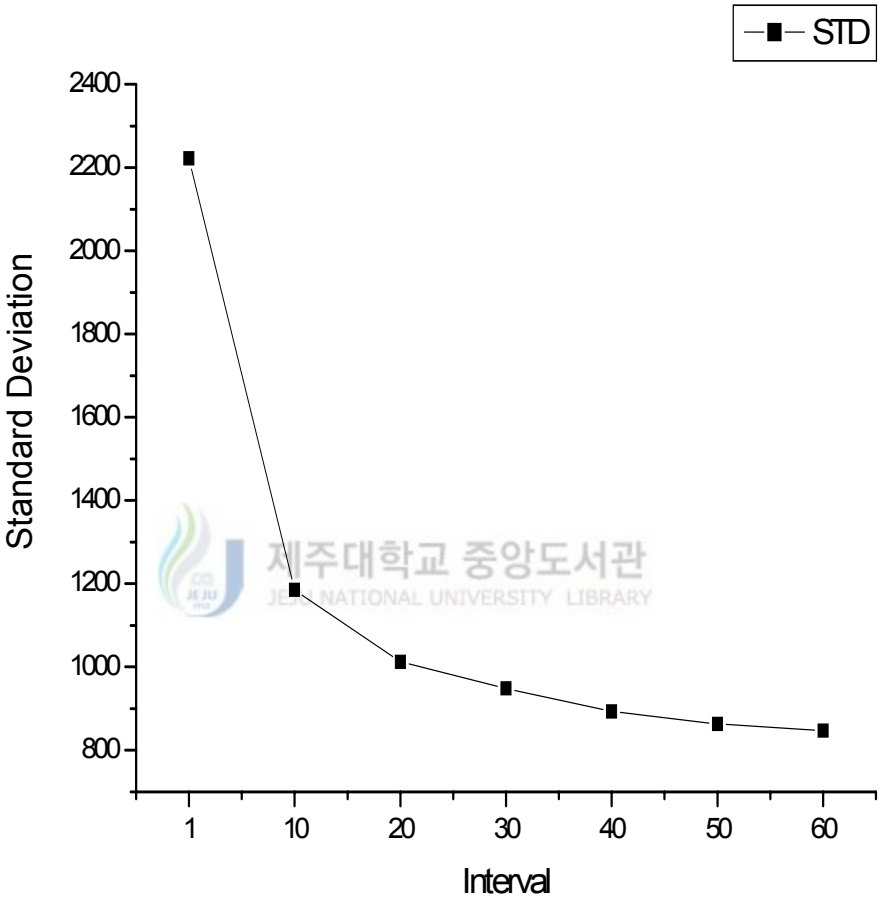
표 4.2-1에서 산출한 뇌파별 값은 30초 동안 측정한 뇌파를 FFT하여 계산한 결과이다. 만일 30초 보다 작으면 계산된 뇌파의 표준 편차의 값이 매우 커지게 되고, 30초 보다 커지면 변화의 폭은 감소한다. 30초로 설정한 이유는 임상적으로 마취 효과를 평가하기 위한 BIS 지수 값을 산출하기 위해 뇌파를 30초 간격으로 측정하여 주파수 분석을 하고 있는 데에 근거하였다. BIS 지수는 수술 환자에 대한 마취 시점 및 정도를 평가하기 위해 임상적으로 활용하고 있는 지표이다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

5.5 BIS 지수 및 수면시점

만일 수면 시점(Sleep onset time)을 정확히 안다면, 수면 시점에서의 수면 관련 뇌파의 특성을 정량적으로 평가하는 데 유용하게 활용할 수 있을 것이다. 수면 시점을 정확히 아는 일은 쉽지 않다. 본 실험에서는 일부 피실험자에게 마취 환자의 무의식 상태를 평가하는 지수로 사용되는 BIS 지수를 활용하여 수면 시점을 평가하여 보았다. 또한 실험자의 관찰을 통해 수면 후 근육 이완 효과로부터 수면 시점을 평가하는 방법을 시도하여 보았다.

5.5.1 BIS 지수에 의한 수면 시점 평가



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

그림 5.4-2 뇌파 신호의 duration을 1-60 초 범위를 변화하면서 얻은 델타파 성분의 표준 편차 값 (변화의 폭)의 변화 (subject:GSY00)

최근에 발표된 Levin의 연구에 의하면 (LEVIN 1998) 수면에 접어들 때의 BIS 모니터의 BIS평균수치는 86 (+ 0.79)이하이며, 깊은 수면에 빠질 때에는 BIS수치는 80대로 심하게 감소한다(TUNG 2002).

본 실험의 후반부에 실시한 일부 피실험자에 대해서는 뇌파 측정 및 BIS 지수를 동시에 측정하여 결과를 비교하여 보았다. 델타 음악을 적용하였을 때, 평균 수면유도 시간은 12.3분(+1.7분)으로 나타났으며, 무음악을 적용하였을 때, 29분(+2.4분)으로 나타났다. 그러나 델타음악과 비교음악 적용 두 그룹간의 수면에 이르는 시간의 차이는 거의 없는 것으로 나타났다.

흥미 있는 사실은 피 실험자의 BIS 평균수치인 86 (+ 0.79)에 도달할 때 델타음악과 세타 파 비율이 41% : 31.5% 로 나타났다. 이것은 수면 상태에 들어갔을 때, 다시 말해서 EEG 수치를 통하여 수면시점을 알아 낼 수 있는 새로운 방법으로 향후 연구와 통계를 거듭하여 좋은 결과를 낳을 수 있을 것으로 생각된다.

제주대학교 중앙도서관

이와같은 이법 실험을 통하여 다양한 결과를 볼 때, 추후 많은 실험 데이터를 확보하여 BIS 모니터 상 수면시점으로 밝혀진 BIS평균수치인 86 (+ 0.79) 시점에서 델타파를 포함한 뇌파 성분의 크기를 평가하는 연구는 수면과 관련된 뇌파의 연구에 매우 중요한 자료를 제공할 것으로 기대된다.

5.5.2 실험자 관찰을 통한 수면 시점 확인

실험자 관찰을 통한 수면 시점 확인 방법은 수면 시점에서 피 실험자의 근육이 이완이 될 것이라는 사실에 근거한다. 실험에서는 피실험자에게 봉을 손에 들고 있도록 하면서 수면 유도 음악을 들려주었다. 잡고 있던 봉을 놓치는 그

시점을 수면 시점으로 간주하였다.

일부 피 실험자에게 적용한 실험을 통해 손에 든 물체가 근육이 이완될 때 아래로 떨어지는 시점이 BIS 지표상 수면 상태에 있거나, 델타파의 증가 시점과 일치하고 있음을 관찰할 수 있었다. 간혹 BIS 값과 델타파 성분의 값이 매우 높고 피 실험자의 외면의 상태로 보아 수면이 시작되었음에도 그대로 손에 든 물체(봉)를 계속잡고 있는 경우도 있었다.

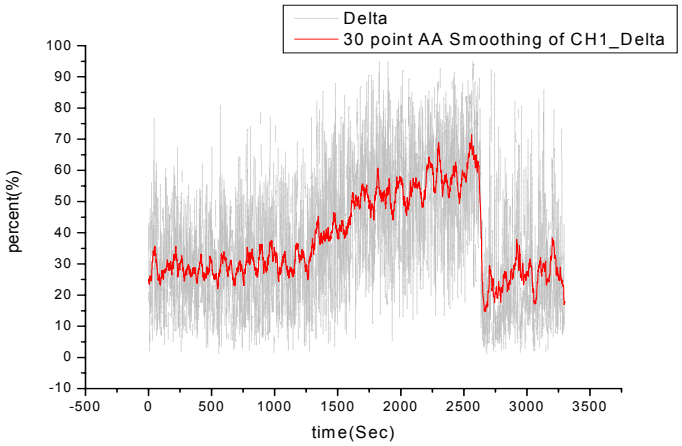
본 연구자는 수면을 방해하지 않는 자극에 대한 피 실험자의 반응을 본 연구에서 사용된 실험 장치에 포함 시켜 추후 좀더 객관적으로 정확히 수면 시점을 측정할 계획이다.

5.6 기상음악

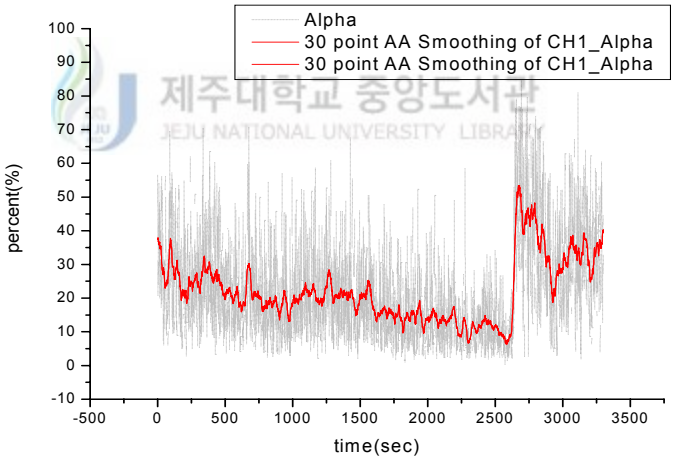
제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

실험 종료 시, 피 실험자가 수면 중일 때 흔들거나 말로써 깨우지 않고, 종료음악 (기상음악)을 실행시켜 보았더니 매우 효과적이었다. 기상음악(종료음악)은 본 연구팀이 직접 녹음 채취한 상쾌한 산새소리 모음 구성하였다.

기상음악에 대한 피 실험자의 뇌파 신호에서 델타파와 베타파는 감소하고 알파파와 베타 파 그리고 감마파가 증가하였다(그림5.6-1). 향후 기상음악은 우울하거나 침체된 마음상태를 벗어나고자 할 때, 정신 집중을 요하거나 기분 전환을 위해서 활용될 수 있을 것으로 기대되며, 이에 대한 추가적인 연구가 제안된다.



(a)



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(b)

그림 5.6-1 피실험자 C에게 적용한 기상음악적용후의 뇌파신호 반응곡선

위 그림은 피실험자 C에게 델타음악 적용 후 수면뇌파의 상승으로 수면중 실험 종료를 알리기 위해서 2580sec.(43분)경 기상음악(상쾌한 산새소리 모음) 적용하였더니 위 그림과 같이 (a) Delta wave는 급감소하고, (b)Alpha wave는 급상승하는 결과를 나타내었다.

5.7 생체 음향 변수

본 논문에서는 델타 음악의 심리 음향학적 분석을 통해 대비 음악과 비교하여 보았다. 두 음악의 음향 신호에 대한 음향학적인 차이점은 매우 크다. 또한 분석에 사용한 생체 음향 변수의 값도 크게 차이가 나는 것으로 나타났다. 동일한 라우드니스에 대해 델타 음악의 샤프니스값은 작게 나타났다. 저주파 성분의 에너지가 델타 음악에서 크게 나타났다.

생체 음향학적 특성에 따른 뇌파의 반응을 연구하는 향후 특정한 의도를 가지는 음악을 작곡하는데 매우 중요한 기초 자료를 제공한다. 본 연구에서는 생체 음향학적인 특성과 피실험자의 심리적인 반응에 대한 내용을 포함하지 못하고 있다. 향후 이 부분은 수면 유도 효과를 최대화 하는 수면 유도 음악을 제작하기 위해 반드시 연구되어야 할 것으로 생각된다. 음원 또는 기본 소리에 대한 감성적인 면과 심리적인 면을 생체음향학적으로 계량화하고 이를 바탕으로 음악을 제작할 경우, 그 효과 매우 클 것으로 기대된다 (최민주 1997).

제주대학교 중앙도서관

5.8 생리학적 반응

수면과 관련된 생리적인 변화는 뇌파 외에도 많다. 예를 들어 근전도, 심전도, 심음도, GSR 등을 들 수 있다. 수면의 질에 대한 좀더 자세한 자료를 얻기 위해서는 이러한 생리적 변화를 측정하는 일이 중요하다. 수면 시점에 대한

정확한 평가를 위해서도 이러한 생리적인 반응에 대한 고찰이 있어야 할 것으로 생각된다. 이 부분은 추후 연구 과제로 남겨놓고자 한다.

수면 후에 생리변화 반응에 대한 사항들은 연구과제로 남겨 둘 수밖에 없다. 뿐만 아니라 음원에 대한 보다 깊은 실험 연구 분석을 통하여 소리에 대한 감성적인 면을 생체음향학적인 계량화 작업 등의 후속 연구가 꼭 필요할 것이다.

본 연구의 목적인 '음악이 델타파를 유도할 수 있느냐?' 이 밖의 주제들, 다시 말해서, 수면에 대한 질적 향상이나 수면 후에 생리변화 반응에 대한 것들은 다음 연구과제로 미룰 수밖에 없다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

VI. 결 론

본 연구에서는 본 연구자가 수면을 유도하기 위한 목적으로 제작된 델타 음악의 수면 유도 효과를 임상적으로 평가하였다. 수면 유도 효과를 평가하기 위해 뇌파 신호를 분석하여 수면과 관련된 델타파 및 세타파 특성을 고찰하였다. 실험은 (1) 무음악, (2) 델타 음악, (3) 대비 음악 (대표적인 수면 유도 음악으로 활용되는 베토벤의 바이올린 소나타 제5번의 2악장 아다지오)을 들려주면서 수면에 이르게 하는 3가지 실험 군으로 구분하여 진행하고 약 1시간 이내에서 뇌파 신호를 측정하였다. 측정된 뇌파 신호 주파수 대역별 성분을 백분율로 환산하여 얻은 주요 결론을 요약하면 다음과 같다.

(1) 수면과 관련 있는 뇌파 성분인 델타파는 델타 음악의 경우 현저히 높은 값 (47.21%)을 보였으며, 대비음악 (40.02%), 무음악 (33.29%) 순으로 감소하였다. 평균값에 대한 표준 편차는 델타 음악의 경우가 가장 작은 4.69%를 보였고 이는 대비 음악 의 5.92% 보다 작으며, 무음악의 14.71% 보다 1/3 정도 수준이다. 이는 피 실험자에 의한 변화의 폭이 매우 낮으며, 대부분의 피 실험자에게서 동일한 수준의 수면 유도 효과를 얻고 있다는 것을 의미한다.

(2) 델타파와 반대의 특성을 보이는 알파파는 무음악 (29.92%)에서 가장 높게 나타났고 대비음악 (19.87%), 델타음악 (14.93%) 순으로 델타 음악이 가장 낮게 나타났다. 이는 수면유도 음악인 델타 음악이 델타파의 유도 효과에 대한 결과에 대한 실험의 신뢰성을 부여하게 하는 결과이기도 하다.

(3) 수면과 상관성이 상대적으로 적은 베타 파 경우는 대비음악(13.30%)> 무음악(11.32%)> 델타음악(10.99%)의 순으로 나타났으며, 값의 차이가 미미

하였다. 이러한 결과는 델타 음악이 수면을 상대적으로 가장 잘 유도하고 있음을 의미한다.

뇌파의 측정 결과를 확증하기 위해 피 실험자를 대상으로 실험 직후 설문조사를 실시했다. 그 결과 <델타 음악> 듣고 난 후, '쾌적하고 편안했다'. '잠을 잘 잤다'라는 응답을 얻을 수 있었다.

일부 피 실험자에 대해 측정을 시도했던 BIS 수치 및 근육 이완 효과를 이용한 수면 시점 평가는 후속 연구로 요청된다. 수면 시점에서 음악을 활용한 델타 파를 포함한 뇌파 성분의 에너지에 대한 자료는 향후 수면 뇌파의 연구에 중요한 자료를 제공할 것으로 생각된다. 또한 본 연구에서 수행한 델타 음악과 대비 음악의 생체 음향학적인 분석을 토대로 음원 및 소리의 기본 단위에 대한 생리/심리학적 반응에 대한 연구는 향후 수면 유도를 최적화 하는 <델타 음악>의 작곡에 중요한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

본 연구에서 개발한 실험 장치 및 결과는 향후 불면증 환자의 비 약물적 수면 유도를 위한 <바이오피이드백 시스템> 개발에 매우 유용하게 활용될 것으로 기대된다.

참고 문헌

Avery,Tung A (2000). Use of the BIS monitor to detect onset of naturally occurring, sleep. Kluwer Academy. New York.1-2,3-6.

Benoit,O (1991). Clinic.38-42

Bettermann,H., Amponsah,D., Cysarz,D.and Leeuwen,P (1999). Musical rhythms in heart period dynamics. The American physiological society.4-6

Campbell,Don (1997). Mozart effect. Goldenbough publishing Co.,Ltd.358-9

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Haynes,S.G(1978). The relationship of psychological factors to coronary heart disease in the Framingham study. I method and risk factors. American journal of Epidemiology.107,362-368.

Levin, Ya.I(1998). "Brain music" in the treatment of patients with insomnia. Plenum Publishing Corporation. 1-3

Levin,YA.I(1998).The effect of new non-pharmacological method of treating insomnia. Plenum Publishing Corporation.5-8

Levin,Ya.I.and Vein,A.M(1996), Medicine.29-34

Ratcliff,J.D(1995).당신의 몸을 얼마나 아십니까?. 동아출판사.27-30

Soong,Anthony C.K. & Zoltan,J.Kples(1995),Pricipal-Component Localization of the sources of the background eeg.342-345.

Schulberg, C(1981). The music therapy source book. Human sciences press. New York. 251-259

Tompson,R. F(1993). 뇌(신경과학입문), 성원사.35-40,64-72

과학동아 8월호 '불면증 치료에서 항암제까지'32-36

김영우,박경규(1998). 행복한 수험생 쾌청 365, 정신세계사. 30-56

박경규(1994). 건강과 음악치료, 도서출판 빛샘.68-75,85-86, 88-89,193-199, 241-243,

박경규(2000).뇌건강을 위한 음악클리닉, 중앙출판사. 12-14,15-18, 20-27, 54-60,118-121, 127-132.

박경규(1994). 건강음악대전집(SCHM v-12시리즈,45CDs), 서울음반. 1-45

박경규(2000). 뮤직클리닉(SCBM시리즈, 36CDs), 웅진미디어 22-24

박경규(2000). 신음악 감성교육법, 월간 키즈(유아정보), 172-175

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

윤중수(1999). 뇌파학 개론, 고려의학.9-18, 25-36.

연합통신(2002).연합통신 2002-05:

최민주(1997). 감성적 지향적 TV개발을 위한 칼라 및 음질의 최적모드 구현에 관한 연구.전자공학회지 제24권-제11호.(1317-1333)

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

부 록

-수면에 관한 설문조사(M-program적용)-　　2003년　월　일 (오전,오후　시　분)

이름:　　,나이(만　세),직업(　　),성별(M,F),(　　)회차

(프로그램 활용 직전) *임상환경적용 여부(실내온도, 조명)

1. 평상시 취침시간과 기상시간은 몇 시입니까?(　　시에 취침,　　시에 기상)

2. 평상시 자신의 수면시간이 충분하다고 생각하십니까?(그렇다, 그렇지 않다)

3-1. 불면으로 고민한 적이 있습니까?(있다. 없다)

3-2. 만약 있다면 수면을 위해 수면제나 기타 약물을 복용하신 적이 있습니까?(있다. 없다)

4. 불면으로 병원의 도움을 요청하신 적이 있습니까? (있다. 없다)

5-1. 불면치료를 위해 음악을 사용한다거나 음악을 이용한 치료에 관한 정보를 접한 적이 있습니까? (있다. 없다)

5-2. 만약 있다면 어떤 매체를 통해서 접하신 적이 있습니까?

(방송. 신문. 잡지. 기타　　)

6. 음악을 들으며 수면을 취한 적이 있습니까?(있다. 없다)

7-1. 음악이 수면유도에 도움이 된다고 생각하십니까?

(가능하다　불가능하다　관심 없다)

7-2.가능하다면, 모든 음악이 다 해당된다고 생각하십니까? (그렇다, 그렇지 않다)

9. 특별히 수면유도를 위해서 만들어진 <음악 프로그램>을 적용한다면 참여할 수 있습니까?　(있다. 없다)

10.현재 몸이 피곤하거나 잠이 올 것 같습니까?(그렇다, 그렇지 않다, 모르겠다)

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(프로그램 활용(실험)직후)

1.수면유도 음악프로그램을 듣고 난 기분은?

(쾌적하다. 쾌적하지 않다. 편안하다. 불편하다)

2-1음악프로그램을 처음 들으시면서 무슨 생각을 하거나 떠오른 느낌이 있었습니까?

(있다. 없다)

2-2만약 있다면 어떤 내용입니까(간단하게/)

3-1음악프로그램을 들으면서 잠을 잔 기억이 나십니까? (그렇다, 그렇지 않다)

3-2난다면, 얼마동안 잠을 잔 느낌입니까?

(15분 내외, 30분 내외, 40분 내외, 기타 분)

3-3음악을 듣고 난 후 몇 분쯤 지나 수면이 시작(sleep on)되었다고 생각하십니까?

(약 분 정도 지나서, 기억나지 않는다)

4-1수면유도 음악 프로그램을 들으시고 일반 음악과 차이점이 있는 것 같습니까?

(있다. 없다)

4-2만약 있다면, 어떤 차이점이 있습니까?

(수면에 도움이 된 것 같다. 그렇지 않은 것 같다. 기타)

5.앞으로 잠 안 올 때, 수면 음악프로그램을 활용할 계기가 된다면 활용하고 싶다.

(그렇다. 그렇지 않다)

*감사합니다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

-수면에 관한 설문조사(Without Music적용)- 2003년 월 일 (오전,오후 시 분)

이름 ,나이(만 세),직업( ),성별(M,F),( )회차

(임상 직전) *임상환경 적용여부(실내온도, 조명)

1. 평상시 취침시간과 기상시간은 몇 시입니까?(시에 취침, 시에 기상)

2. 평상시 자신의 수면시간이 충분하다고 생각하십니까?(그렇다, 그렇지 않다)

3-1. 불면으로 고민한 적이 있습니까?(있다. 없다)

3-2. 만약 있다면 수면을 위해 수면제나 기타 약물을 복용하신 적이 있습니까?(있다. 없다)

4. 불면으로 병원의 도움을 요청하신 적이 있습니까? (있다. 없다)

5-1. 불면치료를 위해 음악을 사용한다거나 음악을 이용한 치료에 관한 정보를 접한 적이 있습니까? (있다. 없다)

5-2. 만약 있다면 어떤 매체를 통해서 접하신 적이 있습니까?

(방송. 신문. 잡지. 기타)

6. 음악을 들으며 수면을 취한 적이 있습니까?(있다. 없다)

7-1. 음악이 수면유도에 도움이 된다고 생각하십니까?

(가능하다 불가능하다 관심 없다)

7-2.가능하다면, 모든 음악이 다 해당된다고 생각하십니까? (그렇다, 그렇지 않다)

9.수면유도를 위해서 만들어진 <음악 프로그램>을 적용하기 전에 음악없이 수면상태를 확인코자한다면 참여할 수 있습니까? (있다. 없다)

10.현재 몸이 피곤하거나 잠이 올 것 같습니까?(그렇다, 그렇지 않다, 약간(피곤하다,잠오려한다), 모르겠다)

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(임상 종료 후)

1.지금 기분은?

(쾌적하다. 쾌적하지 않다. 편안하다. 불편하다, 별 변화 없다)

2.잠을 잔 기억이 나십니까? (그렇다, 그렇지 않다)

2-1난다면, 얼마동안 잠을 잔 느낌입니까? (15분 내외, 30분 내외, 40분 내외, 기타 분)

3.수면에 음악 프로그램을 활용한다면 좋을 것 같습니까?(그렇다. 그렇지 않다)

메모----------

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY