

2020년  
기획 연구  
보고서

# 432Hz 음악에 대한 연구 (A Study on Music Tuned to 432Hz)

감자현 | 상명대학교 대학원 뉴미디어음악학과, 삼육대학교 음악학과 강사  
/ (사)린덴바움 연구위원

# 목 차

제1장 : 연구 배경, 목적 및 방법 ..... 1

  1.1 연구 배경 ..... 1

  1.2. 연구 목적 및 기대효과 ..... 2

  1.3. 연구 방법 ..... 2

제2장 : 본론 ..... 3

  2.1. 주파수와 음악 ..... 3

    2.1.1. 주파수(frequency, 진동수) ..... 3

    2.1.2. 주파수와 음악 - 피타고라스와 조율, 피타고라스 음계 ..... 3

    2.1.3. 주파수와 소리 - 소리의 정의 및 요소 ..... 4

    2.1.4. 배음(Overtone) ..... 5

    2.1.5. 주파수와 소리 합성 ..... 5

    2.1.6. 주파수와 빛 등 ..... 6

    2.1.7. 주파수와 뇌파 ..... 6

    2.1.8. 음악과 과학 ..... 7

  2.2. 주파수와 관련한 음악 사례 ..... 7

    2.2.1. 천구의 음악(Music of the Spheres) ..... 7

    2.2.2. 토드 막코버(Tod Machover)의 ‘Gammified’ ..... 8

    2.2.3. 마르크스 불러(Markus Buehler)의 Covid-19 향체음악 ..... 11

    2.2.4. 그레이코드(GRAYCODE)와 지인(jiiiiin)의 ‘#include red’ ..... 12

    2.2.5. 김영은의 ‘1달러어치’ ..... 13

    2.2.6. 음악극으로 발표되는 치유의 주파수 ‘432Hz’ ..... 14

  2.3. 432Hz에 관한 주장 ..... 14

  2.4. 432Hz 음악의 학술연구 동향 ..... 20

  2.5. 표준 음고에 대하여 ..... 22

  2.6. 음악치료에 대하여 ..... 24

    2.6.1. 음악치료의 정의, 과정, 역사, 음악치료사 ..... 25

      2.6.1.1. 음악치료의 정의 ..... 25

      2.6.1.2. 음악치료로 정의 가능한 것 ..... 25

      2.6.1.3. 음악치료로 정의할 수 없는 것 ..... 25

      2.6.1.4. 음악치료사란? ..... 25

      2.6.1.5. 음악치료의 과정 ..... 26

      2.6.1.6. 세션(Session) ..... 26

      2.6.1.7. 음악치료의 등장 배경 ..... 26

2.6.1.8. 음악치료의 역사 .....	26
2.6.2. 음악의 치료 효과에 관한 연구 .....	27
2.6.3. 기타 의견 .....	29
제3장 : 결론 .....	30
참고문헌 .....	32
요약 .....	38
Abstract .....	39

# 연구 개요

## 제1장 연구 배경, 목적 및 방법

### 1.1. 연구 배경

· 치유의 주파수로 불리는 432Hz에 대한 관심에 비해 객관적인 연구의 수는 부족하다. 이는 음악의 과학적 발전을 저해하고 많은 사람들에게 오해를 불러일으킬 수 있으므로 432Hz 음악에 대한 근거 및 관련 분야에 대한 연구가 필요하다.

### 1.2. 연구 목적, 방법 및 기대효과

- 본 연구를 소리의 물리적 특성, 주파수와 관련한 음악 작품 사례, 432Hz에 관한 주장과 학술연구 동향, 그리고 치료적 음악에 관한 내용으로 구성했다.
- 문헌 및 자료조사, 현황 및 사례조사로 실행했다.
- 432Hz의 치유 효과에 대한 근거를 정리함으로써 음악과 과학의 융합, 치료적 역할을 할 수 있는 음악을 구상하기 위한 기초 자료로 활용되기를 기대한다.

## 제2장 본론

### 2.1. 주파수와 음악(예술과 과학)

- 주파수는 주기운동을 하는 물체가 단위시간 동안에 수행한 진동의 수를 의미한다.
- 피타고라스 음계는 음정이 현의 길이에 따라 일정한 비례값을 갖는다는 내용에 기초한다.
- 음악의 가장 작은 단위라고 할 수 있는 ‘소리’를 구성하는 요소 중 ‘음고(음높이)’는 주파수로 이해되며 Hz 단위로 표기된다.
- 이외에도 주파수는 빛, 뇌파 등의 표기에도 사용된다.
- 고대부터 음악은 수학의 일부분으로서의 학문으로 여겨졌고, 음악과 과학은 현재도 전자악기, 소리합성, 음향학 등 많은 분야에서 밀접한 관계를 맺고 있다.

### 2.2. 주파수와 관련한 음악 사례

- 케플러의 천구의 음악 - 17세기, 행성(해, 달, 화성, 수성, 목성, 금성, 토성)은 각자 자신의 고유한 천구에 붙어서 운동을 하는 것으로 여겨졌고, 요하네스 케플러는 각 행성이 내는 음정·음계를 발표하기도 했으며, 뉴턴의 ‘조화 법칙’에도 영향을 끼쳤다는 점에서 과학적으로 중요한 성과였지만, 현대 과학에서 받아들여지지 못했다.
- 토드 막코버(Tod Machover)의 ‘Gammified’ - 막코버 교수는 MIT의 최첨단 연구와 감마 주파수를 통합하여 두뇌 재동기화 및 정신건강 증진에 놀라운 가능성을 보여주는 논의

를 위해 ‘Gammified’를 작곡, 발표했다. 그러나 이 음악의 건강 증진 효과 증명을 위해서는 (순수한 감마 주파수가 아닌) “감마 주파수와 현악4중주 소리가 혼합된 복합적 소리가 뇌에 끼치는 영향”에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

· **마르쿠스 불러(Markus Buehler)의 Covid-19 항체음악** - 바이러스의 진동 특성이 인체 침입에 결정적인 역할을 한다는 것과 주파수 위상 차이에 의한 소리의 ‘상쇄’ 효과를 기반으로 한 항체로서의 음악이다. 그러나 본 연구자는 바이러스의 진동 주파수와 소리의 진동 주파수, 그리고 그 주파수로 만들어내는 음악을 동일선상에서 이해할 수 있는 것인지에 대하여 확신하지 못한다.

· **그레이코드(GRAYCODE)와 지인(jiiiiin)의 ‘#include red’** - 빨간색을 20Hz의 소리로 변환하고 작가 주관적인 의견을 반영한 알고리즘을 구축하여 오디오-비주얼 작품을 발표했다. 이 알고리즘의 과학적 근거는 불충분하지만 그레이코드와 지인의 작품은 작품성을 인정받아 여러 장소에서 발표되었고, 특히 후속작은 전자음악계에서 권위있는 상을 수상하기도 했다. 이는 예술작품으로서의 가치에 과학적인 근거가 부족할지라도 작가로서의 실험정신과 그 구현 방식 및 미적인 아름다움에 근거하여 예술성을 인정받을 수 있음을 시사한다.

· **김영은의 ‘1달러어치’** - 컨셉 드로잉으로부터 이론적 오류가 발견되었으나 작품에서 말하고자 하는 바와 미적 아름다움을 인정받아 아트스펙트럼, 송은미술대상 등에서 수상하고 전시를 이어나가고 있다.

· **음악극 ‘432Hz’** - 치유의 주파수라고 불리는 432Hz에 맞춰진 음악을 들었을 때 인간이 평온함을 느낀다는 내용을 믿는 버스커들이 음악을 통해 마음의 상처를 치유하며 성장하는 이야기를 담은 창작 공연이다.

### 2.3. 432Hz에 관한 주장

· 432Hz를 치유의 주파수로 지지하는 단체들이 주장하는 내용은 아래와 같다.

- |   |
|---|
| <p>(1) 니콜라 테슬라의 명언 : 우주의 비밀을 밝혀내길 원한다면, 에너지, 주파수, 파동의 관점에서 생각하라.</p> <p>(2) 432Hz는 자연과 일치하는 주파수이다.</p> <p>(3) 나치의 음모에 의해 432Hz였던 기준주파수가 440Hz로 바뀌게 되었다.</p> <p>(4) 440Hz는 인체에 해로운 주파수이다.</p> <p>(5) 432Hz와 440Hz의 시각화를 비교해보면 432Hz가 더 아름답다.</p> <p>(6) 432Hz는 인체 치유 효과를 가진다.</p> <p>(7) 432Hz는 440Hz에 비해 청각 보호 효과를 가진다.</p> <p>(8) 음악연구가인 마리아 레놀드(Maria Renold)의 비교실험 결과 90%의 사람들이 432Hz로 조율된 음악을 선호했다.</p> |
|---|

· 그러나 위 내용에 대한 객관적인 근거를 확인할 수 없거나 혹은 그 근거에 대한 출처를 발견할 수 없었다. 즉, 위 내용을 사실로 받아들이기 어렵다.

### 2.4. 432Hz 음악의 학술연구 동향

- 432Hz의 치유 효과에 대한 주장은 몇몇 학자들의 관심을 끌었고, 본 연구에서는 432Hz의 신체적·정신적 영향에 대한 효과를 측정한 6편의 학술논문을 살펴보았다.
- 6편의 논문 중 4편의 연구 결과 440Hz로 조율된 음악과 비교해서 432Hz로 조율된 음악은 불안 감소 및 심장 박동 수 감소에 약간 더 효과적이었다.
- 432Hz와 440Hz에 관계없이 음악은 그 자체로 불안 감소, 심장 박동 수 감소, 스트레스 완화, 음식 섭취 및 체중 증가 효과의 효과를 가진다.

## 2.5. 표준 음고에 대하여

- 432Hz 음악의 치유 효과를 주장하는 단체들은 고대 악기들이 432Hz에 맞춰서 만들어졌고 바흐, 모차르트, 쇼팽, 베르디 등의 작곡가들은 432Hz에 맞춰 음악을 작곡했으며, 1938-1939년경 나치의 음모에 의해 440Hz가 표준 음고로 제정되었다고 주장한다. 그러나 이를 뒷받침할 수 있는 객관적인 문헌을 찾을 수 없었다.

## 2.6. 음악치료에 대하여

- **음악치료의 정의** : 음악치료사가 치료적인 상황에서 체계적으로 내담자에게 음악을 듣게 하거나 적절한 연주 행동을 하게 함으로써 개인의 신체적, 심리적, 정서적 통합과 바람직한 행동 변화를 가져오게 하는 등의 치료적 효과를 보게 하는 특수한 심리 치료법으로 그 효과는 내담자의 기분뿐만 아니라 신체적 기능에까지도 작용한다.
- **음악치료의 과정** : (1) 진단, (2) 중재 전략 구상, (3) 평가의 3단계를 거치고, 매 세션(session)의 음악치료는 연속성을 가지며 구상된다.
- **음악치료의 역사** : 원시시대에 질병 치료를 위한 주술 목적으로 음악을 사용한 것을 음악치료의 시작으로 보고, 성경의 내용 중 사울 왕이 괴로울 때 다윗이 하프를 연주했다는 내용을 최초의 음악치료 기록으로 본다. 20세기에 들어서서는 2차 세계대전 이후 참전 용사들을 위한 목적으로 음악치료가 개발되었고, 이후 음악치료가 전문분야로 인정되어 대학에서의 전공과정 개설 및 미국 전국음악치료협회가 창립되었다.
- **음악치료 관련 연구** : 대학 및 학회에서 발표되는 연구 내용을 일부 종합하면 음악 감상 및 음악 활동은 스트레스로 인한 암세포의 전이성 감소 및 부작용 감소, 뇌 기능 조절, 면역역력 강화, 행복감 증가, 우울증 감소 등의 효과가 있다. 그러나 유의미한 연구 결과를 도출하지 못한 연구 또한 존재했기 때문에 더 많은 연구 자료를 검토할 필요가 있다.

**2.7. 기타 의견** : 치유의 주파수 432Hz, 알파파 음악, 감마 주파수의 치유 효과 등에 대한 연구를 위하여 음악치료(Music Therapy) 외 소리치료(Sound Therapy)에 대한 후속 연구가 필요하다.

## 제3장 결론

- 432Hz의 치유 효과는 객관적 사실로 받아들이기 어렵다.

- 과학과 융합된 예술작품은 과학적 사실관계가 분명하지 않더라도 예술성을 인정받는 사례가 있었다.
- 따라서 432Hz를 예술 작업의 소재로 활용할 수 있지만, 이에 대한 치료 효과가 아직 과학적으로 증명되지 못했음을 인지한 상태에서 작업이 진행돼야 한다.

# 제 1 장

## 연구 배경, 목적 및 방법

### 1.1. 연구 배경

432Hz로 조율된 음악의 치유 효과에 대한 주장이 제기된 기원은 알 수 없지만, ‘back to 432Hz’ 단체<sup>1)</sup>가 조직되거나 432Hz로 조율된 음악이 유튜브(YouTube)에서 높은 조회 수를 기록하는 것<sup>2)</sup>, iZotope<sup>3)</sup>와 같은 유명 전자악기 회사와 ASK·AUDIO 같은 전자악기 쇼핑몰<sup>4)</sup>에서도 432Hz에 관한 글<sup>5)</sup>을 게시하는 것, 음악 조율을 위한 기준 주파수를 432Hz로 변경하기 위한 캠페인 운동<sup>6)</sup> 등으로부터 그 관심도를 확인할 수 있다. 이러한 높은 관심<sup>7)</sup>을 바탕으로 432Hz로 조율된 음악을 소재로 소설<sup>8)</sup>, 음악극<sup>9)</sup>과 같은 예술작품이 만들어지거나, 432Hz 음악의 치료적 효과에 관한 학술논문<sup>10)</sup>이 발표되기도 했다. 그리고 이를 맹신하는 사람들도 등장하고 이에 관한 단체들이 조직되기도 했다. 그러나 432Hz의 치유 효과에 대한 관심도에 비해 객관적인 연구의 수는 매우 적은 편이다.

이러한 근거가 불충분한 주장은 음악의 과학적 발전을 저해하고 많은 사람들에게 오해를 불러일으키기 쉽다. 따라서 432Hz의 치유 효과를 중심으로 주파수와 음악, 치유의 주파수

- 1) 기준 주파수를 440Hz가 아닌 432Hz로 변경해야 한다고 주장하는 단체들, 출처: back to 432Hz, <http://www.backto432hz.org> (2020년 11월 4일 접속), return to 432, <https://returnto432.com> (2020년 11월 24일 접속)
- 2) 2020년 11월 26일 기준으로 YouTube에서 검색되는 ‘432Hz’ 음악은 100건 이상, 그 중 조회수 2,000만 회 이상인 영상은 5건이다.
- 3) 하드웨어 이펙터 장비와 Plug-in으로 인기를 끄는 유명 전자악기 회사 중 하나인 iZotope에서는 기준주파수를 440Hz가 아닌 432Hz로 설정해서 음악 작업을 하는 방식을 소개하고 있다. 소개에 앞서 432Hz에 대한 내용을 인정하지는 않는다는 견해를 밝혔다. 출처: Connor McCoy and the iZotope Education Team(2020.04.29.), 432Hz vs. 440Hz: Tuning Standards Explained, *iZotope*, <https://bit.ly/3p0oEB6> (2020년 11월 24일 접속)
- 4) 출처: Lynda Arnold(2016.02.13.), Music Theory: Exploring The 432Hz Tuning Debate, ASK·AUDIO, <https://bit.ly/3bLVzVZ> (2020년 11월 24일 접속)
- 5) iZotope와 ASK·AUDIO의 게시글에는 432Hz의 치유 효과가 검증되지 않았지만 그 내용이 흥미롭기 때문에 글을 작성한 것이라고 설명되어 있다.
- 6) 본 캠페인을 펼친 실러 연구소(The Schiller Institute)는 미국의 유명 정치가 린든 라루슈(Lyndon LaRouche, 미국, 1922)의 전 아내이자 소프라노인 헬가 제프-라루슈(Helga Zepp-LaRouche, 독일)에 의해 설립되었다. 단체는 독일 기반의 정치 및 경제 싱크탱크로서 50개국에 회원국이 있고, LaRouche 운동의 주요 조직 중 하나이다. 단체의 주요 목표는 유리-스테인달 법 복원(Glass-Steagall), 유라시아 육교, 화성의 식민지화, 음악조율을 위한 기준주파수를 432Hz로의 변경 등이 있다. 이를 위해 기준 주파수를 432Hz로 낮추기 위한 국제 캠페인을 벌이고 이를 지원하기 위한 다양한 활동을 했다. 실러 연구소에서 펼친 423Hz와 관련된 운동은 이 웹페이지에서 확인할 수 있다. 출처: 실러 연구소, The Science of Music, <https://bit.ly/37yYZI3> (2020년 12월 4일 접속)
- 7) 2020년 11월 4일 기준, Google에서 ‘432Hz music’을 검색했을 때 나오는 검색결과 수는 약 140건이다.
- 8) 포르투갈어로 작성된 ‘432Hz’라는 제목의 소설 (Luília Reale저, Kindle Edition), 출처: 432Hz, A Frequência dos Milagres, <https://bit.ly/377mc3L> (2020년 11월 26일 접속)
- 9) 음악극 ‘432Hz’는 2019년 10월 11일부터 11월 24일까지 대학로 고스트씨어터에서, 2020년 2월 21일부터 5월 31일까지 대학로 TOM 2관에서 공연되었다. 출처: 박민희(2019.10.23.), 버스크 음악극 ‘432Hz’ 22일 본 공연 돌입, *PlayDB*, <https://bit.ly/33jiyTh> (2020년 11월 26일 접속), 버스크 음악극 <432Hz>, *인터파크 티켓*, <https://bit.ly/3lvOvy1> (2020년 12월 3일 접속)
- 10) 아래 ‘432Hz 음악의 학술연구 동향’ 참고

에 관한 학술연구 동향, 음악의 치료적 요건, 주파수와 관련한 음악 작품에 대해 조사하여 432Hz 치유의 주파수에 대한 근거를 알아볼 필요가 있다.

## 1.2. 연구 목적 및 기대효과

본 연구는 그동안 432Hz 및 음악의 치유 효과에 관련하여 발표된 내용을 조사함으로써 432Hz를 둘러싼 오해와 진실에 대하여 정리하고, 432Hz의 치유 효과를 믿는 사람들에게 보다 근거있는 정보를 전달하고자 한다. 이를 위하여 본 연구를 소리의 물리적 특성에 대한 이해를 시작으로 주파수와 관련한 음악 작품 사례, 432Hz에 관한 주장과 학술연구 동향, 그리고 치료적 음악에 관한 내용으로 구성한다. 그 결과 432Hz 음악을 향한 이해를 돕고, 더 나아가 음악과 과학의 융합, 치료적 역할을 할 수 있는 음악을 구상하기 위한 기초 자료로 활용되기를 기대한다.

## 1.3. 연구 방법

본 연구는 문헌 및 자료 조사, 현황 및 사례조사로 실행되었다.

## 제 2 장 본 론

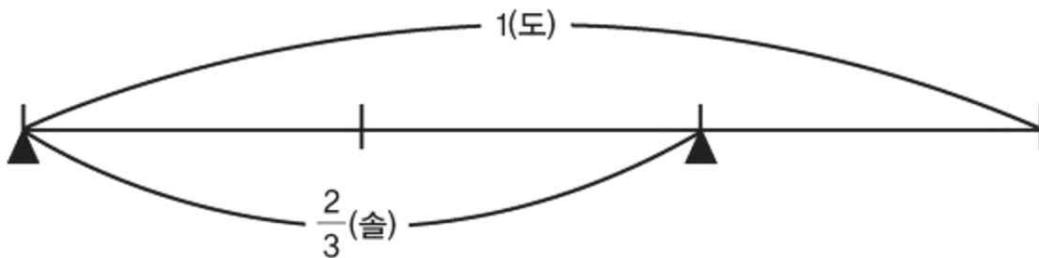
### 2.1. 주파수와 음악

#### 2.1.1. 주파수(frequency, 진동수)

· 주기적 현상이 단위시간(1초) 동안 반복되는 횟수를 주파수로 표기하고, 소리나 전파 등에 적용된다. 음악에서 주파수는 음파가 1초에 몇 번 진동하는지를 측정하는 단위<sup>11)</sup>이며, 전기공학에서는 교류전력선에서 발생하는 전력 주파수 전계 및 자계의 측정 용어<sup>12)</sup>이다. 즉, 주기운동을 하는 물체가 단위시간 동안에 수행한 진동의 수<sup>13)</sup>를 뜻한다.

#### 2.1.2. 주파수와 음악 - 피타고라스와 조율, 피타고라스 음계<sup>14)</sup>

· 피타고라스는 수를 만물의 근원으로 생각했고, 음계를 정수들의 비례와 연결시켜 화성학을 탄생시켰다<sup>15)</sup>. 피타고라스가 망치질을 하다가 발견했다고 알려진 피타고라스 음계는 음정이 현의 길이에 따라 일정한 비례값을 갖는다는 내용에 기초한다. 현 길이의 1/2 지점을 누르고 현을 연주하면 1옥타브 위의 소리가 나며, 이 비율을 1:2로 표시한다. 2/3 지점을 누르고 소리를 내면 완전 5도 높은 소리가 난다. 이 비율을 2:3 비율로 표시한다. 이러한 진동수와 현의 길이 비율을 토대로 서양음계의 기초가 마련된다.



© 북멘토 | CC BY-NC-ND

그림 1. 피타고라스 음계의 원리

출처: 다음백과 <https://100.daum.net/encyclopedia/view/86XX29600065>

11) 출처: 다음백과, <https://100.daum.net/encyclopedia/view/99XX32201213> (2020년 12월 28일 접속)  
 12) 출처: 다음백과, <https://100.daum.net/encyclopedia/view/156XX33709367> (2020년 12월 28일 접속)  
 13) 출처: 다음백과, <https://100.daum.net/encyclopedia/view/b20j1038a> (2020년 12월 28일 접속)  
 14) 출처: 다음백과, <https://100.daum.net/encyclopedia/view/86XX29600065> (2020년 12월 24일 접속)  
 15) 전병태, <예술분야 융합 트렌드 및 지원방안 연구>, 2016, 한국문화관광연구원

음정	도	레	미	파	솔	라	시	도
현의 길이 비율	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{128}{243}$	$\frac{1}{2}$

피타고라스 음계의 현의 길이

표 1. 피타고라스 음계의 현의 길이

출처: 다음백과 <https://100.daum.net/encyclopedia/view/86XX29600065>

### 2.1.3. 주파수와 소리 - 소리의 정의 및 요소

- 소리는 물체의 진동이 공기와 같은 매질을 통해 사람이나 동물의 귀에 전달되어 청각 작용을 일으키는 공기의 파동으로, ‘귀로 느낄 수 있는 공기의 진동’이다.
- 소리를 이루는 요소는 ‘높이, 세기, 음색’ 3가지로 분류된다.

· (음)높이 : 음고, Pitch, Frequency라고도 불리며, 소리의 높낮이를 가리키는 용어이다. Frequency의 단위는 헤르츠(Hertz)이고, 1초에 1번 진동하면 1Hz, 1초에 2번 진동하면 2Hz가 되는데, 인간의 귀가 감지할 수 있는 가청주파수는 20Hz ~ 20,000Hz<sup>16)</sup>이다. 즉, 1초에 최소 20번 이상 진동해야 인간이 소리로 감지할 수 있고, 예를 들어 1초에 15번 진동하는 15Hz는 인간이 들을 수 없다는 것을 의미한다. 이것은 인간의 최대 가청주파수이고 사람마다 들을 수 있는 주파수의 범위가 달라지는데, 보통 청소년기에 가청주파수의 범위가 가장 넓고, 이후 노화가 진행될수록 가청주파수의 범위는 좁아진다. 음정을 진동수(frequency)로 표기하면 1옥타브 간격은 2배의 진동 차이, 완전 5도는 1.5배의 진동 차이를 낸다<sup>17)</sup>. 즉, 소리를 Frequency로 측정하면 고음으로 갈수록 그 간격이 넓어진다. 예를 들어 피아노 최저음의 ‘라-시’ 간격은 약 2.6Hz 차이가 나지만, 피아노 최고음역대의 ‘라-시’ 간격은 약 430Hz 차이가 난다.

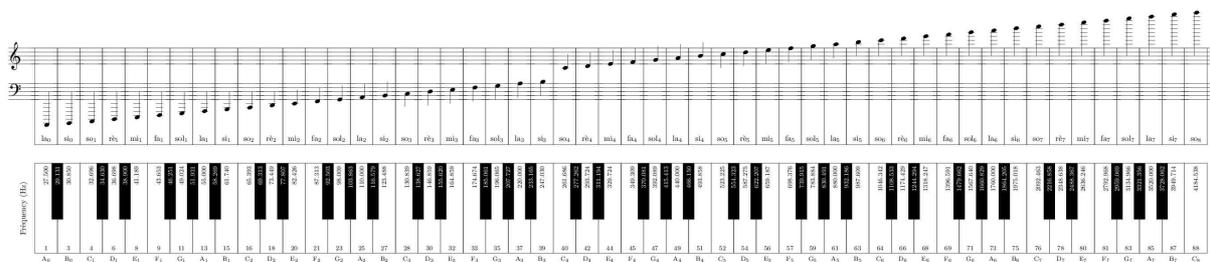


그림 2. 음고별 진동수

출처: piano-scale-hertz-frequency-notes <https://bit.ly/3oXlrAo>

16) 이 링크에서 인간의 가청주파수인 20Hz ~ 20kHz를 들어볼 수 있다. 출처: 20Hz to 20kHz (Human Audio Spectrum), <https://youtu.be/qNf9nzvnd1k> (2020년 12월 8일 접속)

17) 피타고라스가 발견한 것으로 알려진 피타고라스 음계의 원리는 현의 길이, 장력 등에 의한 비율 차이를 근간으로 한다. 현의 길이를 1/2 지점을 누르고 연주하면 1옥타브 위의 소리가 나고, 1옥타브 높은 소리가 2배의 진동수를 갖게 되며, 이 비율을 1:2로 표시한다. 2/3 지점을 누르고 소리를 내면 완전5도 높은 소리가 나고, 1.5배 높은 진동수를 갖게 되며 이 비율을 2:3 비율로 표시한다.

· **세기** : Volume, Amplitude 등으로 불리고 단위는 데시벨(dB)을 사용한다. 음파가 전달하는 에너지의 크기로, 소리의 크기가 여러거나 혹은 센 정도를 나타낸다. 소리를 진동으로 표기할 때는 진동의 폭으로 표기되는데, 진폭이 크면 큰 소리, 진폭이 작으면 여린 소리로 표시된다. 같은 진동이 중첩되면 진폭은 2배로 커져서 소리의 세기도 커진다. 그러나 동일한 파동이 반대 위상을 가진 소리가 중첩되면 두 파동은 상쇄되어 파동이 없어진 효과가 나타나며 소리는 사라진다.

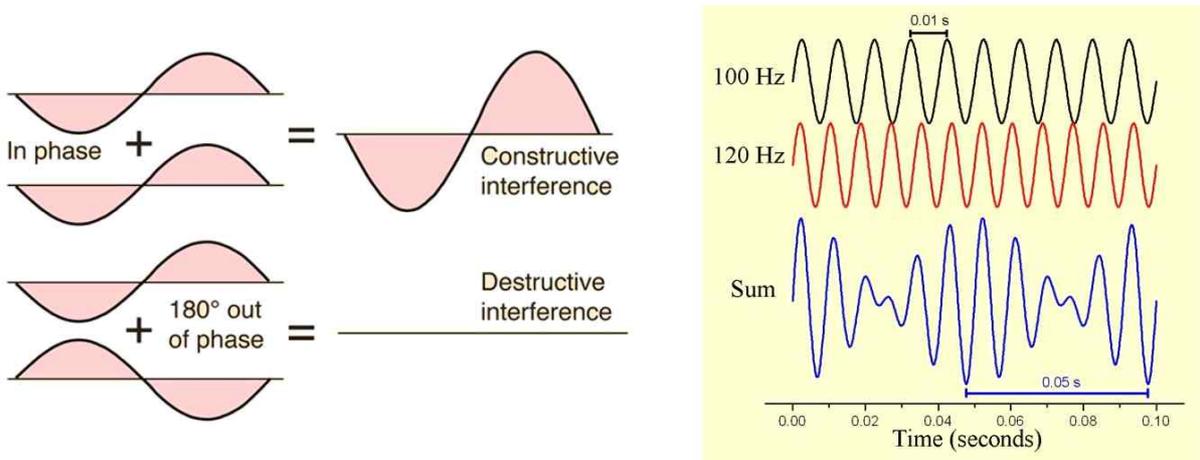


그림 3. 소리의 간섭효과 - 중첩과 상쇄

출처 : fluorF's Laboratory [http://fluorf.net/lectures/lectures3\\_2.htm](http://fluorf.net/lectures/lectures3_2.htm)

· **음색** : Timbre. 악기마다 내는 소리가 다르듯이, 또 사람마다 목소리가 다르듯이 발음체의 차이에 따라 소리가 다르게 느껴지는 것을 음색이라고 한다. 음색을 결정하는 중요한 요소는 배음과 엔벨롭(Envelope)이고, 배음에 따라 주파수의 모양이 달라지는데, 1주기 당 주파수의 모양에 따라 음색이 결정된다.

#### 2.1.4. 배음(Overtone)

· 자연계에 존재하는 모든 소리는 하나의 음만으로 존재하지 않는다. 하나의 소리가 발생되는 그 순간에는 우리 귀에 들리지 않는 아주 작은 소리들이 함께 발생되는데 그 소리를 배음이라고 한다. 예를 들어, 피아노의 ‘도’ 음을 연주하면 인간의 귀에 들리는 그 ‘도’ 음과 함께 ‘솔’, ‘미’, ‘시♭’, ‘레’ 등의 음이 동시에 울리는데 그 음의 세기가 너무 작아서 인간의 귀에는 잘 들리지 않는다. 그러나 그 기본음과 배음이 결합되어 소리의 음색을 결정하는 중요한 요소가 된다.

#### 2.1.5. 주파수와 소리 합성

· 자연계에 존재하는 소리를 모방하여 전자적으로 소리를 만들어내는 소리합성 방식은 가산합성(Additive Synthesis) 방식과 감산합성(Subtractive Synthesis) 방식으로 시작되었다. 가산합성 방식은 자연계의 소리를 분석해봤을 때 기본음과 여러 배음이 합쳐진 소리라는 데서 기인되었으며 진동수가 단일한 순음(정현파, Sine Wave)을 여러 개 더해서 소리를

만드는 방식이다. 그러나 가산합성 방식만으로는 자연계의 소리와 가까운 소리를 얻기 어려웠고, 따라서 소음에서 불필요한 소리를 제거하는 방식의 감산합성 방식이 곧 등장했다. 그러나 곧 두 합성방식 모두 한계를 드러냈고, 따라서 소리를 만드는 방식이 주파수(기본 주파수와 배음)와 엔벨롭(Envelop, 시간에 따른 소리의 세기) 외에도 공간감 등 여러 요소들이 있음이 밝혀졌으며 이를 보충한 피지컬 모델링, 포맷 합성 등 여러 합성방식이 연구되고 있다.

### 2.1.6. 주파수와 빛 등

- **자외선(Ultraviolet Light)** - 약 750-790 THz<sup>18)</sup> : 시각으로 인지하지 못하는 빠르기로 가시광선을 벗어나는 진동수이다.
- **가시광선** - 약 400-750 THz : 시각으로 인지 가능한 빛으로 무지개가 이 범위에 속한다.
- **원적외선(Infrared)** - 1-400 THz : 태양으로부터 얻는 열에너지의 주요 원천
- **전자기파** - 약 1천억Hz - 3THz : 전자레인지의 전자기파
- **라디오전파** - 약 80-112 MHz<sup>19)</sup>

### 2.1.7. 주파수와 뇌파

- 뇌파는 뇌의 전기적 활동의 파장을 의미하며 초당 얼마나 진동하는지를 뇌전도 EEG로 측정한다. 뇌의 전기적 파장 상태는 인간의 정서와 신체 상태에 따라 다른 파장을 보이는데, 그 구분은 알파, 베타, 세타, 델타, 감마로 구분한다.
- **알파파(Alpha Wave)** : 8-13Hz. 가장 안정적이고 정신적으로 상쾌한 상태. 뇌의 전기적 파장이 8-13Hz로 나타나는 상태로, 스트레스가 없고 신체적으로도 상쾌한 상태에서 나타나는 뇌파이며, 이때 가장 기분이 좋은 경험을 할 수 있다고 한다. 그래서 시중에는 인간의 뇌파를 알파파 상태로 만들어준다는 음악들을 판매하기도 한다. 그러나 물리적으로 알파파 음악은 있을 수 없고, 바이노럴 비트(Binaural beats)를 이용하여 인간의 뇌를 알파파로 유도할 수는 있으나 반드시 헤드폰을 이용하여 음악을 감상해야 한다<sup>20)</sup>.

18) Tera Hertz.

19) Mega Hertz

20) 이 바이노럴 비트를 이용한 뇌의 알파파 유도는 성신여자대학교 강경선 교수가 강의한 “음악은 왜 치료적인가?” 강의의 4주차 “음악과 뇌파”에서 설명한 방식이다. 이 방식은 두 주파수의 차이가 10Hz일 때 10Hz의 진동이 발생하는 맥놀이 현상을 이용한 것으로, 왼쪽 귀와 오른쪽 귀에 알파파만큼 8~13Hz만큼의 차이가 나는 소리를 들려주어 알파파 만큼의 진동수를 만들어내고 그 주파수를 듣는 뇌가 알파파와 동조화 현상을 일으켜서 뇌가 알파파 상태로 유도한다는 것이다. 출처: 강경선, k-mooc 음악은 왜 치료적인가 - 음악과 뇌파(<https://bit.ly/2KntdWF>) 영상의 3분 30초 부분(2020년 12월 14일 접속). 한편, 바이노럴 비트와 다른 방식을 결합하여 뇌파를 유도하는 방식에 대한 연구논문은 “Sleep Inducing Effect of Binaural Beat with Autonomous Sensory Meridian Response Trigger(송채민, 고려대학교 석사학위논문, 2019)”에서도 연구되었고, “Binaural beat 훈련이 골프선수들의 긴장이완 및 골프 퍼팅 수행 능력에 미치는 영향”(임성규, 용인대학교 석사학위논문, 2008)에서도 바이노럴 비트를 이용한 심리기술훈련 방식이 퍼팅 결과와 근력 및 집중도 향상에 효과가 있다는 연구결과를 발표했다. 그러나 본 연구자는 이러한 방식이 꾸준히 같은 음높이를 갖는 ‘소리’를 이용하여 뇌파를 유도하는 것은 가능하겠지만, 여러 음역대를 넘나들어야 하는 ‘음악’으로 꾸준히 같은 주파수 차이를 갖는 2개의 음원을 만드는 것은 매우 어려울 것으로 예측한다. 음역대에 따라서 음정에 따른 주파수의 차이가 극명하게 바뀌는데 모든 음역에 걸쳐서 10Hz의 차이를 두는 2개의 음원을 만들기가 거의 불가능할 것으로 생각된다.

- **베타파(Beta Wave)** : 14-30Hz. 깨어 정신활동을 하고 있는 일상적 상태. 뇌의 전기적 파장이 초당 14-30Hz 정도로 이때의 정신상태는 깨어있어서 무엇인가 정신활동을 하고 있는 일상적인 상태이다.
- **세타파(Theta Wave)**: 4-7Hz. 잠을 잘 때 나오는 파장으로 깊은 잠은 3Hz 이하의 파장이 나타난다.
- **델타파( $\delta$ , Delta Wave)** : 3½ 이하. 깊은 수면 중인 성인이나 유아기, 중증 뇌장애 환자 등에게서 나타난다.
- **감마( $\gamma$ , Gamma)밴드<sup>21)</sup>** : 30Hz 이상. 고도로 집중한 상태일 때 나타나는 뇌의 파장으로 감마 밴드라고 한다.

### 2.1.8. 음악과 과학

- 고대로부터 음악은 수학의 일부분으로서의 학문으로 여겨졌고<sup>22)</sup>, 중세 대학의 교양 과목 중 수학에 관련된 4과(천문, 기하, 산수, 음악)에 속했으며<sup>23)</sup>, 17세기에 음악은 자연의 비밀을 이해하는 핵심적인 지식으로 간주되었다<sup>24)</sup>.
- 음악과 수학/과학의 밀접한 관계는 구자현의 도서 “음악과 과학의 만남”의 도입부에 잘 설명되어 있다.

갈릴레오는 “왜 어떤 음정의 조합은 다른 음정의 조합보다 더 좋게 들리는가?”라는 의문을 품고 그 해답을 진동수의 수학적 비율에서 찾고자 했다. 오일러는 협화음과 정수의 관계에 대한 논문을 작성했다. 케플러는 행성의 공전 궤도가 천체의 음악을 창조한다고 믿었다. 이는 행성의 운동에 대한 그의 수학적 법칙을 음향학적으로 표현한 것이다.  
음악가들조차 음악의 질서를 수학으로 드러내기를 희망했다. 쇼팽은 “푸가는 음악의 순수 논리와 같다”라고 말했다. 쇤베르크의 음렬 체계는 더욱 수학적 법칙에 충실했다. 음악학자들은 집합론과 같은 수학적 개념을 도입하여 음악을 설명하기를 시도했다.<sup>25)</sup>

- 현대의 음악에서도 전자음을 만드는 소리 합성의 원리, 전자악기 및 미디 시스템의 발달, 음향학 등 많은 분야에서 음악과 과학이 융합되어 사용되고 있어 음악과 과학은 밀접한 관계를 맺고 있다.

## 2.2. 주파수와 관련한 음악 사례

### 2.2.1. 천구의 음악(Music of the Spheres)

- 17세기에는 행성(해, 달, 화성, 수성, 목성, 금성, 토성)은 각자 자신의 고유한 천구에 붙어서 운동을 하고, 행성들의 운동은 각각의 천구의 반지름과 천구의 회전 주기 사이에서 발견되는 수적 조화로 인하여 아름다운 음악을 내놓는다고 여겨졌다<sup>26)</sup>. 이외에도 천구의

21) Wave는 파형을 의미하고, Band는 주파수의 범위를 의미한다.

22) 구자현, (2013), 음악과 과학의 만남-역사적 조망, 서울, 경성대학교 출판부, 24쪽

23) 앞의 책, 28쪽

24) 앞의 책, 59-60쪽

25) 앞의 책, 11쪽

반지름의 비, 천구의 원운동 주기의 비, 주전원의 크기, 주전원에서 행성 또는 2차 주전원이 회전하는 주기의 비 등의 다양한 비들이 천체의 조화이며 천체의 음악으로 여겨졌다<sup>27)</sup>. 17세기 경 과학자들은 행성들이 내는 아름다운 음들이 화음을 이루어 천상의 음악을 연주하고 그로써 우주의 질서가 창조주의 섭리 가운데 드러난다고 생각했다<sup>28)</sup>.

· 이 천구의 음악의 근대판이 ‘케플러의 행성 이론’이고, 요하네스 케플러(Johannes Kepler, 1571-1630)가 1596년 발표한 ‘우주의 신비(Mysterium Cosmographicum)’와 1619년 발표한 저서 ‘세계의 조화(Harmonices Mundi)’에서 천구의 음악에 대해 주장했다. 그가 정리한 행성들이 움직임으로써 만들어내는 음정과 음계는 아래 그림과 같다. 그의 주장에 의하면 ‘목성은 단3도, 화성은 5도, 지구는 단2도, 금성은 Diesis(25:24), 수성은 옥타브+단3도’의 음정을 갖는다<sup>29)</sup>.

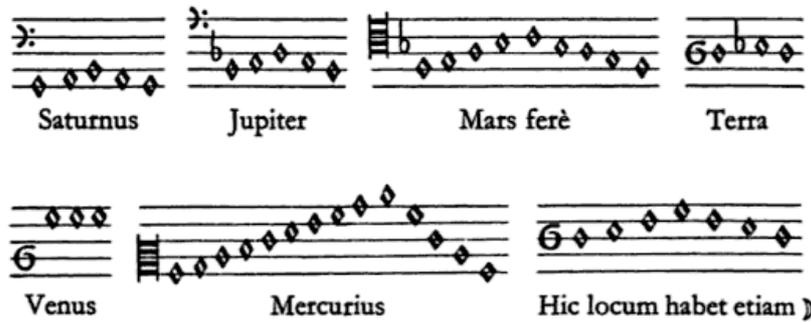


Fig. 4.23 The harmony of spheres: another wild idea of Kepler's. The musical interval of the harmony of each planet is a measurement of its eccentricity. The fundamental tone will be the velocity of the planet at its aphelion. A nice, but quite unlikely planetary choir!

그림 4. 케플러가 제시한 행성들의 음계(토성, 목성, 화성, 지구, 금성, 수성, 달)

출처<sup>30)</sup> : 위키피디아, 검색어 Kepler Music of Spheres

[https://wikidelia.net/wiki/File:Kepler\\_-\\_Harmony\\_of\\_Spheres.png](https://wikidelia.net/wiki/File:Kepler_-_Harmony_of_Spheres.png)

· 그러나 케플러의 ‘천체의 하모니’라는 그의 생각은 지속적인 과학적 산물로 귀속되지 못했다<sup>31)</sup>.

### 2.2.2. 토드 막코버(Tod Machover)의 ‘Gammified’

· 비침습적인 빛과 감마 주파수를 이용하여 쥐의 알츠하이머 증상을 완화시키는 연구 결과<sup>32)</sup>를 바탕으로, MIT 미디어 랩의 토드 막코버 교수는 감마 주파수를 음악의 구성요소에

26) 앞의 책, 61쪽

27) 앞의 책, 60-61쪽

28) 앞의 책, 65쪽

29) 원준식. (2014). 근대 과학혁명과 천구의 음악. *미학 예술학 연구*, 41, 185-212. 200쪽

30) 재인용(J.Kepler, The Harmony of the World, trans. by E.J.Aiton, A.M.Duncan & J.V.Field, American Philosophical Society, 1997, p.439), 앞의 책 203쪽

31) 이 과정에서 발견된 행성운동의 법칙들은 과학혁명의 중요한 성과였고(원준식, 2014), 뉴턴 또한 천구의 음악을 지지했지만, 이 내용이 현대 과학에서는 사실로 받아들여지지 못했고, 공기와 같은 매질이 없는 우주에서는 소리가 발생될 수 없다.

담아 ‘Gammified for Clarinet in Bb, Violin, Viola, Cello and Gamma-Electronics(2019)’를 작곡, 발표했다. 이 곡을 초연한 크로노스 현악4중주단(Kronos String Quartet)과 막코버 교수는 MIT의 최첨단 연구를 감마 주파수와 통합하여 두뇌 재동기화 및 정신건강 증진에 놀라운 가능성을 보여주는 연구를 논의할 것이라고 밝혔다<sup>33)</sup>.

· 이 음악의 주요 소재가 되는 감마파(Gamma Wave)에 대한 영문 위키피디아 설명은 아래와 같다.

감마파는 25 ~ 140Hz<sup>34)</sup> 사이의 주파수를 가진 인간의 신경 진동 패턴으로, 40Hz 지점이 특히 중요하다. 감마 리듬은 대규모 뇌 네트워크 활동 및 작업 기억, 주의 및 지각 그룹화와 같은 인지 현상과 관련이 있으며, 명상 또는 신경 자극을 통해 진폭을 증가시킬 수 있다<sup>35)</sup>.

· 아래는 ‘Gammified’에 관하여 막코버 교수가 설명한 내용을 요약한 것이다<sup>36)</sup>. 아래 내용에 의하면 ‘Gammified’를 감상함으로써 뇌건강에 도움이 될 것을 기대하고 있지만 이 효과에 대해서 확신하고 있지는 않다.

감마 주파수 중 주로 40Hz의 주파수는 인체에 여러가지 영향을 미친다. 이 실험은 쥐에게 먼저 실행되었는데 실제로 뇌 속에 있는 나쁜 물질들을 정리해주고 면역체계를 활성화해주는 역할을 하는 Microbio 세포를 건강하게 유지하여 알츠하이머 병과 같은 해로운 것으로부터 보호해주는 역할을 하는 결과를 나타냈다. 이 실험은 먼저 40Hz의 빛을 이용하여 실행되었고 토드 막코버는 음악 또한 유사한 영향을 인체에 미칠 수 있지 않을까라는 생각에 40Hz의 감마선을 바탕으로 새로운 'Gammified'라는 곡을 작곡하였다. 그는 이 음악이 뇌 속의 나쁜 것들을 청소하고 뇌의 건강을 지켜 궁극적으로 인체의 건강에 긍정적인 영향을 미칠 것이라 기대하고 있다.

32) 출처: Pam Belluck, (2019.03.14.), A Possible Alzheimer’s Treatment With Clicks and Flashes? It Worked on Mice, *The New York Times*, <http://nyti.ms/2VUAUUs> (2020년 12월 30일 접속), 연구진은 이 연구의 후속연구(Daily Light and Sound Stimulation to Improve Brain Functions in Alzheimer’s Disease)인 빛과 소리 자극으로 인한 인간의 인지, 정신건강 및 기억력 평가 실험을 진행 중이다. 그러나 Covid-19 바이러스로 인해 모든 인간 대상의 실험이 중단된 상태로 2020년 7월 이후 연구내용이 업데이트 되지 않았다. 출처: Daily Light and Sound Stimulation to Improve Brain Functions in Alzheimer’s Disease, <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/study/NCT04055376> (2020년 12월 31일 접속)

33) 출처: The Kronos Quartet Presents Tod Machover’s GAMMIFIED, <https://bit.ly/3aS8xkI> (2020년 12월 31일 접속)

34) 위 “주파수와 뇌파” 부분에서 감마밴드를 30Hz 이상으로 설명했고, 웹사이트 ‘다음’의 백과사전에서도 감마파를 30Hz 이상으로 정의한다. 이 주파수 범위에 대한 추가적인 조사가 필요하다.

35) 출처: 위키피디아 Gamma wave, <https://bit.ly/3p9RwXl> (2020년 12월 31일 접속)

36) 막코버 교수의 ‘Gammified’에 대한 설명 중 0초 ~ 5분 30초 부분을 요약한 것이다. 출처: Renée Fleming의 페이스북 게시물, <https://www.facebook.com/watch/?v=377494683641905> (2021년 1월 5일 접속)

Commissioned by the Kronos Quartet for the *Fifty for the Future* Project

# GAMMIFIED

for Clarinet in Bb, Violin, Viola, Cello and Gamma-Electronics

**SECTION 1: Laying Down the Gamma** Tod Machover (2019)

Very free

Clarinet in Bb

Violin

Viola

Violoncello

Electronics

Gamma-trigger 1

"Gamma Drone"

82.41Hz

ppp

4 = ca. 60 (with flexibility)

82.41Hz

146.8Hz

123.5Hz

220Hz

mp

pp

mp

p

mf

그림 5. Gammified 악보 첫 장

‘Gammified’의 악보에 의하면 전자음악 부분은 감마 주파수를 연주하고 나머지 현악4중주단은 감마 주파수와 관련 없는 연주를 한다. 그렇다면 관객들이 듣는 주파수는 순수한 감마 주파수가 아닌 복합적인 소리들이 된다. 따라서 ‘Gammified’와 같은 음악으로 비침습적인 빛·소리 자극이 쥐에게 불러일으킨 건강 증진 효과와 유사한 치료적 효과를 바라한다면 아래의 (1)과 (2)에 의한 비교연구가 필요하다.

- (1) 여러 주파수가 동시에 발생하는 복합 주파수로 청각 자극을 하는 경우
- (2) 순수 감마 주파수로 청각 자극을 하는 경우

### 2.2.3. 마르쿠스 불러(Markus Buehler)의 Covid-19 항체음악

· 마르쿠스 불러는 MIT 공과대학의 교수이자 LAMM(Laboratory for Atomistic & Molecular Mechanics, 원자 및 분자역학 연구소)의 최고개발자 및 감독을 맡고 있으며 동시에 실험음악 작곡가로도 활동 중이다. 불러 교수가 이끄는 MIT 연구진은 2020년 4월 신종 코로나 바이러스 스파이크 단백질의 아미노산 서열과 구조를 음악으로 변환, 공개<sup>37)</sup> 하고 이를 과학 전문매체 <미국과학진흥협회 사이언스 AAAS><sup>38)</sup>지에 발표하였다.

· Covid-19 바이러스(SARS-CoV-2)의 스파이크 단백질은 바이러스가 숙주의 세포 내로 침입할 때 활용되는 단백질이다. MIT 연구진에 따르면 SARS-CoV-2 단백질은 계속해서 진동하고 모양을 바꾸는 특성이 있으며 이를 통해 인간의 몸 안에 있는 세포를 속여 체내로 들어가 체내의 수용체인 ACE2 수용체에 붙어 사람을 바이러스에 감염시키는 특징을 가진다. 또한 해당 단백질의 진동 성향을 연구한 결과, **진동 성향에 따라 바이러스 감염률과 사망률이 변화하는 것**을 발견했다. 다시 말하면, 스파이크 단백질의 진동 성향을 통해 다양한 코로나 바이러스의 감염성과 치사율을 예측할 수 있다는 것이다. 이 방법은 Covid-19의 새로운 돌연변이를 검사하여 잠재적 위험을 신속하게 평가하는 데 사용할 수 있고, 또한 스파이크 단백질의 반대 진동을 유도하여 바이러스의 자연스러운 진동을 상쇄하는 등 치료법에 대한 연구를 위한 새로운 길을 제공할 수 있다. 이러한 연구 내용은 <매터 Matter><sup>39)</sup>지를 통해 발표되었다.

· 불러 교수는 거미줄, 단백질, 바이러스의 세포 등 생물학적 생명체를 해석하여 음악을 만드는 시스템인 **Materiomusic**<sup>40)</sup>을 개발했다. Materiomusic은 각 물질의 독특한 진동 특성을 바탕으로 감염 능력을 방해할 수 있는 항체의 멜로디 및 리듬과 일치하는 새로운 단백질을 음악에 반영하고, 항체가 어떻게 Covid-19의 위협을 감소시킬 수 있는지에 대한 음악 모델을 나타낸다. 즉, 불러 교수가 고안한 음악으로 인체의 바이러스 감염의 위험을 낮추는 효과를 기대할 수 있다는 것이다. 또한 단백질을 소리로 변환하는 이러한 방식은 과학자들이 단백질을 이해하고 설계할 수 있는 또 다른 도구를 제공한다.

· 불러 교수의 주장에 의하면 바이러스의 진동 특성이 인체 침입에 결정적인 역할을 하기 때문에 주파수(진동) 위상 차이에 의한 소리의 ‘상쇄<sup>41)</sup>’ 효과를 적용한다면 진동은 무효화되고 Covid-19 음악은 항체 역할을 할 수 있다. 그러나 본 연구자는 바이러스의 진동 주파수와 소리의 진동 주파수, 그리고 그 주파수로 만들어내는 음악을 동일선상에서 이해할 수 있는 것인지에 대하여 확신하지 못한다.

37) 출처: Markus Buehler, (2020), Viral Counterpoint of the Coronavirus Spike Protein(2019-nCoV), *SOUNDCLOUD*, <https://bit.ly/2X4PL1t> (2021년 1월 4일 접속)

38) 출처: Vineeth Venugopal(2020.04.03.), Scientists have turned structure of the coronavirus into music, *AAAS Science*, <https://bit.ly/2M1y5kQ> (2021년 1월 18일 접속)

39) Hu, Y., & Buehler, M. J. (2020). Comparative analysis of nanomechanical features of coronavirus spike proteins and correlation with lethality and infection rate. *Matter*. [https://www.cell.com/matter/fulltext/S2590-2385\(20\)30616-0](https://www.cell.com/matter/fulltext/S2590-2385(20)30616-0) (2021년 1월 4일 접속)

40) 출처: Materiomusic: Making a Virus Sing <https://www.youtube.com/watch?v=UZkFhgDjcpI> (2021년 1월 4일 접속)

41) 파동(Wave)에 동일 파동이되 반대 위상을 가진 파동이 중첩되면 두 파동은 상쇄되어 파동이 없어진 효과가 난다. 본 글의 “주파수와 소리” 중 “소리의 간섭효과 - 중첩과 상쇄” 설명 참고.

### 2.2.4. 그레이코드(GRAYCODE)와 지인(jiiiiin)의 '#include red'

· 작곡가 겸 사운드아티스트인 그레이코드와 지인은 “빨간색은 무슨 소리일까?<sup>42)</sup>”라는 질문과 가장 저주파의 파장을 가진 빨간색이 소리로 변환하면 약 20Hz<sup>43)</sup>에 해당된다는 내용을 바탕으로 2017년 오디오-비주얼 작품 '#include red'를 발표했다<sup>44)</sup>. 전시 소개글에 실린 이 작품에 대한 설명<sup>45)</sup>은 다음과 같다.

눈으로 볼 수 있는 파장, 즉 가시파장은 일정한 색상을 가지고 있고 이들은 고유의 주파수를 가지고 있다. 인간은 감각기관을 통해 인지 가능한 영역을 구분하고 가시광선 내의 파장 630-700nm에 위치하는 부분을 언어의 구조를 작동시켜 “빨간색”이라는 단어로 명명했다. 빨간색<sup>46)</sup>은 가시광선 중 가장 낮은 주파수를 가지고 있으며, 이를 소리의 파장으로 변환하면 20Hz 정도에 해당된다. 그렇다면 20Hz에 해당하는 소리는 과연 3옥타브의 음 ‘미’일까 ‘파’즈음일까? 일반적으로 빨간은 색을 지칭하는 말이다. 그렇게 그레이코드, 지인은 색을 보다 폭넓은 어휘로 사용한다. 이들은 단순한 인상이 아닌 구체적인 관계성을 기반으로 색채를 소리로 환원시킨다. 색과 소리는 마치 건축도면과 같은 알고리즘 구조의 정확한 데이터와 숫자, 코드를 통해 영상과 사운드로 프로그래밍 된다. 그리고 색채로 환원된 소리는 결국 빨간이 된다. (이하 생략)

· 그러나 가시광선의 실제 주파수는 400-750THz이다. 따라서 빨간색이 20Hz에 해당된다는 것은 사실이 아닌 작가 나름대로 구축한 알고리즘에 의한 계산의 결과이다. 본 연구자는 이들의 작품의 주제인 ‘빨간’이 시각으로 인지 가능한 빛 중 가장 저주파라는 것을 감안하여 가청주파수 중 가장 낮은 주파수인 20Hz를 지목한 것이라고 생각한다. 이외의 프로그램 노트 중 20Hz에 해당하는 소리도 3옥타브의 ‘미’ 혹은 ‘파’와는 너무 멀리 떨어져 있는 0옥타브의 ‘레#’과 비슷한 음에 해당된다. 따라서 '#include red'는 빨간색을 그대로 소리로 치환한 것이 아니라 작가로서의 상상력과 나름대로의 알고리즘을 구축하여 작업한 알고리즘 아티이자 컴퓨터아트, 오디오-비주얼 작품이며 ‘빨간색은 소리의 20Hz에 해당한다’는 내용을 그대로 받아들여서는 안 된다<sup>47)</sup>.

· '#include red'는 인천아트플랫폼, 광주 아시아문화전당, 스페인 마드리드 등에서 발표되었고, 후속작인 '+3×10<sup>8</sup>m/s, beyond the light velocity'는 ‘기가-헤르츠 어워드<sup>48)</sup>’의

42) 오디오(청각)를 비주얼(시각)로 변환시키거나, 비주얼을 오디오로 변환시키는 작업은 현대 과학의 아버지로 불리는 아이작 뉴턴(Isaac Newton)이 무지개의 7개 색을 피아노의 7음계와 연결하여 고안한 컬러 휠(color wheel), 수학자였던 루이 베르트랑 카스텔(Louis-Bertrand Castel)의 오쿨라 하프시코드(Ocular Harpsichod, Color Organ), 화가인 알렉산더 월러스 리밍턴(Alexander Wallace Rimington)의 컬러 오르간(Color Organ) 등이 있다. 그러나 이들이 고안한 시스템은 소리와 색을 연결하는 데 있어서 과학적인 정당성은 없고 단지 색상에 소리를 대입하여 표현한 것이다.

43) 빨간색의 실제 주파수는 20Hz가 아니다. 빨간색은 시각으로 인지 가능한 빛 중 가장 저주파라는 것을 감안하여 인간의 가청주파수인 20Hz ~ 20,000Hz 중 가장 낮은 주파수인 20Hz를 지목한 것으로 생각된다.

44) 출처: 송진주(2017.06.13.), 내 귀의 RED, ACC 공식블로그, <https://bit.ly/3p7wGJi> (2021년 1월 4일 접속)

45) 출처: [레지던시 공연] 그레이코드, 지인\_Audiovisual project <#include red>, <https://bit.ly/2KX4Lfi> (2021년 1월 4일 접속)

46) 표준어는 ‘빨간색’이지만, 작가의 프로그램노트에서 ‘빨강색’으로 명시하였기에 그대로 썼다.

47) 본 보고서에서 이러한 사례를 제시한 이유는 막코버 교수와 불러 교수의 작업 또한 작가로서의 상상력을 기반으로 나름대로의 알고리즘으로 만들어진 작품으로 여겨야 함을 전달하기 위해서이다. ‘정서 기반의 음악 치료 효과’가 아닌 ‘신체 물리적 치료제로서의 음악’의 효과가 과학적으로 증명되지 않는 한 아직 그 음악은 작가적 상상력에 기반한 실험음악에 머물러 있음을 간과해서는 안 된다.

48) 독일 칼스루에의 예술과 매체기술센터(ZKM), 슈트트가르트의 남서독일 방송사(SWR)가 공동 주최하는 상으로 전자음악 분야에서 권위를 인정받고 있다. 2007년부터 매년 작가 평생의 업적을 기리는 공로상과 작품

작품상에 선정되었다<sup>49)</sup>.

### 2.2.5. 김영은의 ‘1달러어치’<sup>50)</sup>

· 사운드아티스트 김영은은 아트스펙트럼<sup>51)</sup> 2016에서 비물질적인 재료인 소리를 물질인 것처럼 다룬 작품인 ‘1달러어치’를 선보였다. 아이튠즈에서 1.29달러에 구입한 음원을 1달러어치만 남기고 끊어낸 것으로 관객들에게 1달러어치의 소리만을 들려주는 작품이다. 작가는 이 작업을 위해 음원의 재생시간, 음정, 주파수 대역을 길이, 높이, 폭으로 치환하는데, 이 과정에서 선보인 컨셉 드로잉은 작가가 소리의 요소를 잘못 이해하고 있음을 보여준다. 소리를 웨이브 파일 형태로 보일 때 웨이브의 폭(H)은 소리의 볼륨(Volume, Amplitude, Velocity)을 나타내고, 길이(L)는 소리의 높이(Pitch, Frequency)와 관련되며, 그림에서 W로 표시된 부분은 소리와 관련이 없거나 혹은 음색과 관련지을 수 있다. 그런데 작가가 제시한 컨셉 드로잉에는 그 개념이 잘못되어 있다.

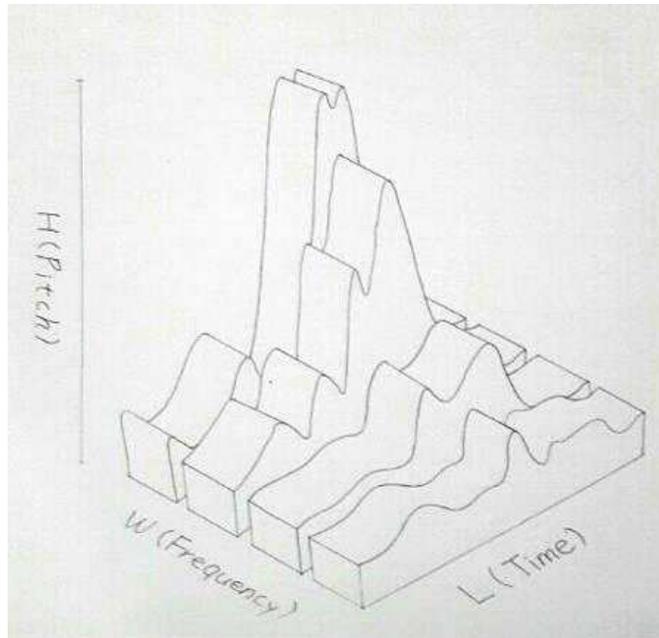


그림 6. 김영은 ‘1달러어치 컨셉 드로잉’<sup>52)</sup>

상, 두 부문 수상자를 선정한다. 이 상의 역대 수상자로는 피에르 블레즈, 피에르 앙리, 존 차우닝, 커티스 로드, 브라이언 이노, 료지 이케다 등이 있다. 출처: 이재훈(2018.11.20.), 조태복·정진희, 독일 '기가 헤르츠 어워드'...한국인 최초, *NEWSIS*, <https://bit.ly/3bkVmJ5> (2021년 1월 8일 접속)

49) 출처: 김영준(2020.11.30.), [인천아트플랫폼-예술을 배양하다 (6) 사운드아티스트 조태복(GRAYCODE)·정진희(jiiiiin)] 지역에서 발견한 정체성, 세계에서 인정받은 독창성, *경인일보*, <https://bit.ly/398WgHr> (2021년 1월 8일 접속)

50) 김영은의 작품 ‘1달러어치’는 음악이 아닌 사운드아트로 분류될 수 있다. 그러나 본문의 내용에서 말하고자 하는 ‘잘못된 정보를 포함한 작품일지라도 예술성이 돋보이는 작품일 경우 평단의 인정을 받을 수 있다’는 내용에 부합하는 작품이기에 사례로 제시하게 되었다.

51) 아트스펙트럼(artspectrum)은 삼성미술관 리움(Leeum)에서 역량있는 젊은 작가를 발굴하고 지원하기 위하여 2001년부터 지속해온 격년제 전시이다.

52) 출처: 김연수(2016.07.02.), [리움 아트스펙트럼©김영은] 보지 못한 것을 보이게 하는 소리 조각, *cnbjournal*, <https://bit.ly/3p7aSwx> (2021년 1월 8일 접속)

· 그럼에도 불구하고 작품은 음악 산업 시스템의 특성과 문제점을 보여주고 시각 중심적인 미술의 영역을 청각적인 영역으로 확장하며 귀를 통해 무엇인가를 본다는 공감각적 감상 방식을 제시<sup>53)</sup>하여 많은 이들에게 소리를 향한 새로운 시각을 던져주었고, 이듬해 후속작 <총과 꽃>으로 ‘송은미술대상<sup>54)</sup>’의 제17회 대상 수상자로 선정됐다<sup>55)</sup>.

### 2.2.6. 음악극으로 발표되는 치유의 주파수 ‘432Hz’

· 고스트 컴퍼니 제작, 버스커들의 이야기를 담은 버스크 음악극 ‘432Hz’는 2019년 10월 창작 초연되어 호평받은 이후 2020년 2월 21일부터 4월 5일<sup>56)</sup>까지 대학로 TOM 2관에서 재연되었다.

· 이 작품은 치유의 주파수라고 불리는 432Hz에 맞춰진 음악을 들었을 때 인간이 평온함을 느낀다는 내용을 믿는 버스커들이 음악을 통해 서로의 아픔을 치유하고 성장한다는 내용의 창작 공연이다<sup>57)</sup>. 본 음악극에서는 432Hz의 치유적 능력을 강조하기보다는 음악을 통해 마음의 상처를 치유하며 성장하는 버스커들의 이야기가 주를 이룬다<sup>58)</sup>.

## 2.3. 432Hz에 관한 주장

· 음악극 ‘432Hz’의 제목임과 동시에 창작의 주요 소재로 사용되는 ‘432Hz’의 치유 효과에 관한 주장을 펼치는 글을 인터넷 상에서 어렵지 않게 찾아볼 수 있다. 다소 황당하게 들리는 432Hz의 치유 효과에 대한 소문은 그 기원과 근거가 뚜렷하지 않지만 이에 대해 진지하게 믿으며 그에 대한 주장을 펼치는 사람들이 적지 않고, 그들의 글에서 주로 다루는 주장과 근거, 그리고 그 내용을 나열해보면 다음과 같다<sup>59)60)</sup>.

53) 출처: 김연수(2016.07.02.), [리움 아트스펙트럼©김영은] 보지 못한 것을 보이게 하는 소리 조각, *cnbjournal*, <http://weekly.cnbnews.com/news/article.html?no=119125> (2021년 1월 8일 접속)

54) (재)송은문화재단에서 역량있는 국내 작가들의 활동을 지원하고자 제정된 상이다.

55) 출처: 이영란(2018.01), ‘소리’ 탐구한 김영은 설치작업, 송은미술대상 수상, *뉴스핌*, <http://www.newspim.com/news/view/20180108000157> (2021년 1월 8일 접속)

56) 본래 5월 31일까지 공연 예정이었으나 코로나 바이러스로 인해 조기폐막하게 되었다.

57) 출처: 배덕훈(2020.01.22.), 버스크 음악극 ‘432Hz’ 2월 개막, *CBS노컷뉴스*, <https://bit.ly/2XR68z2> (2021년 1월 5일 접속)

58) 출처: 강진이(2020.01.22.), 음악극 ‘432Hz’ 오는 2월 재연 공연... 박웅, 강찬, 한선천, 금조 등 캐스팅, *playDB*, <https://bit.ly/3qxNFnc> (2021년 1월 5일 접속)

59) 이 주장의 내용을 정리하는 데 참고한 내용은 “인간의 몸과 마음을 치유하는 자연과 일치하는 주파수 432Hz” <http://blog.daum.net/inbio880/16096991> (2021년 1월 5일 접속), “당신의 사랑은 몇 Hz입니까?” <http://m.hani.co.kr/arti/culture/music/631267.html> (2021년 1월 5일 접속), “조작되기 전 음악의 주파수 432Hz의 비밀” <http://blog.daum.net/taracode/15870268> (2021년 1월 5일 접속), “440Hz와 432Hz의 흥미로운 블라인드 테스트” <https://bit.ly/3rSC83B> (2021년 1월 5일 접속), “어떤 주파수를 들어야 내 소원을 이룰 수 있을까?” <https://prayingyomi.tistory.com/894> (2021년 1월 5일 접속), “음악, 432Hz로 튜닝하면 ‘힐링효과 있다’” <https://bit.ly/2Lvzeku> (2021년 1월 8일 접속), “back to 432Hz 웹 페이지” <http://www.backto432hz.org> (2021년 1월 8일 접속) 등 신문 칼럼 2건 외 블로그 게시글이 주를 이룬다.

60) 이외에도 528Hz를 기적의 주파수, 건강과 장수의 에너지로 주장하기도 한다. 출처: 황문권(2018.12.21.), [건강장수의비결] 인체의 DNA 비밀의 활성화와 주파수 치료법, *서울시정일보*, <https://bit.ly/39MOVw0> (2021년 1월 15일 접속)

- (1) 니콜라 테슬라(Nikola Tesla)의 명언 : 우주의 비밀을 밝혀내길 원한다면 에너지, 주파수, 파동의 관점에서 생각하라.
- (2) 432Hz는 자연과 일치하는 주파수이다.
- (3) 나치의 음모에 의해 432Hz였던 기준 주파수가 440Hz로 바뀌게 되었다.
- (4) 440Hz는 인체에 해로운 주파수이다.
- (5) 432Hz와 440Hz의 시각화를 비교해보면 432Hz가 더 아름답다.
- (6) 432Hz는 인체 치유 효과를 가진다.
- (7) 432Hz는 440Hz에 비해 청각 보호 효과를 가진다.
- (8) 음악연구가인 마리아 레놀드(Maria Renold)의 비교실험 결과 90%의 사람들이 432Hz로 조율된 음악을 선호했다.

위 내용에 대한 자세한 설명과 그에 따른 본 연구자의 의견은 다음과 같다.

(1) 니콜라 테슬라의 명언

· 치유의 주파수를 믿는 사람들의 주장에 따르면 니콜라 테슬라는 “우주의 비밀을 밝혀내길 원한다면 에너지, 주파수, 파동의 관점에서 생각하라<sup>61)</sup>”고 말했고, 이 유명한 말은 주파수와 관련된 여러 글에서 인용되고 있다. 이에 대한 부연 설명으로 공진 주파수의 힘과 관련된 실험(진동주파수로 유리잔을 깨는 실험<sup>62)</sup>이나 철근 콘크리트로 만들어진 다리가 무너지는 자연현상<sup>63)</sup>을 근거로 제시한다. 실제로 주파수의 힘은 단단한 다리를 무너뜨리고 유리잔을 깨트릴 정도의 파괴적인 힘을 가지고 있지만, 그것이 치유와 어떤 관련이 있는지, 그리고 테슬라가 남긴 말이 정확히 어떤 상황과 맥락이었는지를 분명하게 밝힌 글은 발견할 수 없었다.

(2) 432Hz는 자연과 일치하는 주파수이다.

· 이에 대한 자세한 주장은 아래와 같다.

432Hz는 피보나치 수열을 따르고 자연과 일치하는 주파수로 인간의 몸과 마음을 치유하며 수학적으로 우주와 일치한다. 432Hz에 기초한 음악은 인간에게 유익한 치유의 에너지를 전송한다. 왜냐하면 수학에 기초한 자연과 일치하는 소리이기 때문이다. 인간의 뇌파에 가장 이상적인 주파수 또한 432Hz이다.

· 그런데 위 내용에는 432Hz가 어떻게 수학에 기초하여 자연과 일치하는지에 대한 근거는 배제한 채 432Hz가 자연과 일치하는 숫자라거나 인간에게 이롭다는 주장만 등장한다. 치유

61) 출처: 시기(2019.10.08.), <테슬라는 옳았다> - 공진 주파수 치료 기기>, 개인블로그, <https://bit.ly/2XbkfPI> (2021년 1월 5일 접속)

62) KBS 프로그램 스펀지에서 진동으로 유리잔을 깨는 실험을 진행했고 이 내용을 2006년 3월 11일에 방영했다. 출처: KBS Entertain, 스펀지 - Sponge 20060311 #005, YouTube, <https://youtu.be/IskPuqCvLpc> (2020년 12월 8일 접속)

63) 1937년 미국 워싱턴주의 타코마 다리가 작은 바람에 의해 붕괴된 유명한 사건으로, 물질마다 크게 흔들릴 수 있는 고유 주파수가 있는데 타코마 다리를 구성하는 재료들을 흔드는 주파수의 바람이 지속적으로 불어와 다리가 무너졌다고 한다. 출처: 사이언스프렌즈, 타코마브리지는 왜 무너졌을까, YouTube, [https://youtu.be/CDrRZpJSZ\\_s](https://youtu.be/CDrRZpJSZ_s) (2020년 12월 8일 접속)

의 주파수에 대한 주장이 받아들여지기 위해서는 이에 대한 과학적인 근거를 추가적으로 조사할 필요가 있다.

(3) 나치의 음모에 의해 432Hz였던 기준주파수가 440Hz로 바뀌게 되었다.

· 이에 대한 자세한 주장은 아래와 같다.

고대 이집트와 그리스의 악기들은 432Hz를 기준으로 만들어졌고, 바흐, 쇼팽, 모차르트 같은 위대한 음악가들은 그들의 걸작을 작곡하는데 자연의 진동인 432Hz를 사용했으며, 베르디는 432Hz가 오페라 음성에 가장 적합하다고 했다. 그러나 나치와 같은 독재자들은 대중을 통제하기 위한 수단으로 사람들의 자유의 감정과 창의성을 억제하는 주파수를 사용한 음악을 만들어 보급하기 시작했다. 440Hz는 대중들의 감정의 힘을 통제하기 위한 주파수다. 따라서 1938년 9월 나치의 지지자인 괴벨스는 영국 국제협회(British Standard Association)에 기존의 독일식 튜닝(440Hz)를 국제 표준으로 채택하자는 요청을 했고 그로 인해 현재 440Hz를 기준주파수로 사용하게 된 것이다.

· 그런데 위 내용에는 “고대 이집트와 그리스의 악기들이 432Hz를 기준으로 만들어졌다”라는 문장 외에 이에 대한 부연설명 혹은 근거 자료가 전혀 제시되지 않는다.

· 바흐(1685-1750, 독일), 모차르트(1756-1791, 오스트리아), 쇼팽(1810-1849, 폴란드/프랑스), 베르디(1813-1901, 이탈리아)는 각기 다른 시대에 다른 나라에서 살았다. 이들이 활동한 시기는 총 200년 정도로 어떤 기준에서는 이 기간이 짧은 기간으로 생각될 수 있으나 각 나라 혹은 악기 종류마다 다른 기준 음고를 사용했던 시기<sup>64)</sup>를 감안하면 바흐, 모차르트, 쇼팽, 베르디가 같은 기준 음고를 사용했다는 내용은 받아들이기 힘들다. 이에 관련하여 기준주파수에 대한 역사는 다음 장에서 자세히 다루겠다.

· 기준 음고에 대한 논란이 있을 때 베르디는 처음부터 432Hz에 찬성한 것은 아니었지만 많은 성악가들이 목소리 보호를 위해 상대적으로 낮은 주파수인 432Hz 튜닝을 선호했다. 그러나 베르디도 참여했던 1885년에 열린 국제 표준 음고 제정에 대한 논의에서는 435Hz를 표준 음고로 제정했고 이에 대하여 이탈리아는 즉각적으로 받아들이고자 했다<sup>65)</sup>. 베르디 개인은 오페라 가수들을 위하여 432Hz를 지지했을 수 있지만 본 연구자는 베르디가 432Hz를 지지했다는 공식적인 기록을 찾을 수 없었다.

· 440Hz가 사람들의 감성과 창의성을 억제한다는 근거를 찾을 수 없다.

· 영국에서 440Hz를 기준 주파수로 사용하기 전, 영국은 다른 나라들에 비해서 특히 높은 주파수(약 446-455Hz)를 사용했기 때문에 국제적인 연주회에 장애가 되었다. 유명 가수들은 영국의 페스티벌에서 노래하기를 거부하거나 낮은 음고로의 조율을 요구했으나 대부분의 가수나 연주자들은 자신의 음역에 조율을 맞출 것을 요구할 수도 없었고, 악기를 바꾸는 비용 때문에 해결되기도 어려웠다. 이 시기에 프랑스, 벨기에, 독일 등 대부분의 유럽 국가들은 435-440Hz를 기준 음고로 사용하고 있었다. 또한 영국이 440Hz를 받아들이게

64) 1613년 메르센과 1700년 소피르는 표준 음고의 제정을 주장했고, 18-19세기 음향학자들을 중심으로 표준 음고에 대한 요구는 계속되었으며 19세기 내내 여러 곳에서 음고의 기준을 정하고 표준화하려는 시도가 여러 차례 있었다. 하나의 동일한 음이 다른 악기에서 아주 다른 진동수를 가지는 일이 종종 있었기 때문이다. <음악과 과학의 만남 - 역사적 조망>(구자현), 226-239쪽

65) 이 회의 이후 표준 소리굽쇠를 선호하는 것을 분명히 했고 1887년에는 432Hz를 기준 음고로 삼는다는 법을 발표했다. 그러나 이 법은 이탈리아에서 빠르게 무시당하고 잊혀졌다.

된 것은 (1938년경이 아닌) 1895-1899년 경 소수의 음악계 인사들의 과감한 행동에 의해서이다. 그러나 이 문제가 즉시 해결됐던 것은 아니고 관악단에 의해 20세기 초까지 높은 음고는 얼마간 지속되었다<sup>66</sup>).

(4) 440Hz는 인체에 해로운 주파수이다.

- 치유의 주파수를 주장하는 사람들의 이에 대한 자세한 주장은 아래와 같다.

최근의 연구에서 440Hz로 조율된 음계가 무의식중에 건강을 해치고 반사회적 성향을 드러내도록 한다는 주장이 제기되었다. 비록 우리가 인지하지 못할지라도 440Hz로 조율된 음악은 사람들의 정서적 불안감과 공포를 야기시키고 반사회적 행동을 하게 만들며 최근의 (히틀러와 제2차 세계대전과 관련된) 전 세계적인 혼란과 소동은 바로 이로 인한 것이다

- 432Hz로 조율된 음악과 440Hz로 조율된 음악을 비교해서 들어봤을 때 상대적으로 낮은 주파수인 432Hz로 조율된 음악을 선호하거나 불안수준 감소<sup>67</sup>) 및 심장 박동 수를 감소<sup>68</sup>) 시킨다는 연구 결과는 존재하지만, 이러한 선호현상의 원인이 무엇인지 정확히 밝힌 연구는 없다. 따라서 440Hz로 조율된 음악이 사람들의 정서적 불안감과 공포를 야기시키고 반사회적 행동을 하게 만든다는 주장은 연구의 결과를 비약하여 해석한 것으로 판단된다.

(5) 432Hz와 440Hz의 시각화를 비교해보면 432Hz가 더 아름답다.

- 치유의 주파수를 주장하는 사람들의 이에 대한 자세한 주장은 아래와 같다.

432Hz가 440Hz에 비해 더 조화롭고 아름다운 소리라는 것은 싸이매틱스와 물의 결정 구조 사진에 의해 증명된다. 소리를 시각화하는 싸이매틱스(Cymatics)<sup>69</sup>)를 통해 432Hz와 440Hz의 소리를 비교해봤을 때 432Hz의 소리가 더 아름답다. 더욱이 물의 결정사진으로 유명한 에모토 마사루가 432Hz와 440Hz에 노출된 물의 결정 구조를 고성능 카메라로 촬영한 결과 432Hz에 노출된 물은 아름다운 기하학적 구조 패턴을 형성했고 440Hz에 노출된 물은 오염된 듯한 구조 패턴을 형성했다.

- 에모토 박사의 물 실험<sup>70</sup>)에 대한 자세한 내용은 아래와 같다.

66) 영국의 기준주파수에 대한 내용은 <음악과 과학의 만남 - 역사적 조망>(구자현)의 226-239쪽을 참고했다.  
 67) ARAVENA, P. C., Almonacid, C., &MANCILLA, M. I. (2020). Effect of music at 432 Hz and 440 Hz on dental anxiety and salivary cortisol levels in patients undergoing tooth extraction: a randomized clinical trial. *Journal of Applied Oral Science*, 28.  
 68) Calamassi, D., &Pomponi, G. P. (2019). Music tuned to 440 Hz versus 432 Hz and the health effects: a double-blind cross-over pilot study. *Explore*, 15(4), 283-290.  
 69) 싸이매틱스(Cymatics)는 소리를 가시화하는 과정인데, 모래나 물과 같은 매체들을 진동시킴으로써 이뤄진다. 이러한 실험은 다빈치(Leonardo da Vinci), 갈릴레오(Galileo), 그리고 영국의 과학자 로버트 훅(Robert Hooke), 어니스트 클라드니(Ernest Chladni)로 이어지는데, 클라드니는 모래로 금속판을 덮은 후 활로 금속판 가장자리를 긁어서 클라드니 패턴을 만들었다. 이후 1970년대에 한스 제니(Hans Jenny)는 싸이매틱스라는 용어를 만들어냈다. 출처: TED, Evan Grant: Making sound visible through cymatics, *YouTube*, <https://youtu.be/CsjV1gjBMbQ> (2020년 12월 8일 접속)  
 70) 그러나 에모토 박사의 연구 결과를 신뢰하지 않는 의견 또한 존재한다. KAIST의 정재승 교수(전, 고려대 물리학과 교수)는 한겨레신문에 공개한 “물은 답을 알고 있다 에모토 마사루” 서평과 “<물은 답을 알고 있다> 출판사 반론에 재반론”을 통해 “<물은 답을 알고 있다>에 실린 에모토 박사의 실험은 검증과 재현을 통해 사실 확인이 불가능하고 책에 실린 실험결과가 의심스럽다”는 입장을 밝혔다. 출처: chm554(2008.08.15.), 물은 답을 알고 있다에 관한 간단한 반론과 반반론, *개인블로그*, <https://blog.naver.com/chm554/50034241281> (2021년 1월 8일 접속), 정재승(2003.07.18.), 물은 답을

에모토 마사루 박사의 저서 ‘물은 답을 알고 있다<sup>71)</sup>’에 의하면 에모토 박사는 물을 얼려서 결정 사진을 찍는 실험을 오랫동안 진행했다. 그 실험에서는 물을 2개 그룹으로 나누어 한쪽에는 ‘사랑, 감사, 고맙습니다’ 등의 아름다운 말을 보여주고, 나머지 한쪽 그룹에는 ‘악마, 바보, 짜증나네, 죽어버릴거야’ 등 부정적인 말을 보여줬는데, 전자의 물 결정은 아름다운 모습을, 그리고 후자의 물 결정은 중앙의 시커먼 부분이 주변을 공격하는 듯한 형상을 보였다는 것이다. 또 물은 음악에도 반응했는데, 쇼팽의 ‘빗방울’을 들려주자 물 결정은 빗방울처럼 되었고, ‘이별의 곡’을 들려주자 결정들은 잘게 쪼개지며 이별을 하는 형태를 취했다고 한다<sup>72)</sup>. 따라서 저자는 물도 의식을 갖고 있고, 정보를 기억하며 ‘물은 답을 알고 있다’는 결론에 이르게 된다.

· 하지만 싸이매틱스로서 시각적으로 아름다운 것, 물의 결정 모양이 아름다워진 것과 신체적/정신적 치유 효과가 어떤 관계를 갖는지를 밝히는 연구는 찾을 수 없었다.

**(6) 432Hz는 인체 치유 효과를 가진다.**

· 치유의 주파수를 주장하는 사람들의 이에 대한 자세한 주장은 아래와 같다.

432Hz는 물을 가장 아름답게 진동시킬 수 있는 주파수이고, 인체의 70%는 물이 차지하고 있기 때문에 인간이 이 주파수를 들으면 체내의 물이 반응하여 가장 큰 안정감을 느끼고 치유력도 높아진다.

· 즉, 432Hz의 치유 효과를 주장하는 사람들은 앞서 열거한 (1) 물은 좋은 단어에 반응하여 결정 구조가 변한다, (2) 432Hz는 물을 가장 아름답게 진동시킬 수 있는 주파수이다, (3) 인체의 70%는 물이다, (4) 그렇기 때문에 432Hz라는 좋은 성질의 주파수의 음악을 들은 체내의 물은 조화롭고 아름다운 결정 모양을 갖게 될 것이다, (5) 그로 인해 인체는 안정감을 느끼고 치유력이 높아진다는 가설로 이어진 주장을 펼친다. 그러나 이 내용은 가설일 뿐이고, 432Hz의 치유 효과를 주장하는 사람들도 432Hz에 노출되어 결정 모양이 아름답게 달라진 물이 성분적으로 어떤 해로운/이로운 결과를 가져오게 되는지를 증명할 수 있는 실험, 혹은 432Hz에 노출된 사람들이 겪은 신체적인 변화에 대한 실험은 발견할 수 없었다.

**(7) 432Hz는 440Hz에 비해 청각 보호 효과를 가진다.**

· 이에 대한 자세한 설명을 위해 ‘back to 432Hz’의 웹페이지에서 연구 내용이 있다고 주장하는 글을 일부 발췌했다.

알고 있다 에모토 마사루, *한겨레*, <https://entertain.v.daum.net/v/20030718071104692?f=o> (2021년 1월 8일 접속)

71) 에모토 마사루, (2008), 물은 답을 알고 있다 (원제 : 水は答えを知っている), 서울, 더난출판사

72) 출처: 일행(2009.04.27.), “물은 답을 알고 있다.”/에모토 마사루/나무심는사람/2002, *다음카페 불자광장*, <https://bit.ly/3mVooSM> (2021년 1월 8일 접속) 도서의 내용을 직접 확인하지 못했고, 인터넷상의 기록으로만 살펴보았다.

432Hz는 440Hz보다 더 선명하게 들리기 때문에 440Hz만큼 큰 소리로 432Hz의 음악을 재생할 필요가 적다. 이것은 볼륨을 너무 높이지 않아도 되기 때문에 청력 손상이 적다는 것을 의미한다. 예를 들어 90dB은 8시간 후에 청력에 손상을 주는 것으로 알려져있다. 그런데 432Hz로 음악을 들을때 음압이 줄어들어, (예를 들어 콘서트에서) 대량으로 청력 손상이 방지될 가능성이 있다는 것이다. 이것은 더 과학적으로 연구되어야 한다<sup>73)</sup>.

· 그러나 위 내용을 증명할 수 있는 연구논문을 발견할 수 없었고, 본문에서도 이 내용에 대해 과학적으로 더 연구되어야 한다고 언급했다. 즉, 근거가 부족한 주장이다.

**(8) 음악연구가인 마리아 레놀드(Maria Renold)의 비교실험 결과 90%의 사람들이 432Hz로 조율된 음악을 선호했다.**

· 아래는 마리아 레놀드 박사의 조사에 대해 설명하기 위해 ‘더 에포크 타임즈(The Epoch Times)’에 실린 기사 일부를 발췌한 내용이다.

음악연구가 마리아 레놀드는 432Hz 음이 “더 인체에 적합하다”고 말한다. 레놀드는 20년 동안 세계 각국 수천 명에게 440Hz와 432Hz로 튜닝된 음악을 들려주고 비교하는 실험을 한 결과 90%의 사람들이 432Hz로 튜닝된 음악을 선호했다고 한다. 사람들은 432Hz 음악을 표현할 때 “완전한, 정확한, 평화로운, 햇살 같은”이라는 형용사를 사용했고, 440Hz 음악에 대해서는 “불편한, 억압적인, 편협한”이라고 묘사했다고 한다. 다만, 이런 차이는 실제 악기를 연주해 녹음한 음악을 들려줬을 경우에만 발생하며, 전자음을 이용한 음악에서는 발생하지 않았다고 한다<sup>74)</sup>.

· 이 실험에 대해 마리아 레놀드 박사가 직접 저술한 논문은 발견하지 못했고, 마리아 레놀드의 저서 “Intervals, Scales, Tone and the Concert Pitch C = 128Hz(2003, Temple Lodge Publishing)<sup>75)</sup>”를 발견했다. 책의 제목처럼 콘서트 피치(concert pitch)를 C<sub>3</sub> = 128Hz로 정한다면 피타고라스가 발견한 배음 계산법<sup>76)</sup>에 의해 A<sub>4</sub>음은 432Hz가 된다(그림). 그러나 인터넷상에는 도서 내용의 일부만 공개되어 있고, C=128Hz 혹은 A=432Hz에 관한 내용은 비공개로 처리되고 있으며, 본 연구자는 책의 내용을 직접 확인하지 못했다. 또한 전 세계의 수천 명을 대상으로 진행했다는 설문조사에 대한 내용 또한 인터넷에 공개된 도서 내용만으로는 확인할 수 없었다. 본 내용에 대해서는 추가 조사가 필요하다.

73) 출처: back to 432Hz 홈페이지, <http://www.backto432hz.org> (2021년 1월 8일 접속)

74) 출처: 에포크 타임즈,(2015.08.20.), 음악, 432Hz로 튜닝하면 ‘힐링효과 있다’, *The Epoch Times*, <https://bit.ly/2Lvzeku> (2021년 1월 8일 접속)

75) 출처: Maria Renold, (2004), Intervals, Scales, Tones and the Concert Pitch C, East Sussex, Temple Lodge, <https://bit.ly/3olK3UO> (2021년 1월 8일 접속)

76) 완전 5도는 1:2의 비율, 완전 4도는 2:3의 비율로 계산했다.

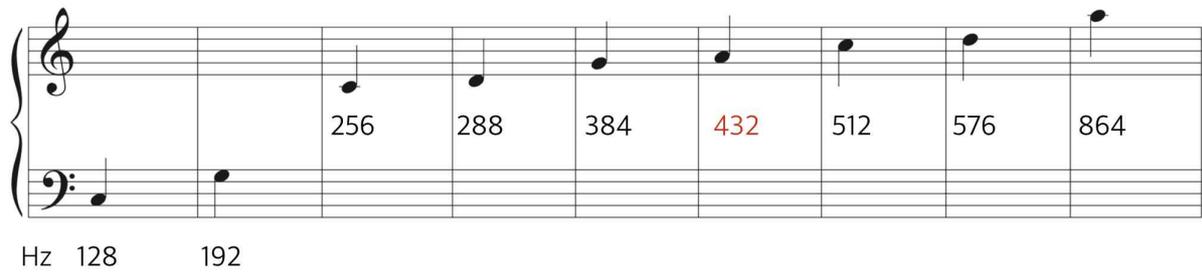


그림 7. c=128Hz를 기준으로 계산한 각 음별 주파수

### 2.4. 432Hz 음악의 학술연구 동향

· 지금까지 설명한 내용을 종합하면 432Hz의 치유 능력을 주장하는 사람들은 명확한 근거를 제시하지 못한 채 주장만을 내세우고 있다. 그럼에도 불구하고 ‘back to 432Hz’, ‘return to 432’, The Schiller Institute, Earth/matriX Science in Ancient Artwork 등 많은 단체들이 432Hz의 치유 능력을 지지하고 요가와 명상 등에 활용<sup>77)</sup>하고 있으며, 이에 호감과 의문을 갖고 있는 연구자들에 의해 432Hz의 치유 효과에 관한 연구가 진행되기도 했다. 따라서 본 연구자는 그 근거를 확인하기 위해 구글 스콜라(<https://scholar.google.com>)와 리서치 게이트(<https://researchgate.net>)에서 검색 가능한 논문을 살펴보았다.

· 검색 결과 432Hz에 관한 연구 논문은 총 6편이었고, 아래는 그 내용의 결론을 요약한 내용이다. 1-4번 연구는 432Hz로 조율된 음악과 440Hz로 조율된 음악을 비교하는 연구이고, 5-6번 연구는 오로지 432Hz로 조율된 음악만을 가지고 실험하는 연구이다.

번호	제목	저자	발표 시기	발표지	결론
1	Effect of music at 432 Hz and 440 Hz on dental anxiety and salivary cortisol levels in patients undergoing tooth extraction: a randomized clinical trial	Pedro Christian ARAVENA 외 2인	2020	Journal of Applied Oral Science, Vol.28	치아 추출 과정에서 432Hz 주파수 음악은 불안 수준을 감소시키는 데 효과적이다.
2	Music Tuned to 440 Hz Versus 432 Hz and the Health Effects: A Double-blind Cross-over Pilot Study	Diletta Calamassi 외 1인	2019	Explore, Vol.15-4	432Hz로 조율된 음악은 440Hz로 조율된 음악보다 심장 박동을 감소시킬 수 있다.
3	Low Frequency Music	James	2018	Music&Med	음악 감상이 교감

77) 출처: 432hz <https://www.432hz.org> (2021년 1월 8일 접속), repetitions fitness studio <https://bit.ly/39btynR> (2021년 1월 8일 접속)

	Slows Heart Rate and Decreases Sympathetic Activity	Halbert 외 9인		icine (2018) Vo.10-4, p180-185	신경의 활성화로 인한 스트레스를 완화하는 데 효과적인 것으로 나타났고, 특히 저주파 음악(432Hz)은 심장 박동 수의 감소와 관련이 있다.
4	Effects of different musical frequencies on NPY and Ghrelin secretion in the rat hypothalamus	Cristina Russo 외 4인	2017	Brain Research Bulletin Vol.132, p.204-212	음악 감상과 음식 섭취는 관계가 있고, 음악 노출은 체중 증가를 자극할 수 있으며, 432Hz보다 440Hz 음악에 노출되었을 때 더욱 영향을 받았다. 그러므로 다른 주파수의 음악 감상이 음식 섭취에 영향을 미칠 수 있다는 가설을 강력하게 뒷받침한다.
5	Influences of 432 Hz Music on the Perception of Anxiety during Endodontic Treatment: A Randomized Controlled Clinical Trial	Luca Di Nasso PhDc 외 5인	2016	Journal of Endodontics, Vol.42-9,	내시경 치료를 받고 있는 환자들을 대상으로 한 치료 결과 음악치료가 내선 치료법에서 불안 인식에 대한 유효한 비약물적 보조제로 사용될 수 있다.
6	Effect of music of specific frequency upon the sleep architecture and electroencephalographic pattern of individuals with delayed sleep latency: A daytime nap study	AIIMS Patna 외 2인	2019	Journal of Family Medicine and Primary Care (India) Vo.8-12	연구 결과에 따르면 수면 시작 시 알파파 에너지( $P < 0.01$ )가 유의하게 증가하면서 평균 수면 지연 시간( $P > 0.05$ )이 다소 감소하는 것으로 나타났다. 즉, 432Hz 음악은 낮잠의 수면 지연(불면증)에 큰 영향을 미치지 않는 범위 내에서 상당한 진정 효과를 가지고 있다.

· 위 연구의 결론을 종합하면, 음악은 불안 감소, 심장 박동 수 감소, 스트레스 완화, 음식

섭취 및 체중 증가의 효과를 가지며, 440Hz로 조율된 음악과 비교해서 432Hz로 조율된 음악이 불안 감소 및 심장 박동 수 감소에 약간 더 효과적이었다. 그러나 연구의 수가 너무 적고, 연구 방법에서 440Hz로 조율된 음악을 비교군으로 사용하지 않은 경우도 있었기 때문에 432Hz로 조율된 음악이 440Hz로 조율된 음악과 비교해서 건강에 도움이 된다고 단언할 수는 없다.

## 2.5. 표준 음고에 대하여<sup>78)</sup>

· 432Hz 음악의 치유 효과를 주장하는 단체들은 고대 악기들이 432Hz에 맞춰서 만들어졌고 바흐, 모차르트, 쇼팽, 베르디 등의 작곡가들은 432Hz에 맞춰 음악을 작곡했으며, 1938-1939년경 나치의 음모에 의해 440Hz가 표준 음고로 제정되었다고 주장한다. 그러나 구자현의 저서 ‘음악과 과학의 만남’에서 정리한 표준 음고가 변화된 과정은 아래와 같다.

<ul style="list-style-type: none"> <li>· 17-18세기에는 하나의 동일한 음이 다른 악기에서 아주 다른 진동수를 가지는 일이 종종 있었는데, 각 기준음의 차이는 4개 반음 차이가 날 만큼 심한 차이를 보였고<sup>79)</sup>, 음악 분야에 따라 서로 다른 기준에 의해 조율되었다<sup>80)</sup>. 따라서 1636년 메르센은 ‘우주의 조화’에서 공통음고를 요청했고, 1700년 소피르 역시 표준 음고의 제정을 주장했다. 18세기 초에 음고를 균질하게 만들려는 노력이 있었지만 여전히 a'=415 ~ 430 까지 차이가 났다. 1세기 정도는 이렇게 유지가 되다가 음악가들이 다시 진동수를 올리기 시작했다. 따라서 18-19세기 음향학자들을 중심으로 표준화에 대한 요구가 지속되었고, 19세기 내내 여러 곳에서 음고의 기준을 정하고 표준화하려는 시도가 여러 차례 있었다.</li> <li>· 1840년대 동안 대부분의 나라들이 a'=440을 넘어갔고, 오스트리아가 a'=444, 영국은 a'=450 이상을 사용했다.</li> <li>· 1850년대에 대부분의 나라에서 a'=450에 가까워졌고, 오스트리아는 평균 451, 영국은 평균 455였다.</li> <li>· 1885년 6개 국가 대표가 참여한 빈 회의(프랑스와 영국은 불참)에서 국제 표준 음고 제정에 대한 논의가 이루어졌고, a'=435를 기준으로 정했다. 이 결과에 이탈리아는 즉각적인 반응을 보였고 a'=435를 음고의 기준으로 삼는다는 법을 1887년에 발표했다. 그러나 이 법은 이탈리아에서 빠르게 무시당하고 잊혀졌다.</li> <li>· 19세기에 표준 음고는 몇 차례 제정되었지만 음악계에서 진지하게 채용되지는 못했다. 실제 음악 종사자들은 표준 기준을 따르기보다는 자신들의 당장의 필요에 의해 높은 음고를 유지하려고 했고, 성악가들은 성대의 보호를 위해 낮은 음고를 추구했다. 과학자들은 표준 음고를 제시해서 여러 지역에서의 통일된 기준을 마련하기 원했지만 음악계는 그렇게 정밀한 측정을 필요로 하지도 않았고 정확하고 보편적인 표준보다는 심미적 가치를 우선적으로 여겼다.</li> <li>· 2020년 현대의 표준주파수는 440Hz이지만, 악단마다 기준 음고를 약간씩 다르게 설정하고 있고, 440-444Hz로 맞추는 것이 보편적이다.</li> </ul>	
영국	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 1813년 영국 필하모닉 콘서트의 기준 음고는 a'=423.7, 1846년에는 a'=452.5, 1857년에는 a'=456.1이었다.</li> </ul>

78) 구자현, 음악과 과학의 만남, 경성대학교 출판부, 2013, 226- 239쪽의 내용을 정리하여 작성했다.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 영국은 <math>a'=440</math>을 기준 음고로 채택하였으나 온도에 대한 오해로 <math>a'=450</math> 가량의 소리굽쇠를 만들게 되었고, 19세기 말까지 유럽 대륙에 비해 높은 기준 음고를 계속 유지하게 되었다. 1857년 이후 455, 454, 449, 450, 446을 거쳐 1879년 446으로 조율되었는데 이것은 오케스트라의 관악기를 낮추어 조율할 수 없어서 결정된 것이었다. (1858년 프랑스에서 기준 음고에 대해 논의했던 것과 비슷한 시기에 영국의 기예학회(Society of Arts)에서 50명으로 구성된 위원회가 표준 음고의 제정을 위해 모였다. 존 허셜(John Herschel)은 조율이 수학적으로 순수해야 한다고 주장하면서 <math>c'=512^{81}</math>)로 정하기를 원하였다. 이것은 클라드니가 주장했던 것이기도 했는데, 위원회는 결국 <math>c'=528</math>을, <math>a'=440</math>을 택하였지만 평균율로 조율했을 때 실제로 <math>a'=444</math>(or 443.25)<sup>82</sup>)였다. 그런데 소리굽쇠를 만드는 과정에서 실수로 446으로 제작되었고 이것은 평균율로 조율했을 때 <math>c'=534</math>에 해당되어 유럽에서 가장 높은 기준 음고가 되었다. 이 표준 소리굽쇠는 성악가를 중심으로 반대되었다. 그러나 1862년 9월과 10월 회의를 통해 446의 표준 소리굽쇠가 채택되었다.</li> <li>· 영국의 음고가 다른 나라에 비해 특히 높은 것은 국제적인 연주회에 장애가 됐는데, 유명 가수들은 영국의 페스티벌에서 노래하기를 거부하거나 낮은 음고로의 조율을 요구했다. 그러나 대부분의 가수나 연주자들은 자신의 음역에 조율을 맞출 것을 요구할 수도 없었고, 악기를 바꾸는 비용 때문에 해결되기도 어려웠다.</li> <li>· 영국은 1895-1899년경 소수의 음악계 인사들의 과감한 행동에 의해서 높았던 표준 음고가 낮춰졌다. 높은 음고는 관악단에 의해 20세기 초까지는 얼마간 지속되었다.</li> </ul>
독일	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 1810년대에 빈의 군악대 출신들에 의해 콘서트 음고가 오르기 시작하여 1880년대 중반까지 지속되었다.</li> <li>· 드레스덴에서도 1820년대에 음고가 오르기 시작했는데, 1806년에 <math>a'=430</math>, 1822년 <math>a'=437</math>, 1830년 <math>a'=440</math>, 1834년 <math>a'=442</math>로 올랐다.</li> <li>· 1871년 독일에서 국가적 표준 음고에 대한 요구가 일어났는데, 음고가 지속적으로 높아져 성악가들의 목소리를 상하게 한다는 우려가 드높았다. 그럼에도 불구하고 목관악기나 호른에서는 높은 음고가 선호되었다. 악기 제작자들은 통상적으로 2개의 음고로 악기를 제작했다. 결국 비스마르크 위원회는 <math>a'=435</math> 혹은 <math>a'=440</math>을 사용하기를 권고했다. 그러나 관악기 연주자들이 반대했는데, 이유는 새로 악기를 구입하는데 돈이 많이 들어가서였다. 악기 제작자들은 표준 음고가 고정되지 않고 지역과 시기마다 다른 것이 더 이익이 될 수도 있었다. 성악가들은 음고의 상승 경향으로 인해 크게 고통을 받았다. 소프라노들의 고통이 가장 심했다. 높은 음을 내는 아리아가 특히 어려웠다. 순회 여행을 가는 가수들은 지역 오케스트라의 음고에 귀와 성대를 재조정해야 했는데, 그것은 쉬운 일이 아니었다.</li> </ul>
프랑스	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 1858년 프랑스 왕의 명령에 의해 위원회가 조직되어 기준 음고에 대해 논의했으나 위원회는 관리, 물리학자, 작곡가로 구성되었고 가수, 악기 연주자, 악기 제작자는 포함되지 않았다. 결국 위원회의 추천 음고(<math>a'=435</math>)는 상용 음고에 비해 지나치게 낮았다. 그러나 이듬해 <math>a'=435</math>는 법률로서 선포되었고, 이 음고는 프랑스에서 이루어지는 모든 음악활동에 적용되었다.</li> </ul>
이탈리아	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 1885년 6개 국가 대표가 참여한 빈 회의(프랑스와 영국은 불참)에서 국제 표준 음고 제정에 대한 논의가 이루어졌고 이탈리아 대표 중에는 작곡가 베르디(Giuseppe</li> </ul>

	<p>Verdi, 1813-1901)도 참여했으며, 회의 결과 <math>a'=435</math>를 기준으로 정했다. 이 결과에 이탈리아는 즉각적인 반응을 보였고 표준 소리굽쇠(435)를 선호하는 것을 분명히 하며 그의 작품을 낮게 연주할 것을 요구했다. 심지어 어떤 연주자들은 <math>a'=432</math>까지 낮추자고 제안하기도 했다.</p> <p>· 이탈리아는 1885년 빈 회의 결과를 수용하여 <math>a'=435</math>를 음고의 기준으로 삼는다는 법을 1887년에 발표했다. 그러나 이 법은 이탈리아에서 빠르게 무시당하고 잊혀졌다.</p>
--	--

- 책의 내용을 정리한 결과, 17세기 이전의 기준 음고에 대해서는 언급하지 않는다.
- 책의 내용에서 432Hz에 대해 언급한 부분은 2군데 있다. 첫 번째는 1858-1860년경 영국 기예학회(Society of Arts)에서 표준 음고에 대한 회의를 할 때 클라드니가 주장했던  $c'=512\text{Hz}$ 가 후보에 올랐다는 내용이다.  $c'=512\text{Hz}$ 를 기준으로 했을 때  $a'=432\text{Hz}$ 가 된다. 그러나 회의 결과  $c'=528\text{Hz}$ ,  $a'=440\text{Hz}$ 를 채택하였다. 이후 조율의 실제 과정과 소리굽쇠를 만드는 과정에서  $a'=446$ 이 되었고 유럽에서 가장 높은 기준 음고가 되었다. 두 번째 432Hz에 대한 언급은 1885년 6개 국가 대표가 참여한 빈 회의에서 435Hz를 기준 음고로 정했으나, (베르디 음악을 연주하는) 어떤 연주자들이 432Hz의 기준 음고를 주장했다는 내용이다.
- 기준 음고에 대해서 성악가들은 성대 보호를 위해서 상대적으로 낮은 주파수를 기준 음고로 채택하기를 원했고, 관악기 연주자들은 상대적으로 높은 기준 음고를 원했다. 과학자들은 표준 음고를 제시해서 여러 지역에서의 통일된 기준을 마련하기 원했지만 음악계는 그렇게 정밀한 측정을 필요로 하지 않았고 악기 제작자들에게는 지역과 시기에 따라 다른 조율 악기를 여러 대 판매하는 것이 이득이 될 수도 있었다.
- 따라서 고대 악기는 물론 바흐, 모차르트, 쇼팽 시대에 432Hz가 사용되어졌고 나치의 음모에 의해서 440Hz가 표준 음고가 되었다는 주장은 근거가 부족하다.

## 2.6. 음악치료에 대하여<sup>83)</sup>

- 79) 1713년 독일 슈트라스부르크 성당의 질버만의 큰 오르간은  $a'=393\text{Hz}$ 였고, 1688년 독일 함부르크의 슈니트거의 오르간은  $a'=489\text{Hz}$ 로 조율되어 있었다. 393Hz와 489Hz는 약 4개 반음 차이를 가진다. 1759년 잉글랜드 케임브리지 트리니티 칼리지에 있는 파더 스미스(Father Smith) 오르간은  $a'=395$ 로 조율되어 있었고, 더햄 성당과 채플 로열의 베르하르트 슈미트의 오르간들은  $a'=474.1$ 로 조율되어 있었다. <음악과 과학의 만남>(구자현) 226-239쪽
- 80) 1619년 프레토리우스(Pretorius)가 제시한 북부 독일의 교회 음고는  $a'=567\text{Hz}$ 이었고, 세속음악은 교회음악보다 더 높게 연주되고는 했기에 '교회 음고'와 '실내악 음고'를 구분했다. 일반적으로 호른과 군악대 악기에 높은 음이 선호되었고, 빈의 군악대 출신들이 빈의 지역 극장으로 돌아가자 극장의 음고도 함께 상승하기 시작했다. 1810년대에서 콘서트 음고가 오르기 시작하여 1880년대 중반까지 지속되었다. <음악과 과학의 만남>(구자현) 226-239쪽
- 81)  $c'=512$ 를 기준으로 한다면  $a'=432$ 가 된다.
- 82) 책에는 444로 나왔으나, 직접 수동 계산했을 때  $c'=528$ 일 경우  $a'=443.25$ 로 계산되었다.
- 83) “음악치료에 대하여” 부분은 k-mooc에 업로드된 2020년 2학기 성신여자대학교 수업 “음악은 왜 치료적인가?”(책임교수 : 강경선)라는 수업 내용을 바탕으로 작성되었다. <https://bit.ly/39PMbQj>

· 그렇다면 432Hz는 논외로 하고, 현대의 음악치료는 어떻게 발생되었고, 어떤 과정을 거쳐 실행되고 있을까? 본 절은 치료적 음악 구상을 돕기 위하여 음악치료 및 음악치료사의 정의, 음악치료의 과정, 역사 및 관련 연구에 대한 내용이다.

## 2.6.1. 음악치료의 정의, 과정, 역사, 음악치료사

### 2.6.1.1. 음악치료의 정의

· 음악치료사가 치료적인 상황에서 체계적으로 내담자에게 음악을 듣게 하거나 적절한 연주 행동을 하게 함으로써 개인의 신체적, 심리적, 정서적 통합과 바람직한 행동 변화를 가져오게 하는 등의 치료적 효과를 보게 하는 특수한 심리 치료법이다. 그 효과는 내담자의 기분뿐만 아니라 신체적 기능에까지도 작용하는데, 음악을 통해서 심신의 건강이 심리적 원인에 의해서 영향받는다라는 것을 이해시키고 음악의 기능을 통해 건강을 회복, 증진시키는 것이다<sup>84</sup>).

· 치료적 관계 내에서 개인의 (신체적, 정서적, 인지적, 사회적) 요구를 해결하기 위해 자격을 갖춘 음악치료사가 음악 중재를 하는 것으로, 이때 음악 중재는 치료 근거에 기반한 임상적 사용이어야만 한다<sup>85</sup>).

### 2.6.1.2. 음악치료로 정의 가능한 것 (예시)

- 파킨슨 환자의 운동 능력 향상을 위한 음악치료 작업
- 뇌 손상으로 언어능력을 상실한 환자의 언어능력 회복을 위한 음악치료 작업
- 자폐 아동의 의사소통 능력을 향상시키기 위한 음악치료 작업
- 입원 환자의 통증을 줄이기 위한 음악치료 작업
- 우울증 환자를 위한 음악심리치료 작업 등

### 2.6.1.3. 음악치료로 정의할 수 없는 것 (예시)

- 병원의 로비에서 열린 환자들을 위한 작은 음악회
- 학교 또는 병원에서의 특별 공연
- 치매 노인에게 과거 자신의 좋아했던 노래를 들려주는 것
- 환자들을 위해 병원에서 배경음악을 들려주는 것
- 전문가들이 환자들을 위로하기 위한 공연
- 간호사, 복지사와 같은 의료사회복지에 참여한 사람들이 환자를 위해 음악을 사용하는 것

### 2.6.1.4 음악치료사란?

- 대상에 대한 충분한 이해를 바탕으로 구체적 음악 중재를 구상하여 적용하는 사람
- 미국음악치료협회에서는 2가지를 강조하는데 (1) 음악치료를 행하는 사람은 반드시 자격

84) 출처: 다음백과, <https://bit.ly/3qb70e6> (2021년 1월 11일 접속)

85) 출처: 강경선, “음악은 왜 치료적인가? 1-6 현대 음악치료”, *k-mooc*, <https://bit.ly/3nsylqc> (영상의 11분 50초 부분) (2021년 1월 11일 접속)

(음악치료를 전공했고 공인 음악치료사 자격증을 취득한 자)을 갖춘 사람이어야 한다, (2) 음악치료사의 중재가 임상적이고 근거 중심이어야만 한다. 예를 들어 통증 감소를 위해 내담자가 좋아하는 음악을 감상하는 것은 음악치료가 아니라 음악활용이다. 반면, 진단평가를 통해 내담자 통증에 대한 지각 정도를 관찰, 측정하고, 통증에 집중하는 것을 음악으로 전환시키기 위해 음악의 환기 정도, 내담자의 선호를 종합적으로 고려하여 최적의 음악을 선택하는 것이 음악치료사의 중재이다.

### 2.6.1.5. 음악치료의 과정

- (1) **진단** : 내담자 정보를 바탕으로 진단평가
- (2) **중재 전략 구상, 음악 구상** : 예를 들어, 인지기능 향상을 위해 어떤 음악을 어떻게 사용할지 정하기
- (3) **평가** : 음악치료 후 내담자 변화 평가

### 2.6.1.6. 세션 Session

· 1회의 음악치료 과정을 1세션이라고 하는데, 이것은 연속성을 갖는다는 것을 의미한다. 다른 심리치료와 마찬가지로 연속선상에서 음악을 통해 음악 외적인 변화를 이끌어낸다.

### 2.6.1.7. 음악치료의 등장 배경

- 현재 심리치료 이론은 약 200개로 알려져 있는데, 이것은 인간의 마음을 이해하는 데 명확한 심리치료 방법이 없다는 것을 의미한다.
- 언어 중심 심리치료의 한계 : 인간의 마음을 담기에 언어는 제한적이다. 따라서 인간의 마음을 표현하는 예술로 치료를 시도한다.
- 현대의 음악치료 개념은 제2차 세계대전 이후에 등장했고, 이때 음악, 미술, 무용, 드라마 등 다양한 예술치료가 등장했다.

### 2.6.1.8. 음악치료의 역사<sup>86)</sup>

· 음악치료는 공식적인 학문으로 인정받기 전에도 심신의 안정을 위하여 치료적으로 사용되었고, 2차 세계대전 이후 치료적 음악에 대한 인식이 새롭게 대두되었다.

- **원시시대** : 제의식과 주술 등 다양한 목적을 위해 음악이 쓰였으며, 그 중 질병 치료를 위한 신비한 경험으로도 사용되었다.
- **치료적 음악에 대한 최초의 기록** : 악신에 들린 사울 왕이 괴로울 때마다 하프를 연주했다는 성서 내용이 가장 오래된 문헌적 기록으로 남아있다<sup>87)</sup>.
- **20세기 초반(1919년 이후)** : 하프 연주자인 반 데 왈(Willem Van de Wall)은 세계 1, 2차 대전의 부상병을 위하여 정신병원과 교도소 내에서의 음악치료 프로그램을 개발하였고 그 긍정적 결과가 주목받아 음악의 치료적 효과가 새롭게 인식되었다.
- **2차 세계대전(1939-1945) 후** : 전쟁에 참여했던 많은 병사들을 위하여 오락적 목적, 불면을

86) 출처: k-mooc 강의 <음악은 왜 치료적인가?>(강경선 교수) 1주차 강의(<https://bit.ly/2XRaSEQ>) "음악치료의 역사" 부분과 'International Piano Korea' 5월호 기사 "음악 치료의 역사"를 수록한 블로그(<http://bit.ly/3cQ4bLP>)를 참고했다.

돕는 도구, 수술의 공포와 불안을 감소시키기 위한 목적 및 신체적 통증을 분산시키기 위한 목적으로 사용되었다. 이것을 계기로 음악치료는 새로운 보완적 의료중재로 자리잡게 되었다<sup>88)</sup>.

- **20세기 중반** : 1944년 미국 미시간 주립대학에서 음악치료사를 위한 교육 시작, 1946년 캔자스 대학에서 음악치료 학위과정 개설, 1950년 전국음악치료협회(National Association for Music Therapy)가 창립됨으로써 음악치료가 전문적인 분야로 인정받게 되었다.
- **현대** : 음악치료는 학문적, 임상적으로 다양한 학문을 이해하고 치료하는 도구로 사용되고 있다. 과학, 예술, 사회과학 등의 지식과 기술을 융합한 학문, 그리고 치료영역으로 자리잡고 있다. 현재 미국 내 약 71개 대학에 음악치료학과가 마련되었으며, 5천 여 명의 음악치료사가 활동하고 있다. 한국은 1997년 숙명여대를 시작으로 이화여대, 명지대, 한세대 등 약 20개 대학에서 음악치료학 또는 예술치료학과에서 음악치료사를 양성하고 있다.

### 2.6.2. 음악의 치료 효과에 관한 연구

- 음악치료에 관한 학문적 연구는 음악치료대학원의 학위논문 외에도 음악교육 전공, 간호학 전공 학위논문에서도 작성되고, 한국음악치료학회지, 인간행동과 음악연구, 종양간호학회지 등에서도 학술논문이 발표되고 있다.
- 아래 논문의 내용을 종합하면 음악 감상 및 음악 활동은 스트레스로 인한 암세포의 전이성 감소 및 부작용 감소, 뇌 기능 조절, 면역력 강화, 행복감 증가, 우울증 감소 등의 효과가 있다. 그러나 유의미한 연구 결과를 도출하지 못한 연구 또한 존재했기 때문에 더 많은 연구 자료를 검토할 필요가 있다.

번호	제목	저자	발표 시기	발표지	결론
1	Influence of classical and rock music on red blood cell rheological properties in rats	Erken, G. 외 5인	2008	Medical science monitor, 14 (1), BR28-BR33	클래식 음악은 적혈구의 변형성을 증가시켜 좁은 모세 혈관을 쉽게 통과하게 하고, 이를 통해 영양과 산소 공급을 원활하게 한다. 음악은 스트레스로 증가할 수 있는 암세포의 전이성을 감소시키며, 스트레스로 인한 다른 부작용에도 치료 효과가 있다는 결과가 도출되었다.
2	Music, immunity and cancer	Mar'ia J. Nu'n~ez 외 9인	2002	Life Sciences 71(2002) 1047-1057	음악은 스트레스로 증가할 수 있는 암세포의 전이성을 감소시키며, 스트레스로 인한 다른 부작용에도 치료 효과가 있다는 결과가 도출되었다.
3	Music improves	Den'etsu	2004	Brain	음악은 혈압을 조절하는

87) 성경 사무엘 상 16장 23절 “하나님께서 부리시는 악령이 사울에게 이를 때에 다윗이 수금을 들고 와서 이를 탄축 사울이 상쾌하여 낮고 악령이 떠나더라”, 출처: 강경선, “음악은 왜 치료적인가? 1-6 현대 음악치료”, *k-mooc*, <https://bit.ly/3sfos2l> (영상의 7초 부분), (2021년 1월 12일 접속)

88) 출처: 강경선, “음악은 왜 치료적인가? 1-6 현대 음악치료”, *k-mooc*, <https://bit.ly/3sfos2l> (영상의 4분 48초 - 5분 27초 부분), (2021년 1월 12일 접속)

	dopaminergic neurotransmission: demonstration based on the effect of music on blood pressure regulation	Sutto 외 1인		Research 1016 (2004) 255-262	도파민성 신경 전달을 개선하여 혈압을 낮추고, 다양한 뇌 기능을 조절하는 데 영향을 미친다.
4	음악활동이 인체 면역글로불린(IgM)의 변화에 미치는 영향	김종인	2001	숙명여대 음악치료대학원 임상음악치료전공 석사학위논문	음악활동이 인체의 면역글로불린의 변화에 긍정적인 영향을 끼치고, 특히 악기연주활동의 효과가 다른 활동에 비해 강한 영향을 준다.
5	Some Effects of Sound and Music on Organisms and Cells: A Review	Jean-Marie Exbrayat and Claire Brun	2019	Annual Research & Review in Biology 32(2): 1-12	음파와 음악은 식물의 발아율, 성장과 발달, 수확량, 병원균에 대한 내성, 가뭄을 견디는 능력 등에 영향을 미치고, 단세포 생물의 성장, 신진대사, 항생제 민감성 등에도 영향을 미칠 수 있다. 뿐만 아니라 병아리의 스트레스 감소, 신체 형태론적 차이, 공간지향성과 학습능력 및 기억력 향상에도 영향을 미쳤다. 음악치료와 효과는 뇌졸중, 알츠하이머병, 파킨슨병 환자에게서 조사되었는데, 행복감 증가, 우울증의 특성 감소 효과가 있었고, 면역, 내분비, 심리적 반응에 영향을 미친다. 이러한 음파, 음악의 실험에서 소음은 부정적 변화를 이끌어냈는데, 이는 소리의 효과가 그 특성(음악 또는 소음)과 관련이 있음을 보여준다.
6	Effects of Music Composed by Mozart and Ligeti on Blood Pressure and Heart	Lemmer, B	2008	Chronobiology international, 25(6), 971-986	정상압, 고혈압 쥐들을 대상으로 모차르트와 리게티의 음악을 들려준 결과, 음악은 쥐들의 스트레스 반응(생리적 반응)과는 무관하다. 그러나 음악이 생물에게 영향을 미치는 것이 가능하다고 생각되어

					후속 연구가 필요하다.
--	--	--	--	--	--------------

### 2.6.3. 기타 의견

· 전북대학교 음악교육 석사학위논문(송수희, 2007) '대체의학으로서의 음악치료 특성에 관한 연구'에서 제시한 내용에 의하면 미국 국립보건원(National Institutes of Health)의 대체의학종류 분류표에서는 심신중재 부분에서 소리치료(Sound Therapy)와 음악치료(Music Therapy)를 구분하였다. 송수희의 논문에서 소리치료에 대해 추가로 언급하지 않지만 대체의학종류 분류표를 근거로 특정 주파수 혹은 소리에 의한 치료 효과와 음악치료는 다른 개념이라는 추측을 해볼 수 있다. 논문 내용 중 음악치료의 접근방법은 정신적/감성적 측면에서만 다뤄진다. 따라서 음악치료 외 소리치료(Sound Therapy)에 대한 추가 조사가 필요하다. 앞서 언급된 알파파 음악, 감마 주파수의 알츠하이머 개선 효과, 치유의 주파수로 불리는 432Hz의 치유 효과를 소리 자체의 치유 효과로 볼 수 있을지, 아니면 음악의 치료 효과의 범위로 확장시킬 수 있을지에 대한 내용은 소리치료에 대한 조사 후 알 수 있을 것이다.

## 제 3 장 결 론

본 연구는 치유의 주파수로 불리는 432Hz 음악에 대한 연구이다. 432Hz 음악에 대한 관심도는 432Hz에 치유의 효과가 있다고 주장하는 단체의 설립, 현재의 440Hz가 아닌 432Hz를 기준주파수로 변경해야한다는 내용의 캠페인 운동, 432Hz로 재조율하여 음악을 감상하는 프로그램과 감상자들 등 여러 곳에서 확인할 수 있다. 그러나 그 관심도에 비해 객관적인 연구의 수는 매우 적은 편이다. 이러한 근거가 불충분한 주장은 음악의 과학적 발전을 저해하고 많은 사람들에게 오해를 불러일으키기 쉽다. 따라서 432Hz와 관련한 배경지식 및 주파수를 활용한 예술작품, 그리고 음악의 치료적 효과에 대해 알아봄으로써 432Hz를 둘러싼 오해와 진실을 정리하는 것이 필요하다고 생각되어 본 연구가 시작되었다. 연구 방법은 문헌 및 자료조사, 현황 및 사례조사로 실행되었다.

주파수는 주기적 현상이 단위시간(1초) 동안 반복되는 횟수이고 표기 단위는 Hz를 사용한다. 음악을 이루는 소리는 그 음높이를 주파수의 진동 주기로 표기할 수 있고, 소리의 세기는 주파수의 진폭으로 표기 가능하며, 자연계에 존재하는 모든 소리는 인간의 귀에 들리지 않는 배음을 포함하는데, 이것은 인간의 귀에 잘 들리지 않는 여러 주파수의 소리들이 모여서 하나의 소리를 이룬다고 할 수 있다. 또한 주파수는 소리 뿐 아니라 빛, 전자기파, 뇌파 등의 표기에도 사용되는데, 이러한 접점과 소리는 진동이라는 물리적 특성으로 인해 학제간 융합된 음악이 창작될 수 있다.

본 연구에서는 학제간 융합된 음악 4작품과 음악으로부터 영향을 받은 시각예술 1작품, 치유의 주파수 432Hz를 소재로 한 음악극 1작품에 대해 조사했다. 첫째로 요하네스 케플러의 천구의 음악(Music of the Spheres)은 우주의 행성들이 각각의 운동을 함으로써 아름다운 소리를 내고, 그 아름다운 음들이 화음을 이루어 천상의 음악을 연주한다고 믿었다. 그러나 이 주장은 현대 과학에서 받아들여지지 못했다. 두 번째 사례인 토드 막코버(Tod Machover)의 'Gammified'는 비침습적 빛과 소리(감마 주파수) 자극이 쥐의 알츠하이머 증상을 완화시켰다는 연구 결과를 배경으로 작곡되었다. 그러나 최종적으로 작곡된 음악이 알츠하이머의 증세 완화에 도움이 된다는 내용은 증명되지 않았다. 세 번째 사례인 마르쿠스 불러(Markus Buehler)의 Covid-19 항체음악은 바이러스의 진동 특성이 감염률과 사망률에 영향을 끼친다는 내용을 배경으로 자신이 개발한 Materiomusic 시스템을 이용하여 항체음악을 작곡했다. 그러나 이 또한 음악의 치료적 효과가 증명되지는 못했다. 네 번째 사례인 그레이코드(GRAYCODE)와 지인(jiiiiin)의 '#include red'는 빨간색의 주파수와 소리의 주파수를 직접 고안한 알고리즘에 의해 연결하여 오디오-비주얼 작품으로 발표한 것이다. 작품에 사용된 알고리즘은 작품의 논리를 뒷받침하지만 작가의 상상력이 더해진 것이기 때문에 객관적 사실로 받아들여서는 안 된다. 다섯 번째 사례인 김영은의 '1달러어치'는 비물질적인 재료인 소리를 물질인 것처럼 다루어 사운드아트로 발표되었다. 그러나 작품의 일부이기도 한 컨셉 드로잉에는 잘못된 개념이 포함되어 있다. 마지막으로 음악극 '432Hz'는

음악의 치유 효과를 소재로 다루지만 그 내용이 객관적인 사실이라고 주장하지는 않는다.

앞서 언급한 사례 중 케플러의 천구의 음악은 현대 과학교양도서에서 어렵지 않게 볼 수 있는 내용이다. 토드 막코버와 마르쿠스 불러는 미국의 명문 대학으로 일컬어지는 메사추세츠공과대학교(MIT)의 교수로 재직 중이며, 그레이코드와 지인의 작품은 인천아트플랫폼과 아시아문화전당 등에서, 그리고 김영은의 작품은 삼성미술관리움 등 국내의 권위 있는 미술관에서 발표되었다. 이렇듯 과학 및 의학 연구의 내용을 바탕으로 음악이 창작될 수 있지만 그렇다고 하더라도 그 음악의 치료 효과는 검증된 것이 아니다. 그리고 작품의 알고리즘에 작가의 주관적인 상상력이 듬뿍 담겨 있어도 그 예술성을 인정받을 수 있다. 다시 말해 과학적 배경을 가진 예술작품이라고 할지라도 작품 그 자체를 과학이 아닌 예술작품으로 여겨야 하고, 음악치료와 관련된 예술작품 또한 그 치료 효과가 명백히 증명되기 전에는 과학이 아닌 예술작품으로 바라봐야 할 것이다.

그럼에도 불구하고 Back to 432Hz, 실러 연구소 등 여러 단체들이 432Hz의 치유 효과를 주장한다. 본 연구자는 이 주장의 근거를 다음과 같이 정리했다. 첫째, 니콜라 테슬라(Nikola Tesla)의 명언 “우주의 비밀을 밝혀내길 원한다면 에너지, 주파수, 파동의 관점에서 생각하라”, 둘째, 432Hz는 자연과 일치하는 주파수이다, 셋째, 나치의 음모에 의해 432Hz였던 기준 주파수가 440Hz로 바뀌게 되었다, 넷째, 440Hz는 인체에 해로운 주파수이다, 다섯째, 432Hz와 440Hz의 시각화를 비교해보면 432Hz가 더 아름답다, 여섯째, 432Hz는 인체 치유 효과를 가진다, 일곱째, 432Hz는 440Hz에 비해 청각 보호 효과를 가진다, 여덟째, 음악연구자인 마리아 레놀드(Mario Renold)의 비교실험 결과 90%의 사람들이 432Hz로 조율된 음악을 선호했다. 그러나 이 내용들은 과학적이고 객관적인 근거가 불분명하고, 레놀드의 비교실험 결과에 대해서는 추가적인 조사가 필요하다. 432Hz 음악이 인간을 포함한 동식물에 끼치는 영향에 대한 학술 논문이 여러 편 출판되었다는 점은 432Hz가 음악가뿐만 아니라 과학자들에게도 흥미로운 요소라는 점을 보여준다. 그러나 연구의 수가 적고, 유의미한 연구 결과를 찾지 못한 연구도 있었으며, 연구 방법에서 440Hz로 조율된 음악을 비교군으로 사용하지 않았기 때문에 연구의 결과가 432Hz 음악의 효과라고 확신할 수 없는 연구도 있었다. 따라서 432Hz로 조율된 음악이 440Hz로 조율된 음악과 비교해서 건강에 도움이 된다고 단언할 수는 없다. 현대의 음악치료에서도 단순 음악 감상은 음악치료로 정의하지 않는다. 결과적으로 432Hz 음악에 치유 효과가 있다는 내용은 사실로 받아들이기 어렵다. 그러므로 작업자는 432Hz로 조율된 음악의 치료 효과가 아직 과학적으로 증명되지 못했음을 인지한 상태에서 예술 작업을 진행해야 할 것이다.

## 참고문헌

### 1. 단행본

- 구자현. (2013). 음악과 과학의 만남. 부산: 경성대학교 출판부
- 에모토 마사루. (2008). 물은 답을 알고 있다(원제 : 水は答えを知っている). 서울: 더난출판사
- 전병태. (2016). 예술분야 융합 트렌드 및 지원방안 연구. 양평: 한국문화관광연구원

### 2. 논문

- 송수희. (2007). 대체의학으로서의 음악치료 특성에 관한 연구. 전북대학교 석사학위논문
- 김종인. (2001). 음악활동이 인체 면역글로불린(IgM)의 변화에 미치는 영향. 숙명여대 석사학위논문
- 송채빈. (2019). Sleep Inducing Effect of Binaural Beat with Autonomous Sensory Meridian Response Trigger. 고려대학교 석사학위논문
- 임성규. (2008). Binaural beat 훈련이 골프선수들의 긴장이완 및 골프 퍼팅 수행 능력에 미치는 영향. 용인대학교 석사학위논문
- ARAVENA, P. C., Almonacid, C., &MANCILLA, M. I. (2020). Effect of music at 432 Hz and 440 Hz on dental anxiety and salivary cortisol levels in patients undergoing tooth extraction: a randomized clinical trial. *Journal of Applied Oral Science*, 28.
- Calamassi, D., &Pomponi, G. P. (2019). Music tuned to 440 Hz versus 432 Hz and the health effects: a double-blind cross-over pilot study. *Explore*, 15(4), 283-290.
- Di Nasso, L., Nizzardo, A., Pace, R., Pierleoni, F., Pagavino, G., &Giuliani, V. (2016). Influences of 432 Hz music on the perception of anxiety during endodontic treatment: a randomized controlled clinical trial. *Journal of endodontics*, 42(9), 1338-1343.
- Dubey, P., Kumar, Y., Singh, R., Jha, K., &Kumar, R. (2019). Effect of music of specific frequency upon the sleep architecture and electroencephalographic pattern of individuals with delayed sleep latency:

- A daytime nap study. *Journal of family medicine and primary care*, 8(12), 3915.
- Erken, G., Kucukatay, M. B., Erken, H. A., Kursunluoglu, R., &Genc, O. (2008). Influence of classical and rock music on red blood cell rheological properties in rats. *Medical science monitor*, 14(1), BR28-BR33.
- Exbrayat, J. M., &Brun, C. (2019). Some effects of sound and music on organisms and cells: A review. *Annual Research &Review in Biology*, 1-12.
- Halbert, J. D., van Tuyll, D. R., Purdy, C., Hao, G., Cauthron, S., Crookall, C., ... &Kapuku, G. K. (2018). Low Frequency Music Slows Heart Rate and Decreases Sympathetic Activity. *Music and Medicine*, 10(4), 180-185.
- Lemmer, B. (2008). Effects of music composed by Mozart and Ligeti on blood pressure and heart rate circadian rhythms in normotensive and hypertensive rats. *Chronobiology international*, 25(6), 971-986.
- Núñez, M. J., Mañá, P., Liñares, D., Riveiro, M. P., Balboa, J., Suárez-Quintanilla, J., ... &Freire-Garabal, M. (2002). Music, immunity and cancer. *Life Sciences*, 71(9), 1047-1057.
- Sutoo, D. E., &Akiyama, K. (2004). Music improves dopaminergic neurotransmission: demonstration based on the effect of music on blood pressure regulation. *Brain research*, 1016(2), 255-262.

### 3. 전자자료

#### ○ 웹사이트

다음백과, 진동수, <https://bit.ly/3caFc5v> (2020년 12월 24일 접속)

다음백과(사회복지 용어사전), 음악치료, <https://bit.ly/3qb70e6> (2021년 1월 11일 접속)

다음백과(전기전자공학대사전), 주파수, <https://bit.ly/3a3v0cv> (2020년 12월 28일 접속)

다음백과(영화사전), 주파수, <https://bit.ly/3olNdHg> (2020년 12월 28일 접속)

다음백과(101가지 초등수학 질문사전), 피타고라스 음계의 원리, <https://bit.ly/2M1OTbO>  
(2020년 12월 28일 접속)

위키피디아, 검색어 Kepler Music of Spheres, <https://bit.ly/36ebEjH> (2020년 12월 28일 접속)

위키피디아, 검색어 Gamma wave, <https://bit.ly/3qRPlbz> (2020년 12월 31일 접속)

인천아트플랫폼, [레지던시 공연] 그레이코드, 지인\_Audiovisual project <#include red>, <https://bit.ly/2KX4Lfj> (2021년 1월 4일 접속)

인터파크 티켓, 버스크 음악극 <432Hz>, <https://bit.ly/3lvOvy1> (2020년 12월 3일 접속)

AAAS, Scientists have turned structure of the coronavirus into music, <https://bit.ly/2M1y5kQ> (2021년 1월 18일 접속)

ASK·AUDIO, Music Theory: Exploring The 432Hz Tuning Debate, <https://bit.ly/3bLVzVZ> (2020년 11월 24일 접속)

Back to 432 Hz, <http://www.backto432hz.org> (2020년 11월 4일 접속)

ClinicalTrials.gov, Daily Light and Sound Stimulation to Improve Brain Functions in Alzheimer's Disease, <https://bit.ly/39jc8XM> (2020년 12월 31일 접속)

fluorF's Laboratory, 소리와 파동, <https://bit.ly/36dx2FJ> (2020년 12월 28일 접속)

Google 도서, Intervals, Scales, Tones and the Concert Pitch C, <https://bit.ly/3oIK3UO> (2021년 1월 8일 접속)

iZotope, 432Hz vs. 3440Hz: Tuning Standards Explained, <https://bit.ly/3p0oEB6>  
(2020년 11월 24일 접속)

Matter, Comparative analysis of nanomechanical features of coronavirus spike proteins and correlation with lethality and infection rate, <https://bit.ly/3ceAEv0> (2021년 1월 4일 접속)

MIT Media Lab, The Kronos Quartet Presents Tod Machover's GAMMIFIED,  
<https://bit.ly/3aS8xkJ> (2020년 12월 31일 접속)

Repetitions Fitness Studio <https://bit.ly/39btynR> (2021년 1월 8일 접속)

Return to 432 Hz <https://returnto432.com> (2020년 11월 24일 접속)

The Schiller Institute, The Science of Music, <https://bit.ly/37yYZI3> (2020년 12월 4일 접속)

Yes24, 432Hz: A Frequência dos Milagres, <https://bit.ly/377mc3L> (2020년 11월 26일 접속)

## ○ 인터넷 뉴스 매체

경인일보, [인천아트플랫폼-예술을 배양하다 (6) 사운드아티스트 조태복(GRAYCODE)·정진희(jiiiiin)] 지역에서 발견한 정체성, 세계에서 인정받은 독창성,  
<https://bit.ly/398WgHr> (2021년 1월 8일 접속)

뉴스핌, '소리' 탐구한 김영은 설치작업, 송은미술대상 수상, <https://bit.ly/2NssTaq>  
(2021년 1월 8일 접속)

서울시정일보, [건강장수의비결] 인체의 DNA 비밀의 활성화와 주파수 치료법,  
<https://bit.ly/39MOVw0> (2021년 1월 15일 접속)

한겨레, 당신의 사랑은 몇 Hz 입니까?, <https://bit.ly/3a7nP2O> (2021년 1월 5일 접속)

한겨레, 물은 답을 알고 있다 에모토 마사루, <https://bit.ly/2Yc8icv> (2021년 1월 8일 접속)

CBS노컷뉴스, 버스크 음악극 '432Hz' 2월 개막, <https://bit.ly/2XR68z2> (2021년 1월 5일 접속)

cnbjournal, [리움 아트스펙트럼⑤김영은] 보지 못한 것을 보이게 하는 소리 조각,  
<https://bit.ly/3p7aSwx> (2021년 1월 8일 접속)

NEWSIS, 조태복·정진희, 독일 '기가 헤르츠 어워드'...한국인 최초,  
<https://bit.ly/3bkVmJ5> (2021년 1월 8일 접속)

PlayDB, 버스크 음악극 '432Hz' 22일 본 공연 돌입, <https://bit.ly/33jiyTh> (2020년 11월 26일 접속)

PlayDB, 음악극 '432Hz' 오는 2월 재연 공연... 박웅, 강찬, 한선천, 금조 등 캐스팅, <https://bit.ly/3qxNFnc> (2021년 1월 5일 접속)

The New York Times, A Possible Alzheimer's Treatment With Clicks and Flashes? It Worked on Mice, <http://nyti.ms/2VUAUUs> (2020년 12월 30일 접속)

### ○ 인터넷 카페 & 블로그

김동우 (개인 블로그), 인간의 몸과 마음을 치유하는 자연과 일치하는 주파수 432Hz, <http://blog.daum.net/inbio880/16096991> (2021년 1월 5일 접속)

꿈꾸는 나무 (개인 블로그), 조작되기 전 음악의 주파수 432Hz의 비밀, <http://blog.daum.net/taracode/15870268> (2021년 1월 5일 접속)

불자광장 (다음 카페), “물은 답을 알고 있다.”/에모토 마사루/나무심는사람/2002, <https://bit.ly/3mVooSM> (2021년 1월 8일 접속)

송진주 (ACC 공식 블로그), 내 귀의 RED, <https://bit.ly/3p7wGlj> (2021년 1월 4일 접속)

스머프 (개인 블로그), 440Hz와 432Hz의 흥미로운 블라인드 테스트, <https://bit.ly/3rSC83B> (2021년 1월 5일 접속)

시기 (개인 블로그), '테슬라는 옳았다' - 공진 주파수 치료 기기, <https://bit.ly/2XbkfPl> (2021년 1월 5일 접속)

요미 (개인 블로그), 어떤 주파수를 들어야 내 소원을 이룰 수 있을까?, <https://prayingyomi.tistory.com/894> (2021년 1월 5일 접속)

위평심 (개인 블로그), 물은 답을 알고 있다에 관한 간단한 반론과 반반론, <https://blog.naver.com/chm554/50034241281> (2021년 1월 8일 접속)

지상에서 가장 안전한 곳 (개인 블로그), 음악 치료의 역사, <http://bit.ly/3cQ4bLP> (2021년 1월 8일 접속)

○ 동영상

Facebook, Renée Fleming, <https://bit.ly/3690jBu> (2021년 1월 5일 접속)

K-mooc, 음악은 왜 치료적인가, <https://bit.ly/39PMbQi> (2020년 12월 14일 접속)

YouTube, 스펀지 - Sponge 20060311 #005, <https://youtu.be/IskPugCVLpc> (2020년 12월 8일 접속)

YouTube, 타코마브리지는 왜 무너졌을까, [https://youtu.be/CDrRZpJSZ\\_s](https://youtu.be/CDrRZpJSZ_s) (2020년 12월 8일 접속)

YouTube, Evan Grant: Making sound visible through cymatics, <https://youtu.be/CsjV1gjBMbQ> (2020년 12월 8일 접속)

YouTube, Materiomusic: Making a Virus Sing, <https://bit.ly/3qSg2gd> (2021년 1월 4일 접속)

YouTube, 20Hz to 20kHz (Human Audio Spectrum), <https://youtu.be/qNf9nqvnd1k> (2020년 12월 8일 접속)

○ 음원

SOUNDCLOUD, Viral Counterpoint of the Coronavirus Spike Protein(2019-nCoV), <https://bit.ly/2X4PL1t> (2021년 1월 4일 접속)

## 요 약

본 연구는 치유의 주파수로 불리는 432Hz 음악에 대한 연구이다. 현재 432Hz를 향한 관심도에 비해 객관적인 연구의 수는 부족한데, 이는 음악의 과학적 발전을 저해하고 많은 사람들에게 오해를 불러일으킬 수 있다. 따라서 432Hz 음악에 대한 근거 및 관련 분야에 대하여 조사함으로써 치유의 주파수 432Hz를 둘러싼 오해와 진실을 정리하는 데 연구의 목적이 있다. 연구 방법은 문헌 및 자료조사, 현황 및 사례조사로 실행되었다. 본론에서는 432Hz에 대한 이해를 위하여 소리의 물리적 특성에 대해 알아보았고, 주파수와 관련한 음악 작품 사례를 살펴보았다. 이어서 432Hz에 관한 주장과 학술연구 동향, 그리고 치료적 음악에 관한 조사로 진행했다.

주파수와 관련한 음악 작품 사례 중 현대 과학의 아버지라고 불리는 뉴턴에게 영향을 끼쳤던 요하네스 케플러의 천체의 음악은 현대 과학에서 받아들여지지 못했다. MIT 교수이자 작곡가인 토드 맥코버와 마르쿠스 불러는 치료 효과를 의도로 각각 ‘Gammified’와 ‘Covid-19 Music’이라는 음악을 작곡했지만, 그 치료 효과에 대해서는 증명되지 않았다. 예술계에서는 그레이코드와 지인의 ‘#include red’, 김영은의 ‘1달러어치’와 같은 작품이 이론적 알고리즘이 완벽하게 맞지 않더라도 그 예술성을 인정받았다. 따라서 음악치료와 관련된 예술작품은 그 치료 효과가 명백히 증명되기 전에는 과학이 아닌 예술작품으로 바라봐야 할 것이다. 432Hz 및 음악치료 관련 학술연구는 총 12편의 논문을 살펴보았는데, 432Hz 음악의 불안 감소 효과, 심장 박동 감소 효과 등을 실험을 통해 발견한 경우도 있지만 실험으로부터 유의미한 결과를 찾지 못한 사례도 있었다.

결론적으로 432Hz의 치료 효과는 객관적 사실로 받아들이기 어렵다. 그러나 이를 둘러싼 많은 소문과 학술연구는 432Hz가 음악가뿐만 아니라 과학자들에게도 흥미로운 요소라는 점을 보여준다. 따라서 432Hz는 새로운 음악 작업을 위한 창작의 소재로 활용될 수 있으며, 그 치료 효과가 아직 과학적으로 증명되지 못했음을 작업자가 인지한 상태에서 예술작업이 진행되어야 할 것이다.

본 연구는 432Hz 음악에 대한 이해를 돕기 위한 목적으로 진행되었으며, 더 나아가 본 연구의 내용이 음악과 과학의 융합, 치료적 역할을 할 수 있는 음악을 구상하기 위한 기초 자료로 활용되기를 기대한다.

## Abstract

Jahyun Kim<sup>89)</sup>

This study is on the sound frequency of 432Hz, also called the healing frequency in music. There has been insufficient research done on the healing frequency, 432Hz, compared to the interest and curiosity that people have, which can hinder scientific development of music and cause misunderstandings. Therefore, the purpose of this study is to provide a clear answer to misconceptions surrounding 432Hz music, by investigating the basis for 432Hz music and related fields. The research method was carried out as a literature and data search, current status, and case studies. On the main section of this study, the physical properties of sound were investigated for an understanding of 432Hz, and examples of musical works related to sound frequency were explored. Moreover, it is preceded by scientific claims on 432Hz, trends in academic research, and investigation on therapeutic music.

Johannes Kepler's "Music of the Spheres", which influenced Newton, the father of modern science, among the examples of frequency-related music, was not accepted in modern science. MIT professors and composers Tod Machover and Markus Buehler wrote music called "Gammified" and "Covid-19 Music", respectively, with the intention of healing effects, but they have not been scientifically proven. In the art world, works such as GRAYCODE and jiiiiin's "#include red" and Young Eun Kim's "\$1's Worth" were recognized for their artistry even if the theoretical algorithms did not fit perfectly. Therefore, art works related to music therapy should be viewed as works of art, not science, before the effects of the treatment are clearly proven. A total of 12 papers on academic research on 432Hz and music therapy were explored for this study. There were cases with experiments found the effects of 432Hz music on anxiety reduction and heart rate reduction, but there were cases where no significant results were found.

In conclusion, the healing effect of 432Hz is difficult to accept as an objective fact. However, many rumors and academic studies surrounding this show that it is an interesting factor for not only musicians but also scientists. Therefore, 432Hz can be used as a material for new music and artistic works, but they

---

89) Doctor of Music, klovesmart@naver.com

need to be carried out while the artist is aware that its therapeutic effects have not yet been scientifically proven.

Ultimately, this study was conducted to help understand 432Hz music and it is hoped that the contents of this study will further be used as a foundation for the convergence of music and science and the idea of music that can play a therapeutic role.

## (사)린덴바움 2020년 기획 연구 '432Hz 음악에 대한 연구'

---

발행일	2021년 2월 8일
발행처	(사)린덴바움
연구책임자	김자현
기획 및 편집	(사)린덴바움
주소	서울특별시 서초구 강남대로 631, 613호 (잠원동, 크레신타워)
전화	02-546-5506
웹사이트	<a href="http://www.thelindenbaum.org">http://www.thelindenbaum.org</a>