



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

박 정 미 교수 지도
석사학위 청구논문

선호도에 따른 음악 청취 시
뇌파 분석: EEG 연구

2021

성신여자대학교 대학원
음악치료학과
김 연 희

선호도에 따른 음악 청취 시
뇌파 분석: EEG 연구

박 정 미 교수 지도

이 논문을 석사학위논문으로 제출함

2020년 11월

성신여자대학교 대학원

음악치료학과

김 연 희

인 준 서

김연희의 석사학위 논문으로 인준함

2020년 11월

심사위원장 _____ (인)

심 사 위 원 _____ (인)

심 사 위 원 _____ (인)

성신여자대학교 대학원

논문개요

본 연구는 음악 청취 시 선호하는 곡과 선호하지 않는 곡을 청취할 때와 청취한 후에 나타나는 뇌 반응을 EEG 측정을 통해 비교하고 같은 곡에 대해 선호도와 상관관계를 나타내는 뇌의 영역과 주파수 대역을 알아보기 위한 목적으로 진행되었다. 관심 영역(Regions of Interest, ROI)은 음악 선호도 혹은 감정과 연관된 EEG 연구에 근거하여 전두, 측두, 두정엽 영역을 포함하고, 후두엽은 포함시키지 않았다. 연구 대상자는 20대 여성 15명으로 구성되었으며 본 연구에서 사용된 음악 자극은 피험자들의 자기보고식 음악 선호도 설문지를 근거로 선정하였다. EEG 데이터 값은 TeleScan 프로그램으로 측정하였고, 잡파(Noise)를 모두 제거한 후 SPSS 25 통계 프로그램을 이용하여 대응 표본 t-검정과 Spearman 상관분석을 하였다.

분석 결과, 선호하는 곡과 선호하지 않는 곡을 청취할 때와 청취한 후에 베타파에서 가장 유의미한 차이가 나타났다. 하지만 채널의 위치는 달랐는데, 청취 중일 때는 P3를 제외한 우반구에서 차이가 나타났고 청취 후에는 양반구 모두에서 차이가 나타났다는 것이다. 또한 같은 곡에 대한 선호도의 상관관계는 친숙도가 높을수록 선호도가 유의미하게 상승하였다는 것을 알 수 있었다. 따라서 본 연구는 앞으로 음악치료 임상 현장에서 사용되는 음악 활용의 기초자료가 될 수 있음을 시사한다.

목 차

논문개요

I. 서론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
2. 연구 문제	5
II. 이론적 배경	6
1. 음악 선호도	6
2. 뇌의 명칭과 기능 개요	7
1) 대뇌피질(Cerebrum cortex)	7
2) 변연계(Limbic system)	9
3. 음악 선호도와 뇌	11
4. EEG에 대한 이해	12
5. EEG 전극 부착 방식의 이해	15
III. 연구 방법	20
1. 연구 대상	19
1) 피험자 일반적 특성	20
2. 음악 자극	21
3. 측정 도구	23
1) 음악선호도 설문지	23

2) 에딘버러 손잡이 검사	24
3) EEG 측정	24
4. EEG 측정 순서와 연구 설계 및 연구 절차	25
1) EEG 측정 순서	25
2) 연구 설계	27
3) 연구 절차	27
5. 데이터 처리	28
IV. 연구 결과	30
1. 선호곡과 비선호곡의 반응 비교	29
1) 청취 중 반응 비교	29
2) 청취 후 반응 비교	35
2. 선호도에 따른 뇌 반응의 상관성	39
1) 선호곡에 따른 뇌 반응의 상관관계	40
2) 친숙도에 따른 뇌 반응의 상관관계	42
V. 결론	44
1. 결론 및 논의	44
2. 제언	46

참고문헌

ABSTRACT

부 록

표 목 차

<표-1> EEG의 주파수별 분류와 신호 특징	14
<표-2> EEG의 주파수별 신호 형태	15
<표-3> 피험자 정보	19
<표-4> 피험자 일반적 특성	20
<표-5> 음악 자극 30곡 청취 목록	22
<표-6> 청취 중 델타파의 차이	30
<표-7> 청취 중 세타파의 차이	30
<표-8> 청취 중 베타파의 차이	31
<표-9> 청취 중 알파파의 차이	31
<표-10> 청취 후 각 영역별 EEG의 차이	36

그 립 목 차

<그림-1> 대뇌피질의 명칭	9
<그림-2> 변연계의 명칭	10
<그림-3> 10-20 국제 시스템(International 10-20 System)	17
<그림-4> 10-20 국제 시스템(International 10-20 System) 전극 위치	18
<그림-5> 본 연구에서 사용한 EEG 측정도구와 측정 상황	25
<그림-6> EEG 측정 연구 과정	26
<그림-7> 선호곡과 비선호곡을 청취할 때 유의미한 차이를 보인 채널	30
<그림-8> 청취 중 델타파의 차이	31
<그림-9> 청취 중 세타파의 차이	32
<그림-10> 청취 중 베타파의 차이	32
<그림-11> 청취 중 알파파의 차이	32
<그림-12> 청취 중의 뇌 지형도와 시간-주파수 분석	34
<그림-13> 선호곡과 비선호곡을 청취한 후 뇌 영역	35
<그림-14> 청취 후 각 영역별 EEG의 차이	37
<그림-15> 청취 후 뇌 지형도와 시간-주파수 분석	39
<그림-16> 선호도와 친숙도의 상관관계	40
<그림-17> 선호도에 따른 뇌 반응 영역	41
<그림-18> 선호도의 뇌 지형도와 시간-주파수 분석	42
<그림-19> 친숙도에 따른 뇌 반응 영역	42
<그림-20> 친숙도의 뇌 지형도와 시간-주파수 분석	43
<그림-21> 청취 중의 뇌 영역	44
<그림-22> 청취 후의 뇌 영역	44
<그림-23> 선호도에 따른 뇌 반응	46

<그림-24> 친숙도에 따른 뇌 반응 46

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

음악은 많은 사람들의 일상생활에서 중요한 역할을 한다. 시간과 장소를 구별하지 않고 거의 모든 곳에서 존재한다. 사람들은 이른 아침부터 늦은 저녁까지 하루 종일 자의든 타의든 음악을 듣는다. 우리는 무의식적으로 음악에 노출되지만 자발적으로 음악을 즐기기도 한다. 많은 사람들은 음악이 우리 삶에 더해지는 정서적 풍요로움을 느끼기 위해 음악을 듣고 우리를 감동시키는 음악에 빠르게 애착을 갖게 된다(Panksepp & Bernatzky, 2002).

Iwanaga와 Moroki(1999)는 음악은 감정을 조절하고 불안과 스트레스를 줄이기 위해 다양한 의학 분야에서 사용되며 흥분을 촉진시키고 스트레스를 해소하는 것으로 알려져 있다고 하였다. Portnoy(1963)는 음악이 사회와 문화 속에서 가지는 기능은 음악 그 자체보다는 사람에게 주는 영향력에 있다고 하였다. 영향력이 모든 사람들에게 천편일률적으로 나타나지는 않는데 그 이유는 음악을 수용하는 개인의 특성이 다르기 때문이다. 같은 음악이라 해도 그 음악에 대해 느끼는 감정이 각자 다른 것은 여러 요인에 의한 영향 때문이지만 음악에 대한 개별적 선호도도 중요한 영향을 미친다. 사람에 따라 그 음악을 더 좋아할 수도 있고, 싫어할 수도 있으며 특정한 사람이 특정한 음악에 더욱 잘 반응하기도 할 것이다. 다시 말하면 사람들은 특정한 음악을 더 좋아하거나 싫어하는 개인적 음악 선호도를 가지고 있다는 것이다.

Davis와 Thaut(1989)는 선호하는 곡에 대한 심리적, 신체적 반응을 측정했을 때 심리적인 면에서 불안 감소가 나타났고, 신체적인 데이터에서는 혈압에서 유의미한 신체적 변화가 나타났다고 하였다. Thomas와 Peter(2011)는 사람

들은 자신이 좋아하는 음악을 들을 때 감정적인 변화가 나타난다고 하였다. Clair와 Bernstein(1990)은 음악 활동에 참여도를 높이고 결과적으로 치료 목적의 성공적인 달성을 위해 선호 음악을 사용하는 것이 중요하다고 하였고, Iwanaga와 Moroki(1999)는 클라이언트가 음악 치료 활동 중에 직접 좋아하는 음악을 선택하는 것이 치료사에 의해 선택된 것보다 불안 감소 같은 치료 목적 달성에 매우 효과적이라고 하였다. Stevens(1990)는 음악치료가 최고의 효과를 얻기 위해서는 음악의 선곡에 있어서 개인적 친숙함과 선호도가 고려되어야 하기 때문에 현장에서 활용할 때는 이 점을 잘 파악해야 한다고 하였다. Moore, Staum, & Brotons(2009)는 음악 선호도를 평가하여 음악 치료 과정에 그것을 포함시키는 것 또한 음악 치료사의 중요한 역할로 강조된다고 하였다. 이처럼 클라이언트의 선호, 음악적 경험 등을 이해하는 것은 음악치료 과정에서 매우 중요한 요인이라 할 수 있다(박소연, 황은영 2011). 음악치료 임상 현장에서 음악을 활용할 때 개인의 음악 선호도 파악이 중요하다는 것이다.

Toshimitsu et al.(1997)는 사람의 마음은 결국 뇌의 작용이다. 뇌의 활성화 패턴을 측정할 수 있다면 사람의 마음을 읽어내고 이해할 수 있다. 뇌의 반응을 측정할 수 있는 대표적인 장치가 EEG이라고 하였다. Aftanas, Reva, Varlamov, Pavlov & Makhnev(2012)는 음악치료의 효과성 검증을 위한 여러 가지 뇌 측정 방법 중에서 EEG는 비침습적인 방법으로 뇌의 상태를 실시간으로 조사하는 데 있어서 유용한 신경과학적 연구 방법이라고 하였다.

사람의 감정이 중요해지면서 사람의 감정분석에 관한 연구들이 많아졌다. Alberto와 Josep(2020)은 음악이 불러 일으키는 감정이라는 넓은 주제에서, 보다 복잡한 심리 상태와 연관된 뇌가 음악에 대한 즐거운 반응의 기초가 된다고 하였다. Caldwell과 Riby(2006)는 선호하는 음악을 청취할 때 사람들은 긴장을 풀 가능성이 높아지기 때문에 청취하는 동안 주의를 덜 기울이게 되면서 알파파가 나타난다고 하였다. Caldwell과 Riby(2007)는 BPM이 높을수록 빠

르게 진행되는 노래는 더 큰 베타파 진폭을 만드는데 베타파는 각성 및 깨달음과 관련이 있기 때문에 더 빠르고 더 경쾌한 음악이 뇌의 각성을 증가시킨다고 하였다. 권오연(2003)은 불쾌한 음을 청취할 때는 기분 좋은 음을 들었을 때 보다 빠른 베타파의 상대적 출현양이 왼쪽 전두엽, 왼쪽 측두엽, 오른쪽 측두엽 부위에서 증가하며 기쁨(긍정 정서)에서는 좌측 전두엽의 활성화를 일으키고 두정엽 부위에서는 좌우 반구의 차이를 볼 수 없었다고 하였다. Daniela, Maren, Thomas & Stefan(2007)은 기분 좋은 음악은 전두정중선(frontal midline: Fm)의 세타파 증가와 관련이 있다고 하였다. Alfredson, Risberg, Hagberg & Gustafson(2004)은 멜로디의 신경적 처리가 측두엽과 전두엽 피질과 관련이 있다는 것이 입증 되었으며 음악적 지각의 측면에서 우뇌 측두엽의 **우세한** 역할에 대한 신경심리학적 증거를 고려할 때, **우측 측두엽**이 감성적인 음악을 들을 때 왼쪽보다 더 많이 관여할 것이라고 하였다.

김은영(2005)은 국내 선행연구에서는 특정 장르의 음악이 뇌파에 어떤 영향을 미치는가에 대해서는 연구하였으나, 청취자의 음악 선호도는 거의 고려되지 않았다고 하였다. Pan, Guan, Yu, Ang & Chan(2013)은 2채널 EEG 신호를 사용하여 좋아하는 것과 싫어하는 것 두 가지로 음악 선호도를 분류하는 조사를 하였다. 개인의 음악 선호도에 영향을 미치는 여러 가지 제반 변인들 중, 정신과와 신경계 질환의 병력이 없는 건강한 일반인을 대상으로 음악의 선호와 신경학 분야의 관련 연구가 부족한 실정이다. 음악치료 활동에 참여하는 사람들은 정신과와 신경계 질환의 병력이 없는 신체가 건강한 사람일 수도 있기 때문에 다양한 사람들의 케이스가 연구되어야 한다.

음악을 듣는 가장 흔한 이유 중 하나는 음악이 강한 감정을 유발한다는 것이다(Lundqvist, Carlsson, Hilmersson & Juslin, 2009). Daniel(2008)은 선호되고 의미 있는 음악을 결정하고 활용하는 것은 음악 교육과 치료에 대한 참여와 관심을 증가시킬 것으로 생각된다고 하였고, Craig(2009)은 음악 치료와

교육 분야의 공통적인 것은 치료나 교육 활동에 더 많은 참여를 촉진하는 것이 음악의 선택이라고 말하였다. 권은형, 이주영, 전양현과 홍정표, (2006)는 음악을 사용한 연구는 긍정적인 감정을 유도하고 심신을 이완시키는 수단으로 여러 학자에 의하여 다방면에 걸쳐 시행되어 왔다고 하였고, Miluk, Mastejek & Stupnicki(1996)는 음악은 인간의 감정을 조절하고 불안과 스트레스를 줄이기 위해 다양한 의학 분야에서 사용된다고 하였다.

디지털 방식의 뇌파 기계와 개인 보급형 뇌파 측정기가 개발되면서 개인이 뇌파 기계를 사용하여 EEG를 직접 측정하는 일이 가능해졌다. 즉 개개인이 현재의 기술로 개인의 감정 특징을 전기신호로 표현해 분석할 수 있다는 것이다. 이때 뇌파 기계의 채널의 수가 많을수록 뇌의 여러 영역을 동시에 비교할 수 있다.

본 연구는 피험자의 선호도에 따른 뇌 반응을 측정하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 24채널의 EEG를 사용하여 청취시의 반응과 청취후의 반응을 측정하였고, 선호도에 가장 큰 영향을 미칠 수 있는 친숙도와의 관계도 조사하였다. 앞서 언급했던 선행연구들 (Caldwelle & Riby(2006); Caldwell & Riby(2007); 권오연(2003); Alfredson, Risberg, Hagberg & Gustafson, 2004)을 근거로 관심영역(Regions of Interest, ROI)을 전두엽과 측두엽에 두고 분석을 진행하였다. 이 연구가 음악치료 현장에서 클라이언트의 참여를 촉진할 수 있는 기초자료로서의 연구가 되기를 바란다.

2. 연구 문제

본 연구의 목적은 피험자의 선호도에 따른 뇌 반응의 차이를 비교 및 분석하는데 있다. 이러한 연구 목적을 달성하기 위한 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 선호하는 곡과 선호하지 않는 곡을 청취하는 동안의 뇌 반응은 어떤 차이가 있는가?

둘째, 선호하는 곡과 선호하지 않는 곡을 청취한 후의 뇌 반응은 어떤 차이가 있는가?

셋째, 같은 곡에 대해 선호도와 상관관계를 나타내는 뇌의 영역과 주파수 대역은 어떤 부분인가?

Ⅱ. 이론적 배경

1. 음악 선호도

개념으로서의 음악 선호도는 특정 곡이나 음악 스타일을 즐기고 좋아한다는 것을 설명할 때 사용된다(Tomas & Peter, 2011). Peter, Rentfrow, Samuel & Gosling(2003)은 음악 선호도에 대한 개인의 차이점을 연구했을 때 영화(Movies), 책과 잡지(Books and magazines), TV 프로그램(TV programs), 음식 선호도(Food preferences), 침실(Bedrooms), 취미와 활동(Hobbies and activities), 옷(Clothes)의 7개 영역보다 음악 선호도가(Music preference) 더 중요하다고 하였다. 다양한 맥락에서 다른 어떤 활동보다 음악 선호도가 중요하다는 것이다. 사람들은 자신이 좋아하는 음악을 들을 때 감정적인 변화를 보이는데, 장르별 음악을 들을 때 자신만의 선호를 가지고 있기 때문에 각기 다른 감정과 흥미로 반응한다고 하였다(Kaur, Singh & Roy, 2017). 다른 사람들의 음악적 취향이 어떤 것에 대해 많은 것을 말해 주듯이, 우리의 음악적 선호는 다른 사람들에게 우리의 성격에 대해 많은 것을 전달할 수 있게 해준다(Rentfrow & Gosling, 2006).

음악치료에서의 음악 선호도와 음악적 취향은 미학, 철학, 심리학 및 음악 분야의 연구자들이 오랫동안 관심을 가졌을 만큼 중요하다(LeBlanc, 1982). 음악치료의 효과를 내기 위해서 개인이 의의와 의미를 부여할 음악을 선택하는 음악 선호도가 중요하다고 하였다(Brotons, Koger & Cooper, 1997). (Thomas & Peter(2011); Clair & Bernstein(1990); Iwanaga & Moroki(1999); Stevens(1990); Moore, Staum, & Brotons(2009); 박소연, 황은영(2011)의 선행 연구에서도 음악 선호도가 음악 치료에 중요한 역할을 한다고 강조하였다.

2. 뇌의 명칭과 기능 개요

전세일(1997)은 뇌의 기능은 모든 작용을 조절(Control)하고, 조정(Coordinate)하고 조화(Harmonize) 시키는 것이라고 하였다.

1) 대뇌피질(Cerebrum cortex)

대뇌피질은 감각 정보 처리 과정을 시각의 처리 및 청각 정보의 처리 등과 같이 별개로 나누거나 통합하여 감각 즉, 주변 환경을 인지하는 과정을 구현하고 있다(서재용, 김성주, 연정흠, 전홍태, 2003). 대뇌의 구조는 좌·우 반구(hemispheres)로 나누어져 전두엽(Frontal lobe), 두정엽(Parietal lobe), 측두엽(Temporal lobe), 후두엽(Occipital lobe) 이렇게 4개의 엽(lobe)으로 구분된다. 앞쪽은 전두엽, 위쪽은 두정엽, 뒤쪽은 후두엽, 양옆은 측두엽으로 이렇게 4개로 구분되는데 엽은 각 부위에 따라 다른 일을 한다.

전두엽(Frontal lobe)은 앞이나 쪽에 위치한 전두엽은 판단, 창조성, 문제 해결, 계획 등을 담당하며(김기호, 2012), 인간을 인간답게 하는 고등 인지 기능을 담당한다(염지영, 강연욱, 2006). 박양규(2013)는 전두엽은 뇌가 활동하는 동안 여러 부위에 저장된 기억정보들을 불러내어 작업하는 곳이라고 하였다. 전두엽은 계획 수립의 기능이 가장 대표적이며 손상되면 앞일에 대한 계획을 세울 수 없게 된다.

주로 전두엽에서 크게 기록되는 베타파는 의식이 깨어있을 때의 EEG로, 사람이 눈을 뜨고, 걷고, 흥분하고, 일상생활의 모든 의식적인 활동을 할 때 나타나는 주파수이다(Byun, Lee & Lee, 2013).

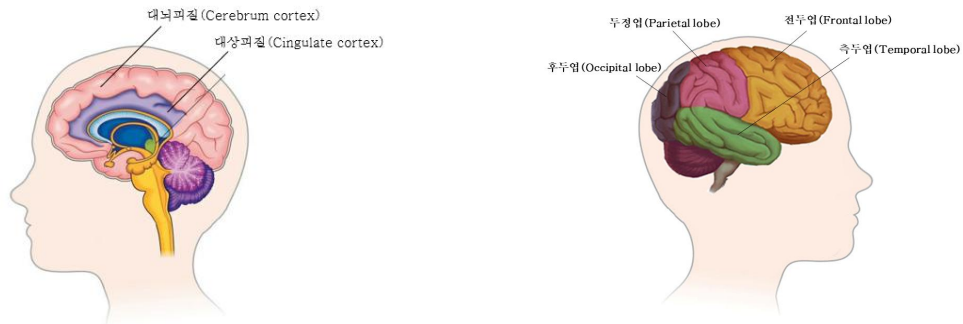
두정엽은 체성감각(피부 감각, 운동 감각, 평형 감각) 피질이 있어 피부에 전달되는 여러 가지 감각과 촉각 그리고 무게나 동작을 감지하는 역할을 한

다. Shim et al.(1999)은 두정엽의 연합영역은 감각적 공간 속에서 대상들을 위치시키고 환경에 대한 내적인 공간표상을 유지시키는 데에 중요한 역할을 하며, Simins et al.(2009)은 두정엽이 감성반응을 담당한다고 하였다. 대뇌 중 가장 복잡한 기능을 하는데, 우반구 두정엽은 길을 찾는 것과 같은 공간 감각을, 좌반구 두정엽은 연산을 도와준다.

측두엽은 언어를 듣고 이해하는 청각기능 및 기억, 인지 등을 담당한다. 물체의 인지, 이름 말하기 등이 여기에 속한다. 측두엽의 대표적인 기능이 청각 정보 처리인데 이 영역에 손상이 생기면 어떤 경우에는 음악을 들으면서 멜로디 같은 특정 요소를 인식하는 데 어려움을 겪는 수도 있다(강윤정, 2011). 내측 측두엽은 새로운 정보를 기억하고 저장하는데 있어 중요한 역할을 하고(강호중, 2017), 우측 측두엽은 감성적인 음악을 청취할 때 좌측 측두엽 보다 더 많이 관여한다(Alfredson, Risberg, Hagberg & Gustafson, 2010). Koelsch(2014)는 음악은 귀로 들어와 측두엽에 있는 청각 피질로 들어가는 데 이때 음의 높이(pitch), 음색(tone), 화음(hamony), 멜로디(melody), 리듬(rhythm)이 중요한 역할을 담당한다고 하였다. 측두엽의 위쪽 영역은 청각정보를 받아들이고 처리하며 상측두엽이 심하게 손상될 경우 실어증이 발생하고 환각 증상이나 기억장애가 나타나기도 한다. 하측두엽(inferior temporal gyrus)과 중측두엽(middle temporal gyrus)또한 언어정보처리와 밀접한 관련을 맺고 있다(남기춘, 2002).

후두엽은 일차시각피질(primary visual cortex)이 있어서 사물을 보고 사물을 인식하는 시각 정보처리 기능을 담당하며 눈의 방향과 초점 등 눈의 운동을 조절한다. 대부분 눈에서 들어오는 시각정보를 처리하며 처리된 시각 정보는 두정엽과 측두엽 두 갈래의 경로로 나뉘어 전달된다(강윤정, 이부영 2011). 시각 경험을 언어로 번역하는데 중요한 역할을 하고, 후두엽의 특정 위치가 손상되면 사물의 움직임을 인식할 수 없게 된다.

피질하 부위와 대뇌피질 사이의 인터페이스 역할을 하는 것은 대상피질 (Cingulate cortex)이다. 대상피질은 감각 자극을 정서적인 색채(시야 주변부에서 언뜻 움직인 것이 바람에 흔들리는 나뭇가지인지 아니면 강도인지를 느낌으로 구분하는 것)와 연결하는 접점의 역할을 하고, 이에 대한 반응(나뭇가지 일지도 모른다는 추측을 억제하고 되도록 빨리 강도로부터 도망치는 것)을 선택하는 기능에도 관여한다(강윤정, 2011). <그림-1>에서 대뇌피질의 명칭을 확인할 수 있다.



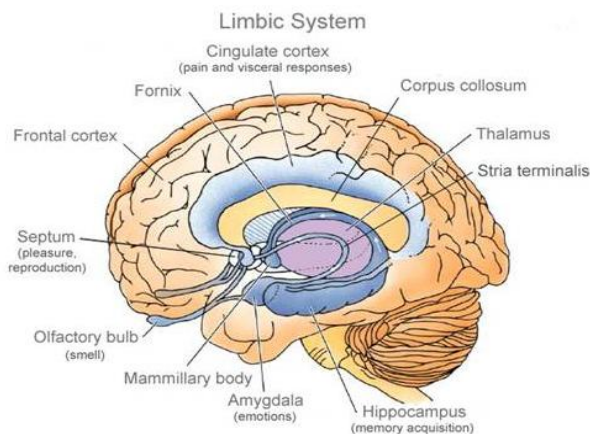
<그림-1> 대뇌피질의 명칭

2) 변연계(limbic system)

변연계(limbic system)는 정서조절과 관련되는 중요한 뇌 구조물로 편도 (amygdala), 안와전두피질(orbitofrontal cortex), 앞띠이랑(anterior cingulate cortex), 뇌섬엽(insula), 전전두 피질(prefrontal cortex), 변인엽(limbic lobe)과 관련된 피질하 구조물(subcortical structures) 등을 포함하여 뇌간을 둘러싸고 있는 여러 뇌 구조를 통칭하여 변연계라 하며 회로애락의 감정이나 성욕·식욕 등을 조절한다(백중열, 2014). 편도(amygdala)는 공포조건화(fear conditioning)와 같은 암묵적 정서 학습(implicit emotional learning)과 명시적 정서학습(explicit emotional learning), 기억(memory)에 관여하고, 안와전두피질

(orbitalfrontal cortex)은 정서적 사회적 정보를 선별하는 기능을 수행한다. 앞 띠이랑(anterior cingulate cortex)은 구조적·기능적으로 정서 처리를 담당하는 복측앞띠이랑과 인지적 정보처리를 담당하는 배측앞띠이랑으로 구분되며, 뇌 섬엽(insula)은 정서 처리에 중요한 역할을 하며 혐오자극과 밀접한 관련이 있다. 외측전전두피질은 정서적 체험을 인지적 요소로 변환시킴으로써 하향식 정서조절에 관여한다(하규섭, 2014). 변연계는 기능적으로 기억, 특히 최근 기억(recent memory)과 관련이 있으며, 이외에도 학습, 인지 등과 관련되는 것으로 알려져 있다(Choi, 2004).

해마는 대뇌변연계를 구성하는 한 요소로 측두엽 안에 자리 잡고 있으며 새로운 사실을 학습하고 기억하는 기능을 하는 기관이다. 학습과 기억 기능을 수행하는 해마는 특히 공간 기억에 매우 중요한 영역이다(강윤정, 차귀령, 2017). 해마는 다른 뇌 영역에 비해 훨씬 많은 양의 정보를 수렴하여 거의 모든 형태의 관계 기억에 관여한다(Konkei & Cohen, 2009). 신경해부학적 증거에 따르면, 시각 피질을 비롯한 거의 모든 뇌 영역의 신경 신호가 해마에 수렴된다고 하였다(Lavenex & Amaral, 2000). 뇌파 채널의 P3 일부분은 대뇌 측두엽의 해마(hippocampus) 부분에서 발생되는 것으로 알려져 있다고 하였다(이지영, 2002). <그림-2>에서 변연계의 명칭을 확인할 수 있다.



<그림-2> 변연계의 명칭(Ramachandran & Blakslee, 1999)

3. 음악 선호도와 뇌

선호도란 사전적 의미로 여럿 가운데서 어떤 대상을 특별히 가려서 더 좋아하는 정도라고 정의하며, 반대로 좋아하지 않는 정도는 비선호도라고 정의한다. Caldwell과 Riby(2006)는 선호곡을 청취할 때는 비선호 곡을 청취할 때 보다 긴장을 놓을 가능성이 높아진다고 하였고 Istok, Brattico, Jacobsen, Ritter & Tervaniemi(2012)는 음악 선호도는 뇌의 반응을 조절한다고 하였다. 음악 선호도 형성에 직접적으로 초점을 맞춘 유일한 모델은 르블랑(LeBlanc, 1982)에 의해 개발되었고 한 곡의 음악에 대한 선호도는 입력 정보와 듣는 사람의 특성에 따라 달라진다고 하였다(Schäfer & Sedlmeier, 2010).

많은 사람들은 선호하거나 ‘좋다’는 음악을 듣는데, 선호하는 음악을 들을 때 사람들은 종종 개인적인 생각과 기억을 경험한다고 하였다. 개인적으로 선호하는 곡을 들을 때 뇌는 인코딩보다는 감정적으로 삽화 기억을 찾기 때문이며(Janata, 2009), 좋아하는 노래를 듣는 것은 청각 뇌 영역과 기억력, 사회정서 통합을 담당하는 해마의 연결성을 변화시키기 때문이라고 하였다(Wilkins, Hodges, Laurienti, Steen & Burdette, 2014). 음악에 대한 감정적 반응은 청각적 입력의 직접적인 영향보다는 외적 연관성(예: 기억력)을 반영할 수 있는데(Trost, Ethofer, Zentner & Vuilleumier, 2011), 외적 연관성도 음악을 듣는 동안 EEG로 측정할 수 있다고 하였다(Richard, Davidson, 1987). Pereira et al.(2011)은 음악적 선호가 변연계, 변연계 및 보상 시스템 영역의 활성화에 영향을 미친다는 것을 발견했으며, 뇌섬엽(insula), 전측 대상피질(anterior cingulate cortex), 복내측 전전두피질(ventromedial prefrontal cortex) 등과 같은 감정적 처리와 관련된 뇌 영역은 의식적인 음악 취향과 관련이 있다고 하였다. 선호하는 곡을 청취하게 되면 불안을 감

소시키고 심박수를 감소시켜주는데 이것은 음악이 뇌의 변연계에 작용하여 심신을 안정시켜 주기 때문이다. 반대로 선호하지 않는 곡을 청취하게 되면 그 음악은 소음과 같은 역할을 할 수 있기 때문에 정신적인 스트레스로 작용할 수 있으며 지속적인 소음은 망상활성체를 자극하여 지속적으로 교감신 경계를 각성시키므로 흥분상태에 도달하게 한다(Choi, 1999). 감정표현의 강도는 좌측과 우측 전두엽의 활성화와 관련이 있는데, 좌측 전두엽은 기쁨과 같은 감정에 대한 접근을 전문화한다(Musha, Terasaki, Haque & Ivamitsky, 1997).

음악의 선호도는 매우 개별적이기 때문에 개인이 선택한 음악은 강렬한 정서적 반응을 나타내는데(Anne, Blood, Robert & Zatorre, 2001), 선호하는 곡을 듣는 것은 긍정적인 감각 경험을 증가시켜 신체에 긍정적인 화학적 변화를 가져온다고 하였다(Bartlett, Kaufman & Smeltekop, 1993). Höller et al.(2012)의 연구에서 참가자들이 직접 선택한 선호곡을 들을 때 베타파가 나타난다고 하였고, Sadahisa, Tsuji, Kudo & Natsume(2017)에서도 선호하는 음악을 들을 때 베타파가 나타났다고 하였다. 베타파 리듬이 음악적 템포와 관련이 있기 때문이며 베타파의 리듬은 음악적인 선호와 상관관계가 있다고 하였다(Panagiotis, Petrantonakis, Leontios & Hadjileontiadis, 2010).

4. EEG에 대한 이해

뇌파(electroencephalogram : EEG)는 뇌세포들의 생화학적 상호 작용에 의해 발생하는 이온의 흐름으로 인해서 생성되는 뇌의 전기적 활동으로 정의할 수 있으며(Schaul, 1998), 뇌전도(腦電圖)라고도 한다. 뇌 신경 사이에 신호가 전달될 때 생기는 전기의 흐름을 말하는데, 뇌의 전기적인 활동을

머리 표면에 부착한 전극에 의해 비침습적으로 측정된 전기신호이다(안옥희, 2006). 인간을 비롯해서 모든 생명체는 생체 신호(Biosignal)가 있는데 그 신호들은 다양한 전기 신호들을 생성한다. EEG는 사람의 생각이나 감정을 대뇌피질 또는 두피상(intact scalp)에서 기록하는 것으로 외과적인 수술 없이 가장 현실적인 방법으로 인간의 뇌 활동에 의해 일어나는 전류를 취득하여 해석하고 분석할 수 있는 유용한 정보원이다. EEG는 1920년대 Hans Berger에 의해 최초로 측정되었는데, Hans Berger는 독일 예나 대학(Friedrich-Schiller-Universität Jena)의 정신과 교수로 EEG를 최초로 측정하고 기록하여 EEG라고 명명하였다(Berger, 1929).

EEG 파형은 사람의 의식 상태에 따라 달라지는데 뇌의 활동상태, 주파수와 진폭에 의거하여 구분하여 부른다. 이때 파형은 EEG의 모양인데, 한 채널에서 두 전극 사이의 전위(electrical potential)차에 변화가 발생하면 파(wave)가 그려진다. 뇌 표면에서 검출되는 파(wave)는 그 파형을 분석하여 정량화함으로써 피험자가 어떤 자극을 받았을 때의 긴장도나 기분 좋은 정도를 판단하는 근거로 사용될 수 있는데, 우세하게 출현하는 뇌파를 이용하여 인간 행동에 따른 두뇌 기능 상태에 대하여 해석이 가능하다고 하였다(권만우, 2006). 인간의 EEG가 감정에 연관되어 있다는 생각하에, 음악을 청취할 때 EEG를 통해서 인간이 느끼는 감정을 알아본다는 것이다(Sourina, Wang, Liu, & Nguyen, 2011). 김민정(2008)은 뇌파를 통해 두뇌의 상태나 각성 정도를 파악할 수 있다고 하였다. 일반적으로 <표-1>과 같이 델타파(δ), 쉼타파(θ), 알파파(α), 베타파(β), 감마파(γ), 이렇게 크게 5가지로 구분하는데, 알파파(α)와 베타파(β)는 더욱 세분화하여 분석하기도 한다. 델타파(δ)는 느린 파로 일반적으로는 수면, 무의식 상태에서 주로 나타난다. 쉼타파(θ)는 심리적인 변화와 관련성이 많은 EEG이며 기분 좋은상태나 불쾌한 상태에서 발생하기도 한다. 알파파(α)는 눈을 감고 앉아 있으면 발생할 수 있는 파형인

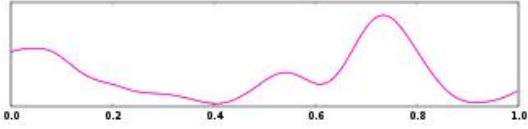
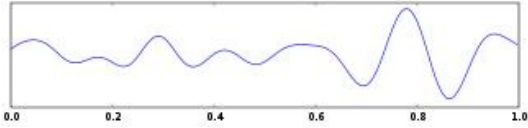
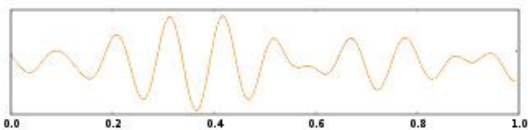
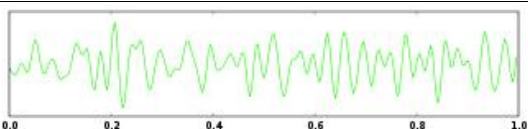
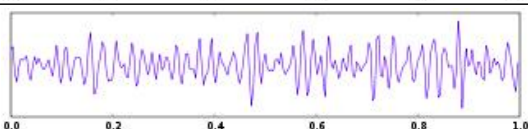
데 어떤 정신적, 육체적 활동을 한다면 일반적으로 감소하거나 사라진다. 베타파(β)는 정신적 활동이나 신체적 활동을 할 때 나타나며 감마(γ)파는 고도의 인지작용을 할 때 나타나는 파형이다.

<표-2>는 EEG의 주파수별 신호 형태다. 현대 뇌 영상 기술의 출현에도 불구하고, EEG는 여전히 정상적인 건강한 인간에서 뇌 기능을 조사하기 위한 주요 도구로 남아 있다(Anokhin & Vogel, 1996).

<표-1> EEG의 주파수별 분류와 신호 특징

EEG 신호 분류		주파수	특징
델타파(δ) Delta wave		0.5-4Hz	깊은 수면
췌타파(θ) Theta wave		4-8Hz	졸음 상태, 산만함
알파파(α) Alpha wave	Slow Alpha wave	8-10Hz	명상, 무념
	Fast Alpha wave	10-13Hz	명상 주의 집중, 약간의 긴장
베타파(β) Beta wave	Low Beta wave	13-15Hz	집중력 강화
	Middle Beta wave	15-20Hz	집중력 유지
	High Beta wave	20-30Hz	경직된 상태, 긴장, 불안
감마파(γ) Gamma wave		30-50Hz	흥분, 순간 인지

<표-2> EEG의 주파수 별 신호의 형태

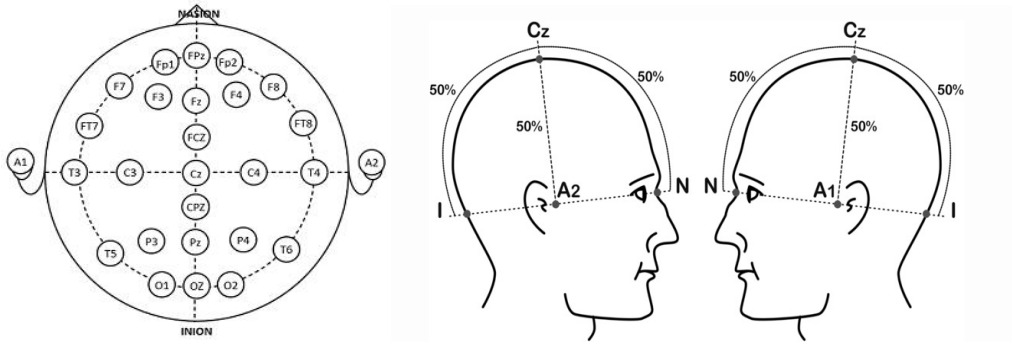
종류	파형
델타(δ)파 ($0.5\text{Hz} < \text{frequency} < 4\text{Hz}$)	
세타(θ)파 ($4\text{Hz} < \text{frequency} < 8\text{Hz}$)	
알파(α)파 ($8\text{Hz} < \text{frequency} < 13\text{Hz}$)	
베타(β)파 ($13\text{Hz} < \text{frequency} < 30\text{Hz}$)	
감마(γ)파 ($30\text{Hz} < \text{frequency}$)	

5. EEG 전극 부착 방식의 이해

EEG를 측정할 때는 다채널(multi-channel) 전극을 이용한다. EEG 기계의 전극을 두피에 고르게 부착하기 위해서 국제적 표준이 정해져 있다. EEG 전극 부착 방식은 10-5, 10-10, 10-20 등이 있다. 본 연구에서는 10-20 국제 시스템(International 10-20 System)을 기준으로 사용하였다. Jasper가 1958년에 기술한 시스템이기 때문에 Jasper의 10-20 System이라고 불리며 10-20 International 10-20 System이라고 불리기도 한다. 10-20 국제 시스템(International 10-20 System)은 반세기 동안 EEG 측정에 사용되는 전극 배치

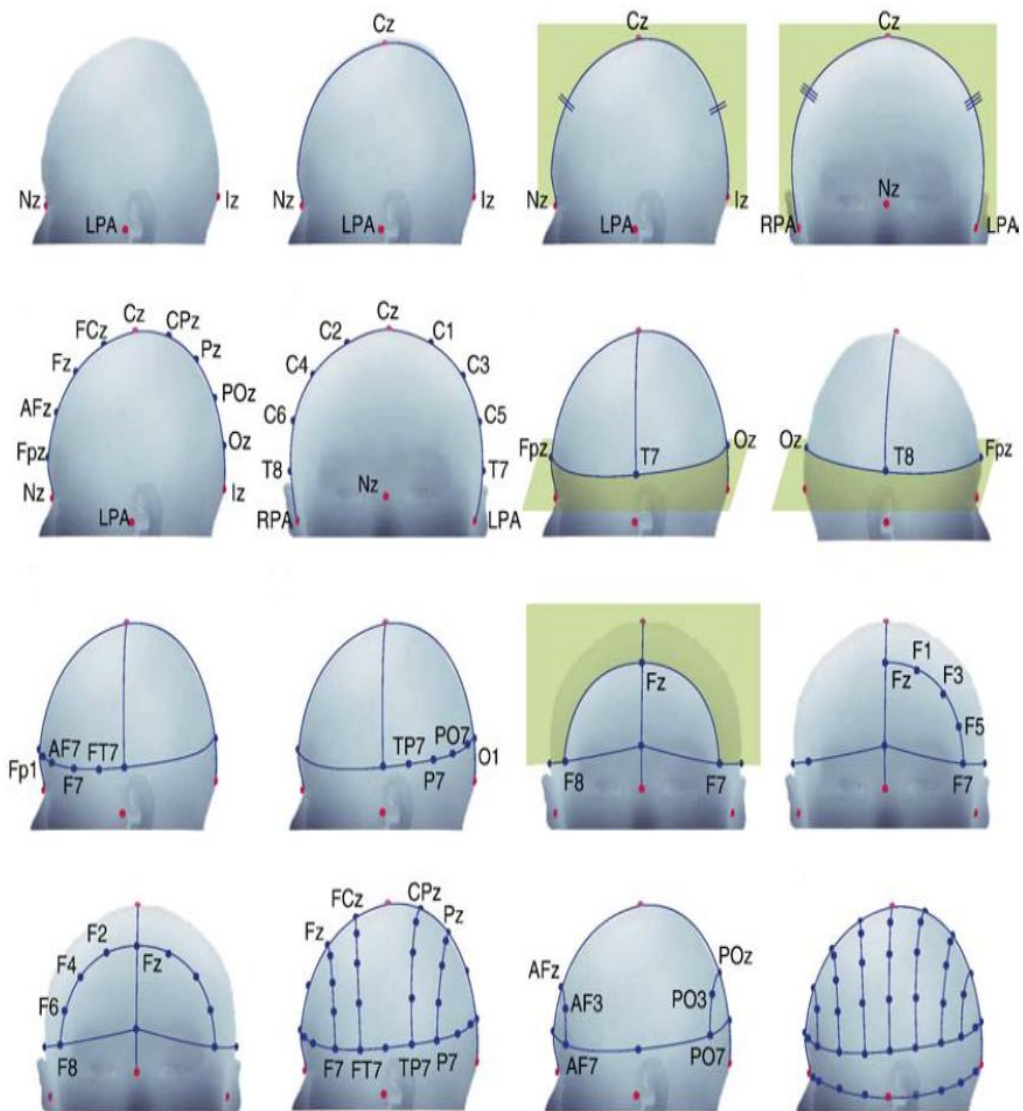
의 실질적인 표준으로 자리 잡았다.

일반적으로 EEG 전극 배치와 외부 두개골 위치 및 기초 피질 영역과의 상관관계에 사용된다. 두피의 지점으로부터 고정된 거리에 전극을 연속적으로 10% 또는 20%의 스텝으로 배치하여 머리 크기의 변화를 고려함으로써 해부학적으로 랜드마크를 식별하는 것에 기초하며 신뢰할 수 있는 정보를 제공한다(Harwig, Satrapi & Lecuona, 2003). 실제로 연구자가 EEG 측정을 진행할 때 기초가 되는 자료이자 방법으로는 <그림-3>과 같다. 10-20 국제 시스템(International 10-20 System)의 1차적인 목적은 비교적 적은 수의 전극을 균형 있고 재현 가능한 방식으로 배치하기 위한 것이었는데 <그림-4>에서 실제 측정 위치의 모습을 볼 수 있다(Jurcak, Tsuzuki & Dan, 2007). <그림-3>과 <그림-4>는 EEG 측정 장치의 10-20 국제 시스템(International 10-20 System)을 설명하기 위한 것으로 전극의 위치와 대뇌피질의 하부 영역 사이의 관계에 기초를 두고 있다. 본 연구에서는 10-20 국제 시스템(International 10-20 System) 전극 부착 방식에 10-10시스템 전극 부착 방식을 추가하였다. EEG의 조금 더 다양한 영역을 보고자 함이다. 즉 10-20 국제 시스템(International 10-20 System)의 전극 부착 방식을 기준으로 10-10 전극 부착 방식에 FT7, CPz, FCz, FT8, FPz 5개 채널을 추가하였다. 총 24개인 FP1, FPz, FP2, F7, F3, Fz, F4, F8, FT7, FCz, FT8, T3, C3, Cz, C4, T4, CPz, T5, P3, Pz, P4, T6, O1, O2 채널에, 접지 전극인 Ground는 좌측 A1 영역에 부착하고, 기준 전극인 Reference는 우측 A2 영역에 부착하였는데 전극의 위치는 좌우 꺾불이다. 이렇게 총 24개의 전극을 부착하여 연구를 진행하였다.



<그림-3> 10-20 국제 시스템(International 10-20 System)

전극 배치 순서는 Nasion, Inion, 양측 preauricular point 4점을 기준으로 하고 Nasion에서 vertex 지나 Inion까지 지나갈 때 vertex를 Cz라 한다. Cz를 중심으로 좌우 preauricular point를 연결하는 선을 상하, 좌우 대칭으로 각 10%와 20%로 분할해서 분산 배치되도록 전극을 잡는데, 이때 전극의 위치가 정해진다. <그림-2>의 표기된 명칭은 각각 이마부(Frontal), 중심부(Cental), 마루부(Parietal), 관자부(Temporal), 뒤통수부(Occipital)를 의미하고, Fp는 이마극(Frontopolar)을 의미한다. 숫자는 좌반구는 홀수, 우반구는 짝수, 중앙선은 Z(Zero)를 의미하는데 숫자가 작을수록 가운데 선에 가깝다. A1과 A2는 preauricular point고, Fp1, Fp2를 포함하는 부분은 기억력, 성격, 생각, 성격, 정서 등을 조절하는 전두엽에 해당된다. T3, T4는 청력과 언어를 담당하는 측두엽이고, P3, P4는 감각과 운동에 관여하는 두정엽 부분이다. O1, O2는 시력과 관련된 후두엽 부분이다.



<그림-4> 10-20 국제 시스템(International 10-20 System) 전극 위치 (Jurcak, Tsuzuki & Dan, 2007).

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구 피험자는 일반 성인 여성 15명을 대상으로 선정하였다. 연구에 참여한 피험자 15명 모두 20대였고, 모두 오른손잡이였다. 이들은 신경학 또는 정신질환 병력이나 인지장애가 없는 건강한 사람들이다. 연구자는 피험자에게 연구의 목적을 정확하게 전달하였고, 피험자들은 연구의 취지에 동의하고 참여를 희망하는 사람들이었으며, 연구를 충분히 이해하고 연구 참여 동의서와 설문지를 직접 작성하였다. 피험자들은 측정 최소 1시간 전 EEG에 영향을 줄 수 있는 음식이나 음료를 섭취하지 않았으며 졸음이 오는 대상자는 연구에서 제외하였다. 피험자들의 기본 정보는 <표-3>과 같다.

<표-3> 피험자 정보

피험자	성별	나이	학력	우세손
1	여	24	대학원 졸업	R
2	여	28	대학원 졸업	R
3	여	28	대학원 졸업	R
4	여	25	대학교 졸업	R
5	여	29	대학교 졸업	R
6	여	23	대학교 졸업	R
7	여	27	대학교 졸업	R
8	여	26	대학원 졸업	R
9	여	22	고등학교 졸업	R
10	여	26	대학교 졸업	R

11	여	25	전문대 졸업	R
12	여	28	전문대 졸업	R
13	여	24	대학원 졸업	R
14	여	29	대학교 졸업	R
15	여	28	고등학교 졸업	R

1) 피험자 일반적 특성

연구 대상자의 일반적 특성을 알아보았다. 분석 결과는 <표-4>와 같다.

<표-4> 피험자 일반적 특성

항목	구분	빈도	백분율
나이	22	1	6.7
	23	1	6.7
	24	2	13.3
	25	2	13.3
	26	2	13.3
	27	2	13.3
	28	3	20.0
	29	2	13.3
	전공	음악전공	6
음악전공이 아님		9	60.0
없다		7	46.7
레슨 혹은 활동경력	1년 미만	0	0.0
	1년-3년	2	13.3
	3년-5년	0	0.0
	5년 이상	6	40.0

교육정도	중졸	0	0.0
	고졸	1	6.7
	전문대졸	2	13.3
	대졸	9	60.0
	대학원 이상	3	20.0
계		15	100.0

연구 대상자의 일반적 특성을 연구한 결과, 연령은 22세 1명(6.7%), 23세 1명(6.7%), 24세 2명(13.3%), 25세 2명(13.3%), 26세 2명(13.3%), 27세 2명(13.3%), 28세 3명(20%), 29세 2명(13.3%)로 모두 20대로 구성되었다. 전공에 관하여 음악 전공인 피험자가 6명(40%), 음악 전공이 아닌 피험자는 9명(60%)이었다. 음악 레슨 혹은 음악에 관련된 활동 경력은 없다 7명(46.7%), 1년 미만 0명, 1년-3년 2명(13.3%), 3년-5년 0명, 5년 이상 6명(40%)으로 나타났다. 최종학력은 중졸 0명, 고졸 1명(6.7%), 전문대 졸업 2명(13.3%), 대학교 졸업 9명(60%), 대학원 이상 3명(20%)으로, 대학교 졸업 학력을 가진 사람들이 가장 높은 비율을 차지하였다.

2. 음악 자극

본 연구에서 사용된 음악 자극은 피험자들의 자기보고식 음악 선호도 설문지를 근거로 선정하였다. 설문지에서 좋아하는 곡 5곡, 싫어하는 곡 5곡의 서답형 문제에서, 그중 가장 좋아하는 곡 1곡과 가장 싫어하는 곡 1곡을 1번에 적을 수 있도록 형식화하였다. 15명의 가장 좋아하는 곡 1번을 1곡씩 취합하여 선호하는 곡 15곡, 가장 싫어하는 곡 1번을 1곡씩 취합하여 비선호곡 15곡, 총 30곡을 취합하였다. 이렇게 취합된 30곡은 15명의 피험자에게

1곡당 120초의 음악 자극으로 제공되었다. 음악 자극 청취 목록은 <표-5>와 같다.

<표-5> 음악 자극 30곡 청취 목록

순서	제목	가수
1	그립고 그리운	박효신
2	Chocolate Legs	Eric Benet
3	위로	TAKUWA
4	노력	박원
5	That's okay	D.O.
6	what2do	Dean
7	Rock Is Dead Lyrics	Marilyn Manson
8	Really Bad Boy	Red Velvet
9	만날까	치즈스틱
10	三天三夜	牛奶咖啡
11	Don't Look Back in Anger	Oasis
12	여름밤에 우린	스탠딩 에그
13	Hardwired	Metallica
14	니 소식	송하예
15	야생화	박효신
16	Zimzalabim	Red Velvet
17	明天你好	牛奶咖啡
18	탈랄라	박명수
19	서로는 서로가	We Are The Night

20	환상속의 그대	서태지와 아이들
21	Aqua Man	Beenzino
22	남남남	이진아
23	정말로 사랑한다면	장범준
24	사랑이란 멜로는 없어	전상근
25	往后余生	馬良
26	내가 너의 곁에 잠시 살았다는 걸	토이
27	미안해 나의 공주님	Fatdo
28	커피 한 잔 할래요	폴킴
29	흔들리는 꽃들 속에서 네 샴푸향이 느껴진거야	장범준
30	告白气球	周杰倫

3. 측정 도구

1) 음악의 선호도 설문지

본 연구에서는 EEG 측정을 하기 전에 피험자들의 음악 선호도를 알아보기 위해 설문지를 사용하였다. 설문지는 1과 2로 구성되었으며 설문지 1은 개인의 특성과 음악의 선호도로 이루어졌다. 설문지 2는 청취한 음악에 대한 피험자 개인의 선호도와 친숙도를 0점에서 10점까지로, 시각 아날로그 척도(visual analog scale)로 측정하였다.

2) 에딘버러 손잡이 검사(Edinburgh Handedness Inventory)

사람에게 양측으로 존재하는 손과 발, 눈 등의 신체기관에서는 일반적으로 양측 중에 우세한 편측이 존재하고, 이중 팔의 우세성은 주로 뇌 반구의 우세성과 같은 신경생리학적 비대칭성에 기인하게 된다(David, Megan & Foundas, 2001). 에딘버러 손잡이 검사는 세분화된 질문을 통해 개인이 어떤 손잡이인지를 가늠하는 방법으로, 특히 우세손에 따른 뇌의 편측성을 판단하는 근거로 가장 널리 사용되고 있다. 과학적인 실험을 위해 단순히 왼손잡이인지 오른손잡이인지 구두로 질문하는 것만으로는 어느 손잡이인지 정확하게 판단할 수 없다. 평소 양손 사용빈도에 있어서 변수가 많기 때문이다(Oldfield, 1971). 따라서 이 연구에서는 어느 손잡이인지 가늠할 수 있는 신뢰도 높은 에딘버러 손잡이 검사 방법을 사용하여 이들의 손잡이 방식(왼손-오른손-양손잡이)을 검사하였다. 검사지는 <부록-2> 에딘버러 손잡이 검사(Edinburgh Handedness Inventory)와 같다.

3) EEG 측정

뇌를 연구하는 여러 가지 다양한 신경과학적인 방법들이 존재하는데, 기능자기공명영상(functional magnetic resonance imaging: fMRI), 양전자방출단층촬영(Positron Emission Tomography: PET), 피질뇌전도(electrocography: ECoG), 뇌자도(Magnetoencephalography: MEG), 핵자기 공명 분광법(nuclear magnetic resonance spectroscopy: NRSspectroscopy), 단일광자전산화단층촬영(single photon emission computed tomography: SPECT), 근거리외식 분광분석법(near-infrared spectroscopy: NIRS), 사건 기반 광신호(event-related optical signal: EROS) 등이 그것들이다. 다양한 방법 중에서 EEG는 다른 측

정 방법보다 많은 장점과 특징들을 가지고 있다. 비침습적이며 매우 높은 시간 해상도를 제공하고, 소음이 없어 청각 자극 관련 연구에 유용하고, 피험자의 반응 없이도 측정값을 얻을 수 있다는 점 등이다(김도원 등, 2017). 인간의 사고 및 행동이 대뇌 기능에 의해 조절되고, 대뇌의 기능은 많은 뇌신경들의 활동에 달려 있고, 이러한 뇌신경들의 활동은 뇌파의 형태로 나타난다고 볼 때 뇌파는 대뇌피질에 분포하는 신경세포의 활동을 객관적으로 나타내는 유용한 도구라고 할 수 있다(권형규, 조장식, 2007). EEG 측정 기계는 2채널, 4채널, 8채널, 19채널, 21채널, 24채널, 32채널 등 종류가 여러 가지다. 본 연구에서는 공간적 해상도를 보다 세분화하되, 선호도에 관련된 연구를 위해서는 32채널 이상은 유용하다고 판단되지 않기에 24채널 EEG 측정기 (BIOS-S40)를 사용하였다. <그림-5>는 본 연구에서 사용한 EEG 측정도구와 측정 상황이다.



<그림-4> 본 연구에서 사용한 EEG 측정도구와 측정 상황

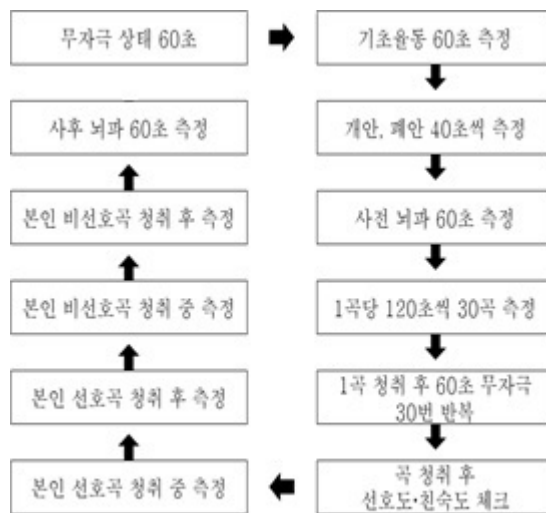
4. EEG 측정 순서와 연구설계 및 연구절차

1) EEG 측정 순서

EEG를 측정하기에 앞서 피험자들이 편안한 상태로 시작할 수 있도록 집중

대상이 없는 무자극 상태 60초 제공하였다. <그림-6>과 같은 순서에 따른 과정을 1세트로 구성하여 순차적으로 EEG 측정을 수행하였다.

피험자에게 측정하는 동안 응시할 시선의 위치를 지정해서 안내하고 먼저 기초활동을 60초 측정하였다. 일반 EEG의 영상화 표준 조건인 개안 40초, 폐안 40초를 측정하였다. 눈을 뜨고 연구자가 지정한 위치를 응시하며 사전 EEG를 60초 측정하였다. EEG의 연속성을 위해서 사전 EEG를 2번 측정하였다. 15명 피험자의 선호하는 곡과 선호하지 않는 곡 각 1곡씩 총 30곡을 취합해서 1곡당 120초씩 무선배치하여 곡을 청취하였다. 청취 곡 사이에 60초 정도의 무자극 상태를 유지했는데, 이는 base-line을 이전 곡 자극의 전 상태를 돌아가게 하기 위함이다. 이때 각 곡 청취 후 피험자는 설문지에 선호도와 친숙도를 체크하였다. 피험자마다 선호하는 곡 1곡과 선호하지 않는 곡 1곡의 각각 청취 중과 청취 후를 측정하였다. EEG의 연속성 측정을 위해서 30곡을 2번 청취하였다. 60초의 휴식을 하고 60초 동안 눈을 뜨고 연구자가 지정한 위치를 응시하며 사후 EEG를 측정하였다. EEG의 연속성을 위해 사후 EEG를 2번 측정하였다.



<그림-6> EEG 측정 연구 과정

2) 연구 설계

본 연구는 선호곡과 비선호곡에 대한 뇌 반응에 관한 비교와, 동일한 곡에 대한 선호도와 뇌 반응의 상관관계를 알아보기 위해 피험자들이 직접 작성한 자기보고식 설문지를 근거로 음악을 제공하여 EEG를 측정하였다. EEG를 측정할 때 심전도 자극도 함께 측정하였다. 음악적 자극으로 제공된 곡의 EEG를 측정할 때 1곡당 120초가 제공되었다.

3) 연구 절차

본 연구에 앞서 실험에 동의한 피험자들을 대상으로 사전 조사인 자기보고식 설문지 작성을 실시하였다. 설문지는 설문지1과 설문지2로 분류했고 연구가 시작되기 전에 연구자가 직접 나누어주면 피험자가 작성하는 방식으로 진행되었다. 피험자가 직접 기재한 설문지를 토대로 EEG 측정 순서에 맞춰서 EEG를 TeleScan 프로그램을 이용해서 측정하였다. 이때 15명 피험자의 음악 선호도 설문지에서 선호하는 곡과 선호하지 않는 곡의 목록을 취합하였다. 1인당 선호하는 곡 1곡 선호하지 않는 곡 1곡 각 2곡씩 취합하여 15명의 30곡을 청취할 때마다 각 곡에 대한 선호도와 친숙도를 시각 아날로그 척도(visual analog scale)로 측정하였다. 청취 곡의 순서는 무선 배치로 진행되었고 소리 크기는 모든 피험자에게 동일하게 제공되었다. 이는 순서 효과와 음악적 요인에 영향을 덜 받게 하기 위함이다. 연구는 인천 소재의 병원에서 진행되었다. 측정된 EEG는 신호 기록 소프트웨어를 사용하여 PC에 기록되었다. 본 연구는 성신여자대학교 기관생명윤리위원회의 IRB 승인을 받았다. (승인번호: SSWUIRB 2019-024)

5. 데이터 처리

본 연구에서 측정된 모든 EEG의 데이터 값은 TeleScan 프로그램을 이용해서 측정하였고, SPSS 25 통계 프로그램으로 분석하였다. 1곡당 120초씩 30곡의 EEG를 정확한 분석을 위해 앞·뒤 5초씩 자르고 나머지 110초만 분석에 사용하였다. 이때 알파파(α), 델타파(δ), 세타파(θ), 베타파(β), 감마파(γ)로 크게 5가지의 EEG로 분류하였다. 그중 알파파(α)와 베타파(β)를 세분화하고 알파파(α)를 3가지로 나눠 Slow alpha wave, Middle alpha wave, Fast alpha wave로 분류하고 베타파(β)는 2가지로 나눠 Low beta wave, High beta wave로 분류하였다. 세분화 대역의 5가지 대역을 추가하여 10개 대역의 EEG를 24채널로 분석하였다. 결과는 실험에 참여한 모든 피험자의 연구가 끝나고 분석할 때 주변의 소음과 눈 깜빡임을 제거하기 위한 안구 전위도 (Electrooculogram :EOG)와 갑자기 EEG의 변화를 보이는 잡파(Noise) 부분을 모두 제거한 후 판독하였다.

IV. 연구 결과

연구결과는 크게 선호곡과 비선호곡에 대한 뇌 반응에 관한 비교(대응표본 t-검정)와, 동일한 곡에 대한 선호도와 뇌 반응의 상관관계로 구성된다. 관심 영역(Regions of Interest, ROI)은 음악 선호도 혹은 감정과 연관된 EEG연구에 근거하여 전두, 측두, 두정엽 영역을 포함하고, 후두엽은 포함시키지 않았다. 종속변인으로는, 델타파(δ), 세타파(θ), 알파파(α), 베타파(β), 감마파(γ)의 상대적 파워 값과 교감, 부교감, 심박수를 사용하였다.

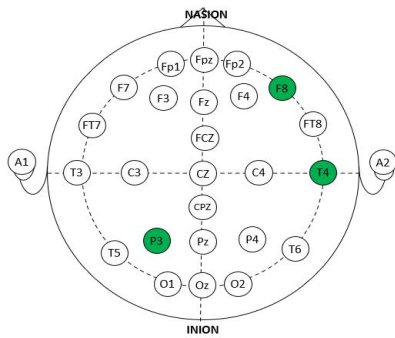
1. 선호곡과 비선호곡의 반응 비교

15명의 피험자들이 각각 선호곡과 비선호곡으로 보고한 곡에 대한 반응을 비교함에 있어서, 청취 중의 반응과 청취 후의 반응을 나누어 비교하였다. 왜냐하면 피험자마다 청취한 곡이 다르기 때문에 각 곡의 음악 혹은 음향적 특성인 템포, 장르, 음색, 음량 등이 반영된 결과일 수 있기 때문이다. 따라서 청취 중뿐 아니라, 청취 후의 반응을 관찰함으로써 즉각적인 음향적 특성이 제거된 뇌 반응을 비교하였다. 차이가 나타난 부분은 F8, T4, P3로 <그림-7>과 같다. 각 영역별(델타, 세타, 베타, 알파) 뇌파 차이의 결과는 다음 <표-6>-<표-9>와 <그림-8>-<그림-11>과 같다.

1) 청취 중 반응 비교

각 피험자별로 선호곡과 비선호곡을 청취하는 동안 통계적으로 유의미한 차

이($P < .05$)를 보인 채널과 주파수는 P3의 델타파, T4의 세타파, 베타파(전체, L, H), 알파파(S, F), F8의 베타파(M)이었고 자세한 통계수치는 <표-6>에 표기하였다. 선호곡과 비선호곡 간의 유의미한 차이를 보인 채널은 <그림-6>에 표시한 T4, F8, P3이며, 주로 T4 채널에서 여러 주파수 영역의 유의미한 결과가 발견되었다. 또한 <표-6>에서 나타난 바와 같이 통계적으로 유의미한 차이를 보인 채널은 P3를 제외하고는 모두 우반구였다. 주파수 영역별로는 베타파(β)에서 가장 유의미한 차이가 발견되었다.



<그림-7> 선호곡과 비선호곡을 청취할 때 유의미한 차이를 보인 채널

<표 - 6> 청취 중 델타파의 차이

			평균	표준편차	표준오차	<i>t</i>	<i>p</i>
델타파(δ)	P3	선호	.004	.002	.001	2.599	.021
		비선호	.003	.003	.001		

* $p < .05$

<표 - 7> 청취 중 세타파의 차이

			평균	표준편차	표준오차	<i>t</i>	<i>p</i>
세타파(θ)	T4	선호	.004	.003	.001	2.666	.018
		비선호	.002	.002	.000		

* $p < .05$

<표 - 8> 청취 중 베타파의 차이

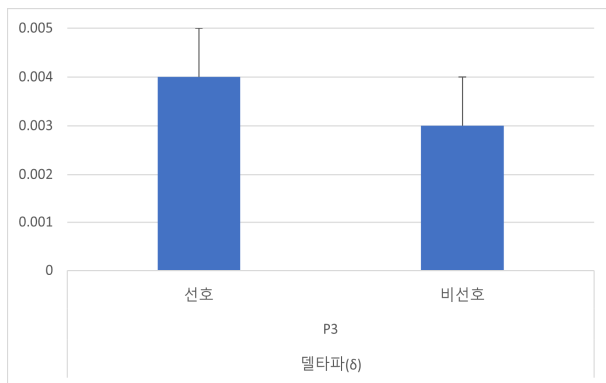
		평균	표준편차	표준오차	<i>t</i>	<i>p</i>
베타파(β)	T4 선호	.266	.041	.011	2.673	.018
	비선호	.235	.038	.010		
	T4(L) 선호	.013	.007	.002	2.710	.017
	비선호	.009	.005	.001		
	F8(M) 선호	.035	.008	.002	-2.593	.021
	비선호	.042	.012	.003		
	T4(H) 선호	.211	.029	.008	2.589	.021
	비선호	.191	.028	.007		

* $p < .05$

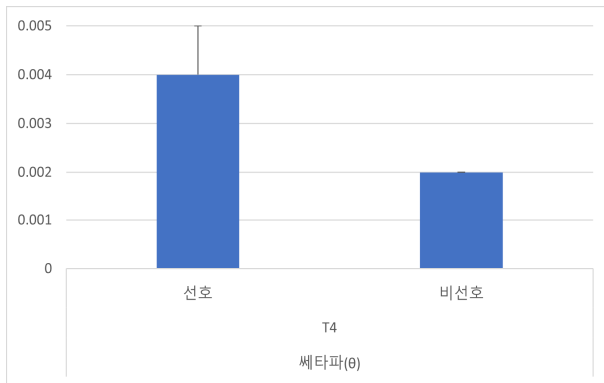
<표 - 9> 청취 중 알파파의 차이

		평균	표준편차	표준오차	<i>t</i>	<i>p</i>
알파파(α)	T4 선호	.017	.019	.005	1.927	.074
	비선호	.008	.005	.001		
	T4(F) 선호	.004	.003	.001	2.655	.019
	비선호	.002	.0051	.000		

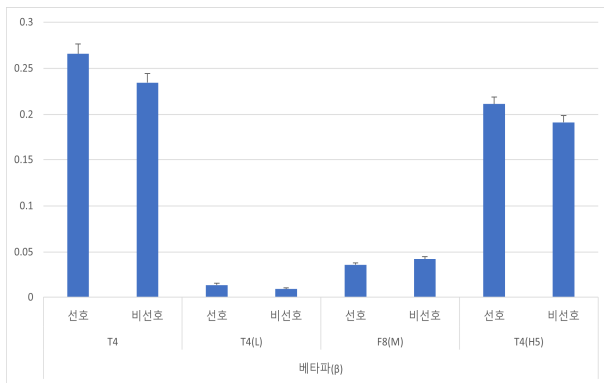
* $p < .05$



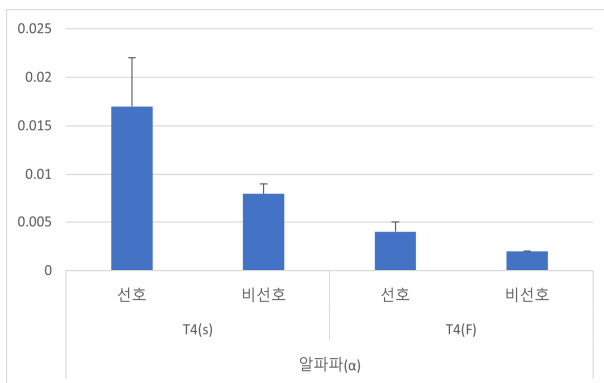
<그림-8> 청취 중 델타파의 차이



<그림-9> 청취 중 세타파의 차이

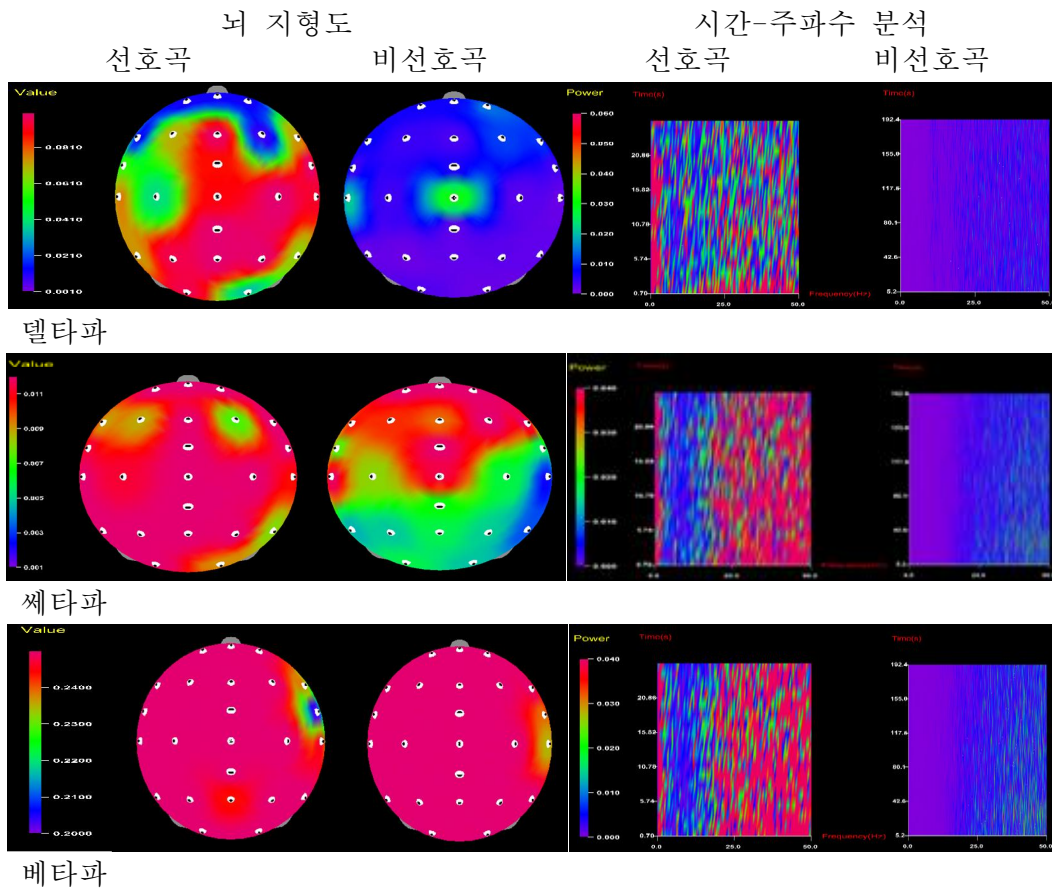


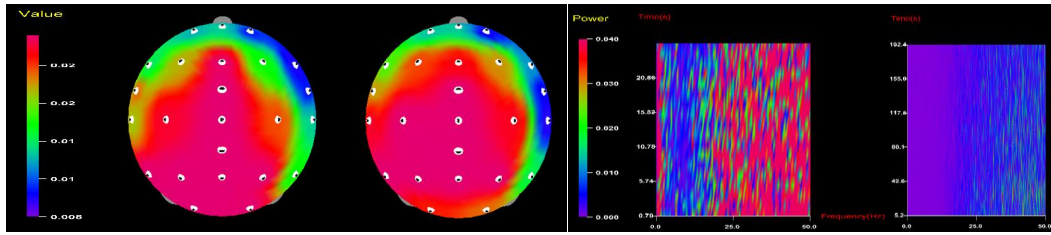
<그림-10> 청취 중 베타파의 차이



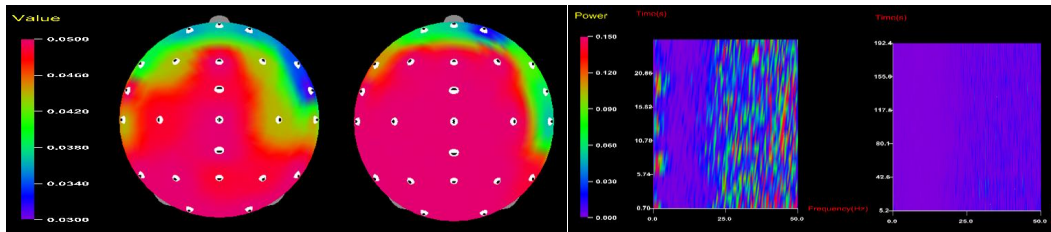
<그림-11> 청취 중 알파파의 차이

선호곡과 비선호곡을 청취할 때의 주파수 세기에 대한 뇌의 전반적 분포와 시간에 따른 변화를 뇌 지형도(topography)와 시간-주파수(time-frequency) 분석으로 비교해보면 <그림-12>와 같다. 뇌 지형도는 각 주파수 대역별로 나뉘어 있는데, 해당 주파수가 뇌 전반의 채널에서 어떠한 세기(색으로 표시, 빨간색일수록 세다)로 분포되어 있는지를 보여준다. 시간-주파수 분석 그래프에서 색은 세기를 나타내고, x축은 빈도, y축은 시간을 나타낸다. <그림-12>는 선호곡과 비선호곡 청취 중일 때 차이를 비교하여 나타냈는데, 앞서 통계적으로 유의미한 차이를 보였던 주파수와 채널을 뇌 지형도와 시간-주파수 분석을 통해서도 확인 가능하다.

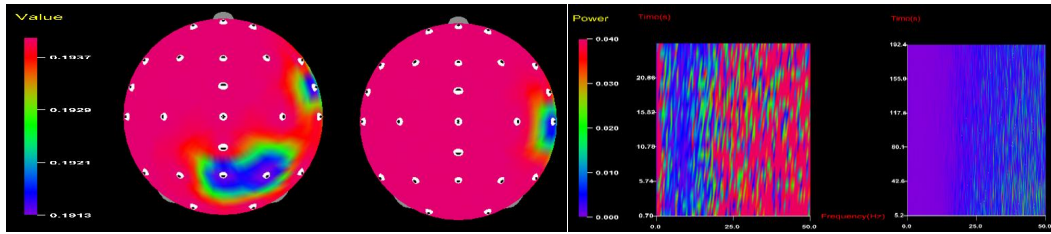




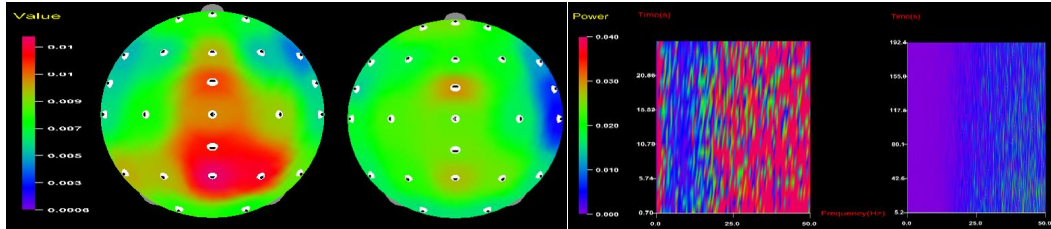
Low 베타파



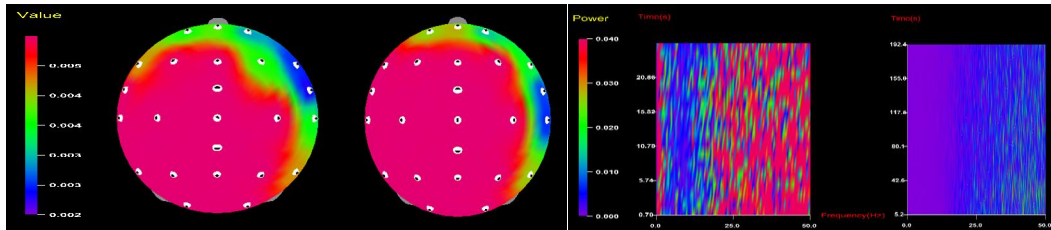
Middle 베타파



High 베타파



Slow 알파파

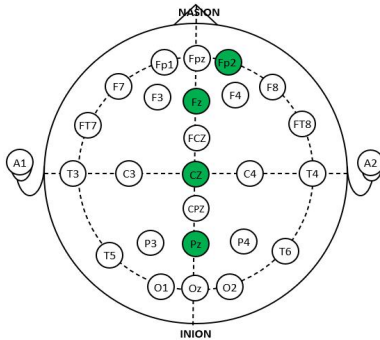


Fast 알파파

<그림-12> 청취 중의 뇌 지형도와 시간-주파수 분석

2) 청취 후 반응 비교

청취 중의 결과와 비교해 보면, 유사한 점은 베타파에서 가장 유의미한 차이가 많이 나타났다는 것이다. 하지만 채널의 위치는 주로 가운데 부분들로 이는 양반구 모두에서 차이가 낮음을 보여준다고 할 수 있는데, 나타난 뇌 영역은 <그림-13>과 같다. 또한 청취 중일 경우에는 주로 우측 측두엽에서 차이가 난 반면 전두엽에서도 많은 차이가 나타났다는 것이다. 또한 청취 중에는 여러 주파수 대역(델타, 세타, 베타, 알파)에서 골고루 차이가 있었던 반면, 청취 후에는 주로 베타파에서 차이가 나타났다. 베타파의 자세한 통계수치와 그래프는 <표-10>과 <그림-14>와 같다.

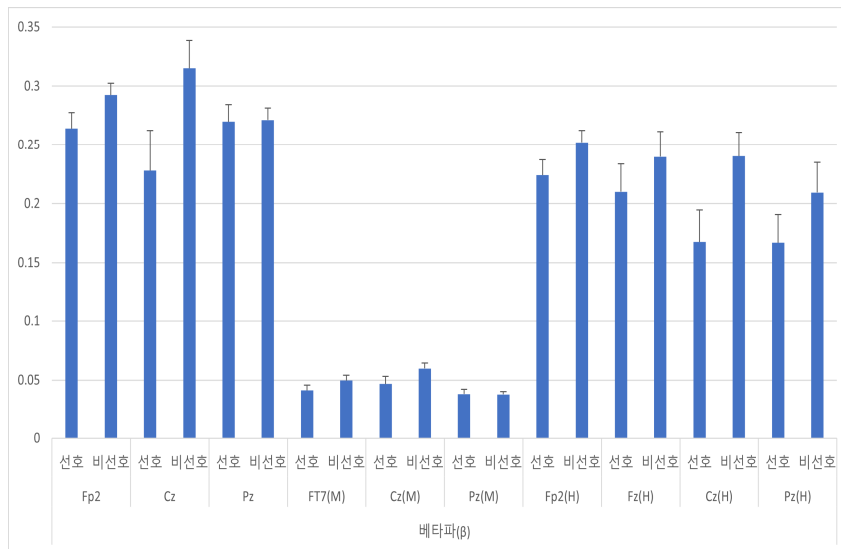


<그림-13> 선호곡과 비선호곡을 청취한 후 뇌 영역

<표-10> 청취 후 각 영역별 EEG의 차이

		평균	표준편차	표준오차	<i>t</i>	<i>p</i>	
베타파(β)	Fp2	선호	.264	.052	.013	-0.132	.896
		비선호	.293	.039	.010		
	Cz	선호	.228	.133	.034	-2.772	.015*
		비선호	.315	.091	.024		
	Pz	선호	.270	.056	.014	-3.074	.008**
		비선호	.271	.038	.010		
	FT7(M)	선호	.041	.017	.004	-2.186	.046*
		비선호	.050	.017	.004		
	Cz(M)	선호	.047	.025	.006	-2.442	.028*
		비선호	.060	.017	.004		
	Pz(M)	선호	.038	.015	.004	-1.964	.070
		비선호	.038	.010	.003		
	Fp2(H)	선호	.224	.051	.013	-3.331	.005**
		비선호	.252	.040	.010		
	Fz(H)	선호	.210	.091	.024	-2.176	.047*
		비선호	.240	.084	.022		
	Cz(H)	선호	.167	.106	.027	-2.796	.014*
		비선호	.240	.080	.021		
	Pz(H)	선호	.167	.093	.024	-3.361	.005**
		비선호	.209	.099	.026		

* $p < .05$, ** $p < 0.1$

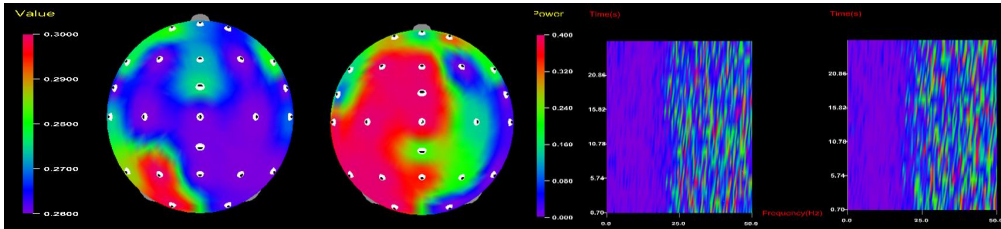


<그림-14> 청취 후 각 영역별 EEG의 차이

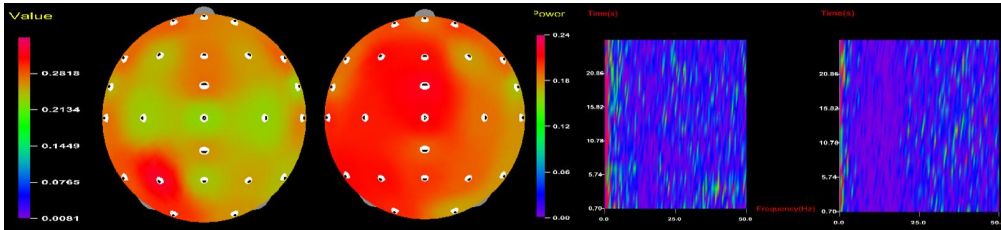
선호곡과 비선호곡을 청취한 후의 주파수 세기에 대한 뇌의 전반적 분포와 시간에 따른 변화를 뇌 지형도(topography)와 시간-주파수(time-frequency) 분석으로 비교해보면 <그림-15>와 같다. 뇌 지형도는 각 주파수 대역별로 나뉘어 있는데, 해당 주파수가 뇌 전반의 채널에서 어떠한 세기(색으로 표시, 빨간색일수록 세다)로 분포되어 있는지를 보여준다. 시간-주파수 분석 그래프에서 색은 세기를 나타내고, x축은 빈도, y축은 시간을 나타낸다. 시간에 따른 각 주파수의 세기의 변화를 한 눈에 확인할 수 있다. <그림-15>는 선호곡과 비선호곡 청취 후의 차이를 비교하여 나타냈는데, 앞서 통계적으로 유의미한 차이를 보였던 주파수와 채널을 뇌 지형도와 시간-주파수 분석을 통해서도 확인 가능하다.

뇌 지형도
 신호곡 비신호곡

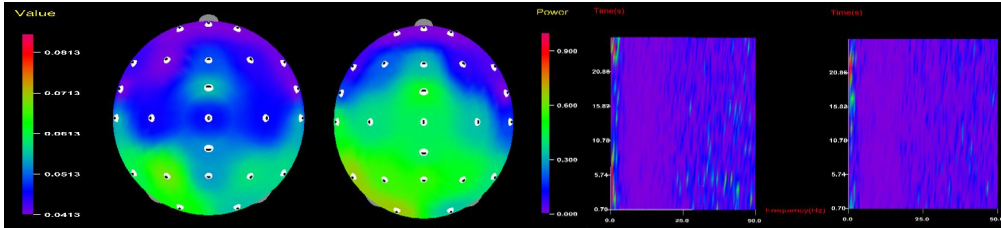
시간-주파수 분석
 신호곡 비신호곡



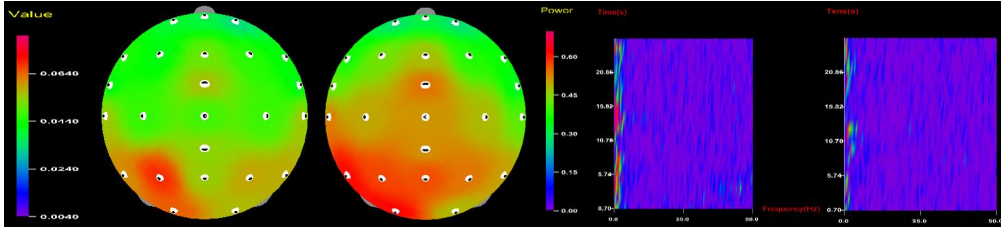
베타파



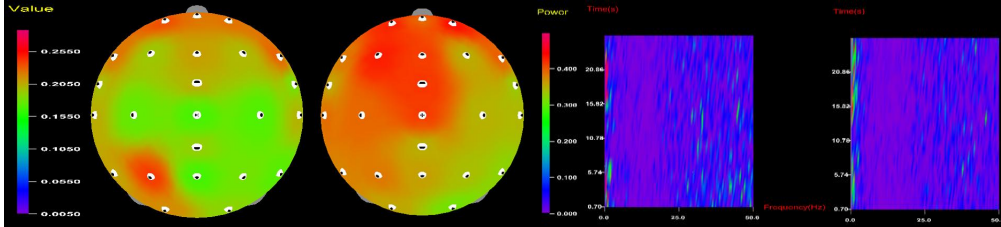
베타파



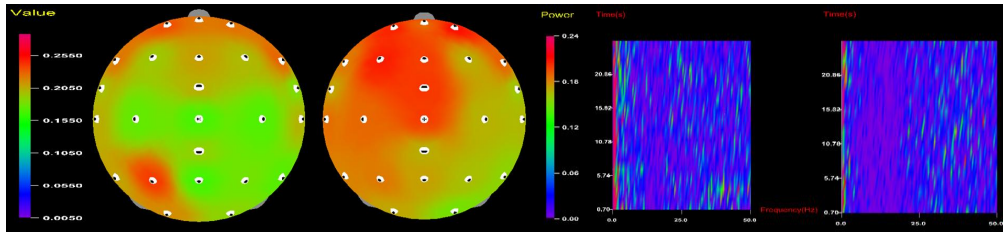
Middle 베타파



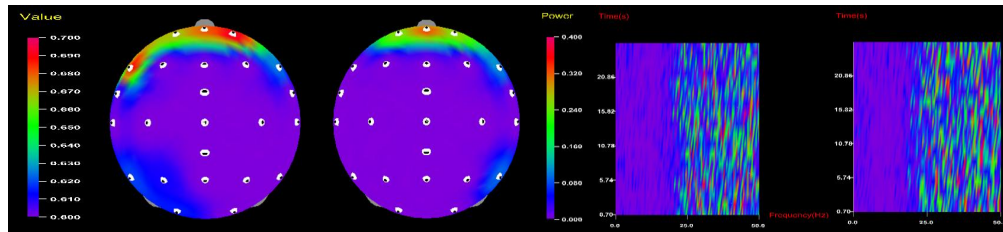
Middle 베타파



High 베타파



High 베타파



감마파

<그림-15> 청취 후 뇌 지형도와 시간-주파수 분석

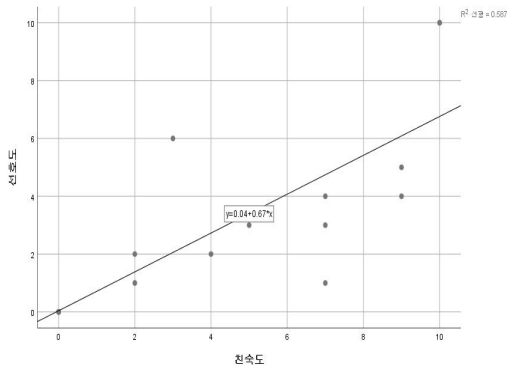
2. 선호도에 따른 뇌 반응의 상관성

앞선 결과에서는 각 피험자들이 자신이 선호하는 곡과 비선호하는 곡에 대한 반응을 비교하였다면, 이번에는 30곡에 대해 피험자들이 VAS로 0-10까지 선호도를 평가한 점수를 사용하여 뇌 반응과의 Spearman 상관분석을 시행하였다. 앞선 분석에서는 피험자마다 다른 곡을 청취하였기 때문에 선호도 외의 곡의 특성에 대한 차이가 반영되었을 수도 있기에 이번 분석에서는 같은 곡에 대한 선호도 및 뇌 반응을 분석하였다. 또한 친숙도가 선호도에 미치는 영향이 클 수 있으므로, 친숙도에 대한 VAS 평가도 이루어졌고, 선호도 및 뇌 반응과의 상관분석도 추가적으로 실시하였다.

이를 위해 먼저 곡을 선택하여야 했다. 왜냐하면 곡들 중에 선호도나 친숙도가 편향된 곡들이 있을 수 있기 때문에 정규분포 검정을 통해 선호도와 친숙도의 분포가 정규성을 이루는 곡을 선택하였다. Kolmogorov-Smirnova 검정을 통해 선호도에 있어서 정규분포를 이룬 곡은 2, 4, 5, 6, 10, 13, 14,

16, 17, 20, 22, 23, 24, 26, 28번 곡이었고, 친숙도에 있어서 정규분포를 이룬 곡은 9, 24번 곡이었다. 이에 선호도와 친숙도 모두에서 정규분포를 보인 24번 곡을 선정하여 분석을 진행하였다.

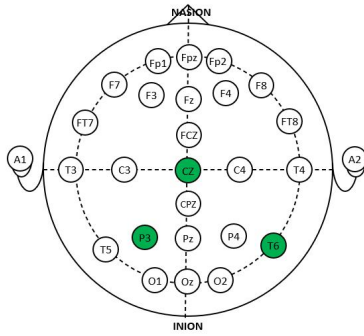
먼저 24번 곡에서의 선호도와 친숙도의 상관성을 확인하기 위해 Pearson 상관분석을 시행하였다. 분석 결과 친숙도가 높을수록 선호도가 유의미하게 상승하였다($r = .77, p = .001$). 친숙도와 선호도에 관한 산점도는 <그림-16>과 같다.



<그림-16> 선호도와 친숙도의 상관관계

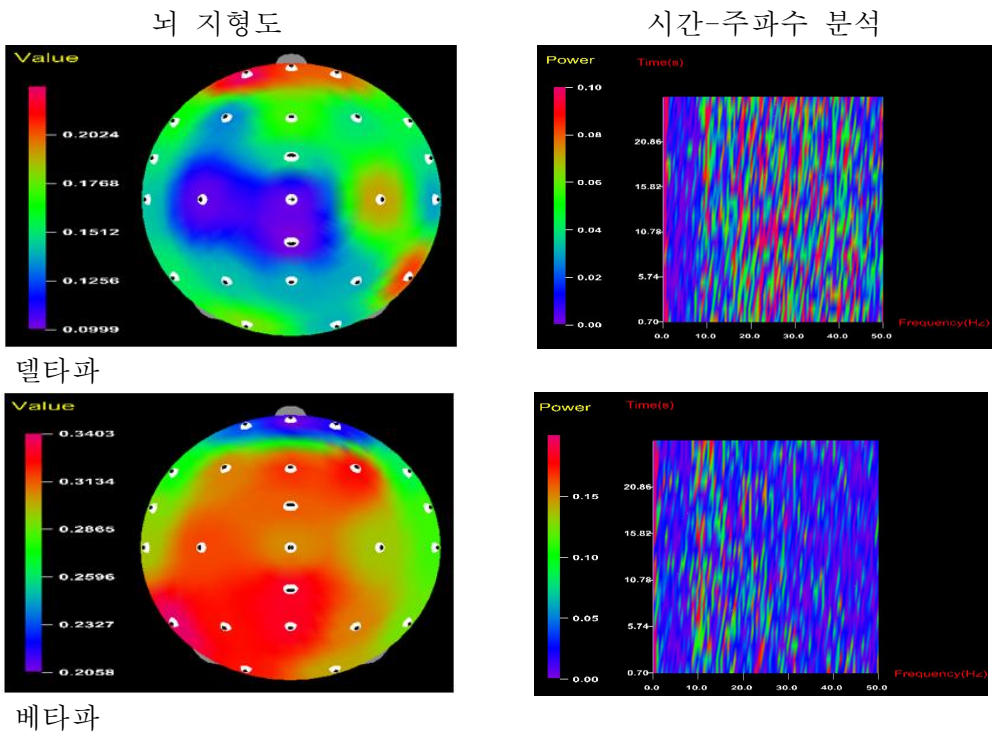
1) 선호도에 따른 뇌 반응의 상관관계

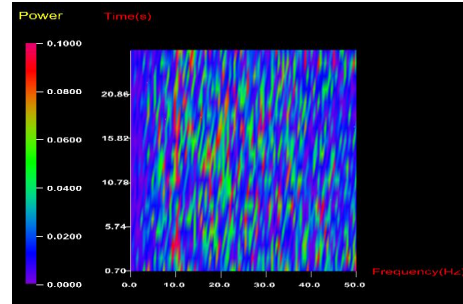
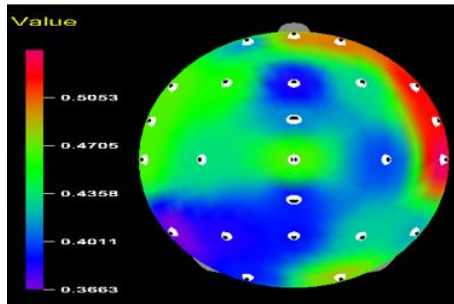
15명의 피험자들의 24번 곡에 대한 선호도에서 통계적으로 유의미한 차이 ($p < .01$)를 보인 주파수 영역은 델타파(δ), 베타파(β), 감마파(γ),이며 채널은 <그림-17>에 표시한 T6, P3, Cz이다. 선호도에 따른 뇌 반응의 상관관계는 양반구 모두에서 차이가 나타났음을 보여준다고 할 수 있다.



<그림-17> 신호도에 따른 뇌 반응 영역

24번 곡에 대한 신호도를 뇌 지형도와 시간 주파수 분석으로 나타낸 것은 <그림-18>과 같다.



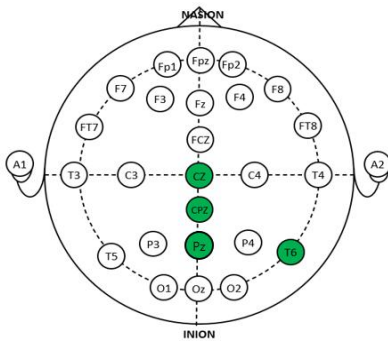


감마파

<그림-18> 신호도의 뇌 지형도와 시간-주파수 분석

2) 친숙도에 따른 뇌 반응의 상관관계

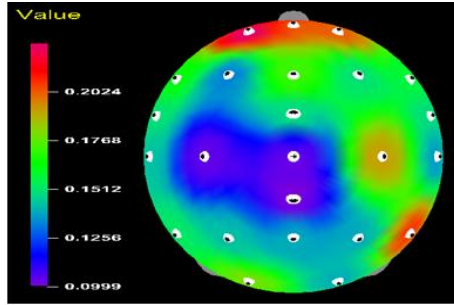
15명의 피험자들의 24번곡에 대한 친숙도에서 통계적으로 유의미한 차이 ($p < .01$)를 보인 주파수 영역은 델타파(δ), 감마파(γ),이며 채널은 <그림-19>에 표시한 T6, Cz, CPz, Pz이다. 채널의 위치가 T6를 제외하고 주로 가운데 부분들로 이는 양반구 모두에서 차이가 낮음을 보여준다고 할 수 있다.



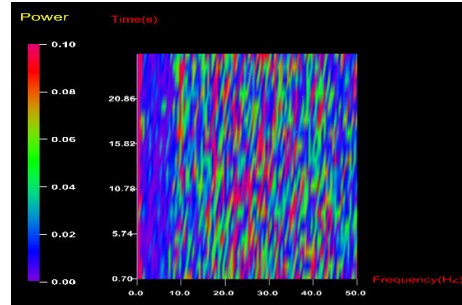
<그림-19> 친숙도에 따른 뇌 반응 영역

24번 곡에 대한 친숙도를 뇌 지형도와 시간 주파수 분석으로 나타낸 것은 <그림-20>과 같다.

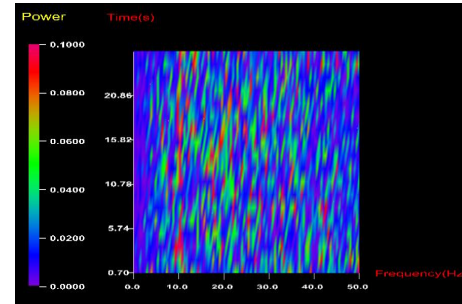
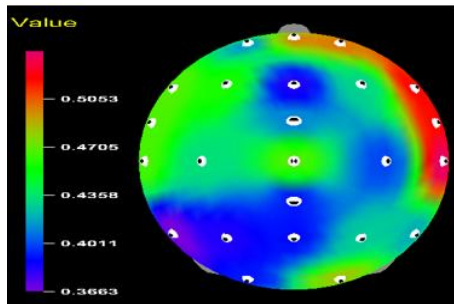
뇌 지형도



시간-주파수 분석



델타파



감마파

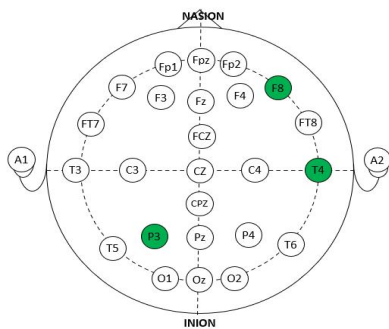
<그림-20> 친숙도의 뇌 지형도와 시간-주파수 분석

V. 결론

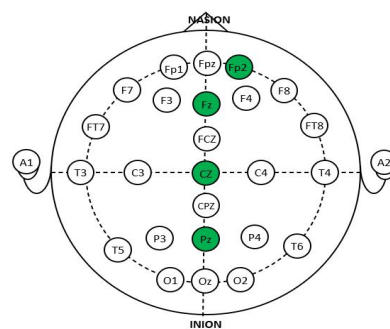
1. 결론 및 논의

본 연구는 15명의 20대 여성이 선호하는 곡과 선호하지 않는 곡을 청취할 때와 청취한 후에 나타나는 뇌 반응을 EEG 측정을 통해 비교하고 같은 곡에 대해 선호도와 상관관계를 나타내는 뇌의 영역과 주파수 대역을 알아보기 위한 목적으로 연구하였다. 분석한 결과를 토대로 본 연구의 결론은 크게 분석 2가지로 나누었다.

첫째, 분석 1은 선호하는 곡과 선호하지 않는 곡을 청취하는 동안과 청취한 후를 분석하였다. 청취 중일 때와 청취 후일 때 모두 베타파(β)에서 현저하게 차이가 나타났다. 청취 중일 때는 알파파(α), 세타파(θ), 델타파(δ)에서도 차이가 나타났지만 베타파(β)가 우세하게 나타났다. 청취 후에도 베타파(β)가 다양한 영역에서 우월하게 나타났다. 하지만 청취 중과 청취 후의 뇌 영역을 나타내는 <그림-21>과 <그림-22>를 보면 뇌 영역에서는 차이가 두드러지게 나타나는 것을 확인할 수 있다.



<그림-21> 청취 중의 뇌 영역



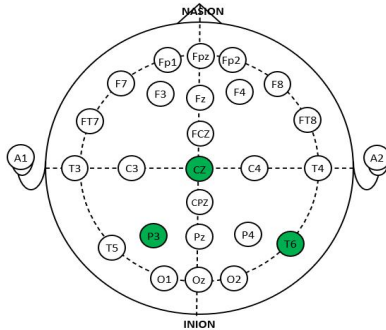
<그림-22> 청취 후의 뇌 영역

청취 중에는 P3를 제외한 양반구에서 차이를 보였고 청취 후에는 양반구 모두에서 차이가 나타났음을 확인할 수 있었다.

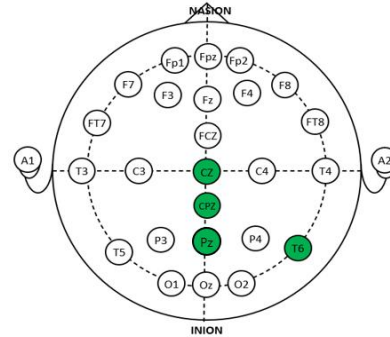
본 연구에서 선호도에 따른 청취 중과 청취 후의 반응을 비교했을 때 새로운 사실을 발견하였다. 청취 중과 청취 후의 주파수 대역에서 베타파(β)가 확연하게 차이를 나타내지만 채널의 위치는 다르다는 점이다.

둘째, 분석 2는 30곡에 대해 15명의 피험자들이 VAS로 0-10까지 선호도를 평가한 점수를 사용하여 뇌 반응과 Spearman 상관 분석을 진행하였다. 앞선 분석에서 피험자마다 다른 곡을 청취하였기 때문에 선호도 외 음의 높이 (pitch), 음색 (tone), 화음 (hamony), 멜로디 (melody), 리듬 (rhythm) 같은 곡의 특성에 대한 차이가 반영되었을 수도 있었기 때문에 같은 곡에 대한 선호도 및 뇌 반응을 분석하였다. 같은 곡의 선정 방법은 정규분포 검정을 통해서 선호도와 친숙도의 분포가 정규성을 이루는 곡을 선택했는데, 정규분포를 보인 곡은 24번 곡이었다. 24번 곡에서의 상관성은 Pearson 상관분석을 시행하였는데, 분석 결과 친숙도가 높을수록 선호도가 유의미하게 상승하였다.

선호도에 따른 뇌 반응의 상관관계를 나타내는 뇌의 영역은 Cz, P3, T6로 양반구 모두에서 차이를 보였고 주파수 대역은 델타파(δ), 베타파(β), 감마파(γ)에서 차이를 보였다. 친숙도에 따른 뇌 반응의 상관관계를 나타내는 뇌의 영역은 Cz, CPz, Pz, T6로 선호도와 마찬가지로 양반구 모두에서 차이가 나타났고 주파수 대역은 델타파(δ), 감마파(γ)였다. 차이는 <그림-23>, <그림-24>를 보면 한 눈에 확인 가능하다.



<그림-23> 선호도에 따른 뇌 반응



<그림-24> 친숙도에 따른 뇌 반응

본 연구는 그동안 음악 선호도와 관련된 여러 가지 제반 변인들에 대한 선행 연구들에서 다루지 않았던 내용, 선호곡과 비선호곡의 청취 중과 청취 후의 반응 비교를 EEG로 측정하여 분석하고, 같은 곡에 대해 선호도와 상관관계를 나타내는 뇌의 영역과 주파수 대역을 연구한 새로운 연구라는 점에서 그 가치가 있다고 볼 수 있다. 또한 본 연구의 주제를 발전시켜 점진적으로 연구한다면, 음악치료 임상 현장에서 활용되는 음악을 클라이언트 치료활동에 보다 효율적으로 제공할 수 있는 기초를 마련할 수 있을 것이며 음악치료 현장의 발전에 기여할 수 있으리라 본다.

2. 제언

본 연구의 제한점 및 제언은 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 피험자가 20대 여성의 성별로만 한정되어 진행되었기 때문에 연구 결과를 일반화하는 데 제한점이 있다. 성별도 독립적인 주체 변수로 고려될 수 있기 때문에 한계점을 보완하기 위해서는 남녀 성별이 골고

루 혼합되어 보다 다양한 영역으로 연구가 진행된다면 연구 결과의 일반화에 더 많은 도움을 줄 수 있을 것이다.

둘째, 본 연구는 선호하는 곡과 선호하지 않는 곡을 청취할 때 진행되었는데 청취하는 동안에는 음향적인 영향을 받을 수 있기 때문에 정확한 EEG의 값을 분석하는 데 한계가 있었다. Khalfa, Schon, Anton & Chauvel(2005)는 박자(tempo)는 감정 변화에 더 큰 영향은 미친다고도 하였다. 따라서 후속 연구에서는 EEG를 측정할 때 음향적인 요소와 음악 모드에 대한 선호도와 같은 부분들을 분류하여 피험자의 음악적 취향과 선호를 파악하여 진행해야 할 것이다.

셋째, 본 연구에서 사용한 장치는 EEG 전극을 피험자의 머리에 부착하는데 오랜 시간이 필요하였다. 습식 장치이기 때문에 전극을 부착할 때 부착 부위를 알코올로 소독하고 전극에 전도성 젤을 발라서 피부에 부착하였다. 부착 과정이 5분 이상 소요되었다. 이후 연구에서는 피험자와 연구자에게 조금 더 간편한 방법으로 연구될 필요가 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 강윤정. (2011). [뇌 들여다보기] 듣는 뇌, 측두엽. **브레인**, 27, 28-30.
- 강윤정. (2011). [뇌 들여다보기] 숨어 있는 대뇌피질 뇌섬엽, 대뇌변연계의 최전선 대상피질. **브레인**, 29, 48-49.
- 강윤정, & 이부영. (2013). [뇌과학 스테디] 외부 세계로부터의 정보 입력, 그리고 처리. **브레인**, 43, 54-63.
- 강윤정, & 차귀령. (2017). 기억을 만드는 해마, 기억에 정서를 입히는 편도체. **브레인**, 63, 37-39.
- 강호중. (2017). 기억력, 선천적으로 고정된 능력이 아니다. **브레인**, 66, 61-61.
- 권만우 (2006). **메시지 자극과 뇌파반응의 관계 연구: EEG 측정을 통한 실험연구**. 고려대학교 대학원 박사학위논문.
- 권오연 (2003). 음악에 의한 감성의 생리적 측정연구에 대한 소고. **음악과 민족**, 25, 185-214.
- 권은형, 이주영, 전양현, 홍정표 (2006). 근막동통 환자의 측두근에서 측정된 음악에 의한 혈액관류 변화. **대한구강내과학회지**, 31(1), 37-45.
- 권형규, & 조장식. (2007). 과학실험수업의 좌우뇌 전두부 뇌파 활성화에 대한 반복측정 분산분석연구. *Journal of The Korean Data Analysis Society*, 9(3), 1107-1118.
- 김기호. (2012). 언어 속에 감춰진 뇌의 비밀. **한국현대언어학회 학술발표논문집**, 2012, 16-21.
- 김도원, 김명선, 김성필, 박영민, 박진영, 배경열, 이승환, 이재원, 임창환, 전양환, 진승현, 채정호, 황한정. (2017). **뇌파의 이해와 응용**. 서울: 학지사.
- 김은영 (2005). 음악적 자극이 개인의 뇌파 변화에 미치는 영향. **한국음악치료학회지**, 7(1), 1-18.

- 남기준, 김동휘. (2002). 인간 언어정보처리와 관련된 대뇌 영역. **한국심리학회지: 인지 및 생물**, 14(4), 291-309.
- 박소연, 황은영 (2011). 대중들의 개인변인에 따른 음악선호도 조사연구: 음악 요인과 음악외 요인을 중심으로. **한국음악치료학회지**, 13(1), 1-15.
- 박양규. (2012). 음악치료에서 뇌파 측정 데이터의 활용. **대한음악치료학회 세미나 자료집**, 32-52.
- 백중열. (2014). 뇌 (腦) 메커니즘에 기초한 아동 심리와 그림 특징 연구. **기초조형학연구**, 15(4), 191-204.
- 서재용, 김성주, 연정흠, 전홍태. (2003). 신경회로망과 퍼지 인지 맵 (FCM) 을 이용한 대뇌피질의 정보처리 모델. **한국지능시스템학회 학술발표 논문집**, 13(1), 73-76.
- 안옥희. (2006). 뇌파와 조명학 연구. **한국조명·전기설비학회 학술대회논문집**, 409-415.
- 염지영, & 강연욱. (2006). 나이에 따른 전두엽 기능의 변화: 인지기능의 변화를 중심으로. **한국심리학회 학술대회 자료집, 2006(1)**, 590-591.
- 이지영. (2002). 뇌파에 나타나는 음악정보 처리과정: P3 Event-Related Potential 연구. (**낭만음악**), 127-154.
- 전세일. (1997). 뇌기능과 정신작용. **한국정신과학학회지**, 1(1), 117-120.
- 주일경(2009). **약물재활복지론**(pp.158). 서울:시그마프레스
- 정천기(2014). **정서처리와 뇌**. 하규섭(편), **사람뇌의 구조와 기능**(pp. 199-203). 서울:범문에듀케이션
- Aftanas, L. I., Reva, N. V., Varlamov, A. A., Pavlov, S. V., & Makhnev, V. P. (2004). Analysis of evoked EEG synchronization and desynchronization in conditions of emotional activation in humans: temporal and topographic characteristics. *Neuroscience and behavioral*

- physiology*, 34(8), 859–867.
- Alfredson, B. B., Risberg, J., Hagberg, B., & Gustafson, L. (2004). Right temporal lobe activation when listening to emotionally significant music. *Applied Neuropsychology*, 11(3), 161–166.
- Anokhin, A., & Vogel, F. (1996). EEG alpha rhythm frequency and intelligence in normal adults. *Intelligence*, 23(1), 1–14.
- Ara, A., & Marco-Pallarés, J. (2020). Fronto-temporal theta phase-synchronization underlies music-evoked pleasantness. *NeuroImage*, 212, 116665.
- Bartlett, D., Kaufman, D., & Smeltekop, R. (1993). The effects of music listening and perceived sensory experiences on the immune system as measured by interleukin-1 and cortisol. *Journal of Music Therapy*, 30(4), 194–209.
- Berger, H. (1932). über das Elektrenkephalogramm des Menschen. *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten*, 97(1), 6–26.
- Berger, H. (1929). Über das elektroenkephalogramm des menschen. *Archiv für psychiatrie und nervenkrankheiten*, 87(1), 527–570.
- Blood, A. J., & Zatorre, R. J. (2001). Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. *Proceedings of the national academy of sciences*, 98(20), 11818–11823.
- Brotons, M., Koger, S. M., & Pickett-Cooper, P. (1997). Music and dementias: A review of literature. *Journal of Music Therapy*, 34(4), 204–245.
- Buzsáki, G., & Draguhn, A. (2004). Neuronal oscillations in cortical

- networks. *science*, 304(5679), 1926–1929.
- Byun, S. W., Lee, S. M., & Lee, S. P. (2013). A Selection of Optimal EEG Channel for Emotion Analysis According to Music Listening using Stochastic Variables. *The transactions of The Korean Institute of Electrical Engineers*, 62(11), 1598–1603.
- Caldwell, G. N., & Riby, L. M. (2006). Event Related Potentials and the Musical Brain: The Effects of Music Preference and Music Training on Pre-attentive Stimulus Recognition and Memory Updating Processes. In *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society* (Vol. 28, No. 28).
- Caldwell, G. N., & Riby, L. M. (2007). The effects of music exposure and own genre preference on conscious and unconscious cognitive processes: A pilot ERP study. *Consciousness and cognition*, 16(4), 992–996.
- Choi, B. C. (1999). *Music therapy*. Seoul: Hakjisa.
- Choi, C. G. (2004). Radiological anatomy of the limbic system. *Dement Neurocogn Disord*, 3, 73–76.
- Clair, A. A., & Bernstein, B. (1990). A preliminary study of music therapy programming for severely regressed persons with Alzheimer's-type dementia. *Journal of Applied Gerontology*, 9(3), 299–311.
- Corey, D. M., Hurley, M. M., & Foundas, A. L. (2001). Right and left handedness defined: a multivariate approach using hand preference and hand performance measures. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 14(3), 144–152.
- Craig, D. (2009). Exploring music preference: Meaningfulness of music as a

- function of emotional reactions. *Nordic Journal of Music Therapy*, 18(1), 57-69.
- Davidson, R. J. (1988). EEG measures of cerebral asymmetry: Conceptual and methodological issues. *International journal of neuroscience*, 39(1-2), 71-89.
- Davis, W. B., & Thaut, M. H. (1989). The influence of preferred relaxing music on measures of state anxiety, relaxation, and physiological responses. *Journal of music therapy*, 26(4), 168-187.
- Fink, A., & Benedek, M. (2014). EEG alpha power and creative ideation. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 44, 111-123.
- Gordon-Hickey, S., & Moore, R. E. (2007). Influence of music and music preference on acceptable noise levels in listeners with normal hearing. *Journal of the American Academy of Audiology*, 18(5), 417-427.
- Hadjidimitriou, S. K., & Hadjileontiadis, L. J. (2012). Toward an EEG-based recognition of music liking using time-frequency analysis. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 59(12), 3498-3510.
- Herwig, U., Satrapi, P., & Schönfeldt-Lecuona, C. (2003). Using the international 10-20 EEG system for positioning of transcranial magnetic stimulation. *Brain topography*, 16(2), 95-99.
- Höller, Y., Thomschewski, A., Schmid, E. V., Höller, P., Crone, J. S., & Trinka, E. (2012). Individual brain-frequency responses to self-selected music. *International Journal of Psychophysiology*, 86(3), 206-213.
- Hsu, J. L., Zhen, Y. L., Lin, T. C., & Chiu, Y. S. (2018). Affective content analysis of music emotion through EEG. *Multimedia Systems*, 24(2),

195-210.

- Hurless, N., Mekic, A., Pena, S., Humphries, E., Gentry, H., Nichols, D. (2013). Music genre preference and tempo alter alpha and beta waves in human non-musicians. *The Premier Undergraduate Neuroscience Journal*, 2013, 1-11.
- Istók, E., Brattico, E., Jacobsen, T., Ritter, A., & Tervaniemi, M. (2013). 'I love Rock 'n'Roll' – Music genre preference modulates brain responses to music. *Biological psychology*, 92(2), 142-151.
- Iwanaga, M., Moroki, Y. (1999). Subjective and physiological responses to music stimuli controlled over activity and preference. *Journal of Music Therapy*, 36(1), 26-38.
- Janata, P. (2009). The neural architecture of music-evoked autobiographical memories. *Cerebral Cortex*, 19(11), 2579-2594.
- Jurcak, V., Tsuzuki, D., & Dan, I. (2007). 10/20, 10/10, and 10/5 systems revisited: their validity as relative head-surface-based positioning systems. *Neuroimage*, 34(4), 1600-1611.
- Kaur, B., Singh, D., & Roy, P. P. (2017). A novel framework of EEG-based user identification by analyzing music-listening behavior. *Multimedia tools and applications*, 76(24), 25581-25602.
- Khalfa, S., Schon, D., Anton, J. L., & Liégeois-Chauvel, C. (2005). Brain regions involved in the recognition of happiness and sadness in music. *Neuroreport*, 16(18), 1981-1984.
- Koelsch, S. (2014). Brain correlates of music-evoked emotions. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(3), 170-180.
- Konkel, A., & Cohen, N. J. (2009). Relational memory and the hippocampus:

- representations and methods. *Frontiers in neuroscience*, 3, 23.
- Lavenex, P., & Amaral, D. G. (2000). Hippocampal neocortical interaction: A hierarchy of associativity. *Hippocampus*, 10(4), 420-430.
- LeBlanc, A. (1982). An interactive theory of music preference. *Journal of music therapy*, 19(1), 28-45.
- Lundqvist, L. O., Carlsson, F., Hilmersson, P., & Juslin, P. N. (2009). Emotional responses to music: Experience, expression, and physiology. *Psychology of music*, 37(1), 61-90.
- Miluk-Kolasa, B., Matejek, M., & Stupnicki, R. (1996). The effects of music listening on changes in selected physiological parameters in adult pre-surgical patients. *Journal of Music Therapy*, 33(3), 208-218.
- Moore, R. S., Staum, M. J., & Brotons, M. (1992). Music preferences of the elderly: Repertoire, vocal ranges, tempos, and accompaniments for singing. *Journal of music therapy*, 29(4), 236-252.
- Musha, T., Terasaki, Y., Haque, H. A., & Ivamitsky, G. A. (1997). Feature extraction from EEGs associated with emotions. *Artificial Life and Robotics*, 1(1), 15-19.
- Nakamura, S., Sadato, N., Oohashi, T., Nishina, E., Fuwamoto, Y., & Yonekura, Y. (1999). Analysis of music - brain interaction with simultaneous measurement of regional cerebral blood flow and electroencephalogram beta rhythm in human subjects. *Neuroscience letters*, 275(3), 222-226.
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113.
- Panksepp, J., & Bernatzky, G. (2002). Emotional sounds and the brain: the

- neuro-affective foundations of musical appreciation. *Behavioural processes*, 60(2), 133-155.
- Pan, Y., Guan, C., Yu, J., Ang, K. K., & Chan, T. E. (2013, November). Common frequency pattern for music preference identification using frontal EEG. In *2013 6th international IEEE/Embs conference on neural engineering (Ner)* (pp. 505-508). IEEE.
- Pereira, C. S., Teixeira, J., Figueiredo, P., Xavier, J., Castro, S. L., & Brattico, E. (2011). Music and emotions in the brain: familiarity matters. *PloS one*, 6(11), e27241.
- Petrantonakis, P. C., & Hadjileontiadis, L. J. (2010). Emotion recognition from brain signals using hybrid adaptive filtering and higher order crossings analysis. *IEEE Transactions on affective computing*, 1(2), 81-97.
- Portnoy, J. (1963). *Music in the Life of Man*.
- Ramachandran, V. S., & Blakslee, S. (1999). God and the limbic system. *Phantoms in the Brain: Probing the Mysteries of the Human Mind*.
- Rentfrow, P. J., & Gosling, S. D. (2003). The do re mi's of everyday life: the structure and personality correlates of music preferences. *Journal of personality and social psychology*, 84(6), 1236.
- Rentfrow, P. J., & Gosling, S. D. (2006). Message in a ballad: The role of music preferences in interpersonal perception. *Psychological science*, 17(3), 236-242.
- Sammler, D., Grigutsch, M., Fritz, T., & Koelsch, S. (2007). Music and emotion: electrophysiological correlates of the processing of pleasant and unpleasant music. *Psychophysiology*, 44(2), 293-304.

- Schäfer, T., & Sedlmeier, P. (2010). What makes us like music? Determinants of music preference. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 4(4), 223.
- Schaul, N. (1998). The fundamental neural mechanisms of electroencephalography. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 106(2), 101-107.
- Schellenberg, E. G., Peretz, I., & Viellard, S. (2008). Liking for happy-and sad-sounding music: Effects of exposure. *Cognition & Emotion*, 22(2), 218-237.
- Shim, B., Leem, J. W., Nam, T. S., Paik, K. S., Lee, B. H., & Park, Y. G. (1999). The role of hippocampus and posterior parietal cortex in acquisition of spatial learning. *Korean Journal of Cognitive Science*, 10(4), 41-50.
- Sourina, O., Wang, Q., Liu, Y., & Nguyen, M. K. (2011). A Real-time Fractal-based Brain State Recognition from EEG and its Applications. In *Biosignals* (pp. 82-90).
- Stevens, K. (1990). Patients' perceptions of music during surgery. *Journal of advanced nursing*, 15(9), 1045-1051.
- Trost, W., Ethofer, T., Zentner, M., & Vuilleumier, P. (2012). Mapping aesthetic musical emotions in the brain. *Cerebral Cortex*, 22(12), 2769-2783.
- Wilkins, R. W., Hodges, D. A., Laurienti, P. J., Steen, M., & Burdette, J. H. (2014). Network science and the effects of music preference on functional brain connectivity: from Beethoven to Eminem. *Scientific reports*, 4, 6130.

Zhu, Y., Zhang, C., Poikonen, H., Toiviainen, P., Huotilainen, M., Mathiak, K., ... & Cong, F. (2020). Exploring Frequency-Dependent Brain Networks from Ongoing EEG Using Spatial ICA During Music Listening. *Brain Topography*, 1-14.

ABSTRACT

Brain wave analysis when listening to music according to preference: An EEG study

Kim, Yeon-Hui

Department of Music Therapy

Graduate School of

Sungshin University

This study compares the brain responses that appear when listening to and after listening to a song that you prefer and do not prefer through EEG measurements, and conducted with the aim of finding out the brain regions and frequency bands that show the correlation with preference for the same song. Regions of interest(ROIs) included the frontal, temporal, and parietal regions, but not the occipital lobes, based on EEG studies related to music preference or emotion. Participants consisted of 15 women in their twenties, and the music stimulus used in this study was selected based on the subjects' self-reported music preference questionnaire. EEG data values were measured with the TeleScan, and after all noise was removed, the corresponding sample paired t-test and Spearman correlation analysis were performed using the SPSS 25.

As a result of the analysis, the most significant difference was found in the beta wave when listening to and after listening to favorite and unfavorable songs. However, the location of the channel was different, with differences in the right hemisphere excluding P3 when listening, and differences in both hemispheres after listening. In addition, the correlation between preferences for the same song could be seen that the more familiarity the preference increased significantly. Therefore, this study suggests that in the future, it could be the basis for music utilization used in clinical sites of music therapy.

부 록

<부록 1> 음악의 선호도 설문지

<부록 2> 에딘버러 손잡이 검사(Edinburgh Handedness Inventory)

<부록 3> 채널별 전극 배치 (24채널 & 심전도)

<부록 1> 음악의 선호도 설문지

음악선호도 설문지

선호도에 따른 음악 청취 시 뇌파 분석: EEG 연구에 관한 설문지

안녕하십니까?

저는 성신여자대학교 일반대학원 음악치료 전공을 하고 있으며, 선호도에 따른 음악 청취 시 뇌파 분석에 대하여 석사학위논문 준비하고 있습니다.

본 연구를 위해 여러분의 도움이 절대적으로 필요합니다. 여러분의 응답하신 내용은 오직 학문적 연구를 위하여 사용할 것입니다.

번거로우시더라도 질문 내용을 잘 읽으신 후, 한 문장도 빠짐없이 솔직하게 응답하여 주시면 대단히 감사하겠습니다. 본 설문에 응해주셔서 진심으로 감사드립니다.

2019년 월 일

성신여자대학교
일반대학원
음악치료전공

연구자 김연희 올림

설문지 (1)

1. 당신의 성별에 체크해 주시기 바랍니다.

① 남자

② 여자

2. 당신의 연령을 적어주시기 바랍니다.

연령: 만 세

3. 다음 해당사항에 체크해 주시기 바랍니다.

나는 음악 전공이다.

① 예

② 아니오

4. 음악 전공이 아닌 경우 음악 레슨을 받았거나 음악 활동을 하신 적이 있으
십니까?

① 없다

② 1년 미만

③ 1년 ~ 3년

④ 3년 ~ 5년

⑤ 5년 이상

5. 당신의 애창곡을 적어주시기 바랍니다.

애창곡:

6. 당신의 교육정도에 체크해 주십시오.

- ① 중졸
- ② 고졸
- ③ 전문대졸
- ④ 대졸
- ⑤ 대학원 이상

7. 좋아하는 음악 중 5곡을 선택하여 다음 사항을 가능한 자세히 적어주시기 바랍니다. 가장 좋아하는 음악은 1번에 적어주시기 바랍니다.

	노래/곡명	장르	가수/연주자	좋아하는 이유
1				
2				
3				
4				
5				

8. 싫어하는 음악 중 5곡을 선택하여 다음 사항을 가능한 자세히 적어주시기 바랍니다. 가장 싫어하는 음악은 1번에 적어주시기 바랍니다.

	노래/곡명	장르	가수/연주자	좋아하지 않는 이유
1				
2				
3				
4				
5				

성명:

서명:

서명일: 2019년 월 일

설문지 (2)

칭취한 음악에 대해 여러분 개인의 선호도와 친숙도를 선택할 수 있도록 만들어진 것입니다.

먼저 음악을 들으시고 질문에 답해 주시기 바랍니다.

지금 들은 곡에 대한 당신의 선호도와 친숙도는 어디에 해당됩니까? 해당되는 번호에 체크해 주시기 바랍니다.

노래/곡명	가수/연주자	선호도 / 친숙도	비 고
만날까	치즈스틱	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 -----	
		0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 -----	
what to do	Dean	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 -----	
		0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 -----	
정말로 사랑면	장범준	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 -----	
		0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 -----	
니소식	송하예	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 -----	
		0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 -----	
서로는 서로가	We Are The Night	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 -----	
		0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 -----	
여름밤에 우린	스탠딩 에그	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 -----	

		0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 	
明天你好	牛奶咖啡	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 	
야생화	박효신	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 	
흔들리는 꽃들 속에서 네 삼푸향이 느껴진거야	장범준	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 	
告白气球 说好不哭	Jay Chou	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 	
That's okay	D.O.	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 	
그립고 그리운	박효신	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 	
Chocolate Legs	Eric Benet	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 	
커피 한 잔 할래요	폴킴	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 	
Don't Look Back In Anger	Oasis	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 	
사랑이란 멜로는 없어	전상근	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 	

		0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 	
아쿠아맨	빈지노	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 	
위로	TAKUWA	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 	
노력	박원	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 	
Really Bad Boy	레드벨벳	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 	
남남남	이진아	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 	
三天三夜	張惠妹	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 	
탈랄라	박명수	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 	
환상속의 그대	서태지와 아이들	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 	
Zimzalabim	레드벨벳	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 	
往后余生	马良	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 	

Rock is Dead	Marilyn Manson	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 -----	
		0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 -----	
미안해 나의 공주님	팻두	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 -----	
		0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 -----	
내가 너의 곁에 잠시 살았다는 걸	Toy	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 -----	
		0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 -----	
hardwired metallica	metallica	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 -----	
		0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 -----	

0 낮음 ~ 10 높음

성명:

서명:

서명일: 2019년 월 일

<부록 2> 에딘버러의 손잡이 검사(Edinburgh Handedness Inventory)

에딘버러 손잡이 검사는 매우 세분화된 질문을 통해 개인이 어떤 손잡이인지를 가늠하는 방법으로, 특히 손잡이에 따른 뇌의 편측성을 판단하는 근거로 가장 널리 사용되고 있다. 과학적인 실험을 위해 단순히 왼손잡이인지 오른손잡이인지 구두로 질문하는 것만으로는 어느 손잡이인지 정확하게 판단할 수 없다. 평소 양손 사용빈도에 있어서 변수가 많기 때문이다. 따라서 이 연구에서는 어느 손잡이인지 가늠할 수 있는 가장 믿을만한 검사 방법을 사용하여 이들의 손잡이 방식(왼손-오른손-양손잡이)을 검사하였다.

R. C. OLDFIELD

Medical Research Council Speech & Communication Unit

에딘버러 손잡이 검사(EDINBURGH HANDEDNESS INVENTOR)

성_____ 이름_____

생년월일_____

성별

적절한 항목에 +를 입력하여 다음 활동에서 손을 사용함에 있어 선호도를 나타내시오.

강제당하지 않는 한 반대편 손을 절대 사용하지 않으려고 하는 성향이 너무 강하면 ++를 넣으시오. 어떤 경우에도 당신이 정말로 무관심한 경우에는 양쪽 옆에 +를 넣으시오.

일부 활동은 양손을 모두 필요로 합니다. 이 경우 작업 또는 물체에서 손 선호도를 원하는 부분은 괄호로 표시되어 있습니다.

모든 질문에 답하고 모든 물체 또는 작업에 경험이 없는 경우에만 빈칸을 남겨 두시오.

		R	L
1	Writing 쓰기		
2	Drawing 그리기		
3	Throwing 던지기		
4	Scissor 가위질		
5	Toothbrush 칫솔질		
6	Knife (without fork) 칼 (포크 없이)		
7	Spoon 숟가락		
8	Broom (upper hand) 빗자루 (윗 손)		
9	Striking Match (match) 성냥 켜기 (성냥)		
10	Opening box (lid) 상자 열기 (뚜껑)		
i	Which foot do you prefer to kick with? 어느 발로 공을 찹니까?		
ii	Which eye do you use when using only Qne? 하나만 사용 할 때 어떤 눈을 사용합니까?		

Leave these spaces blank
이 공백을 비워두시오.(Oldfield, 1971).

<부록 3> 채널별 전극 배치 (24채널 & 심전도)

채널	전극
ch1	Fp1
ch2	Fpz
ch3	Fp2
ch4	F7
ch5	F3
ch6	Fz
ch7	F4
ch8	F8
ch9	FT7
ch11	FCz
ch13	FT8
ch14	T3
ch15	C3
ch16	Cz
ch17	C4
ch18	T4
ch21	Cpz
ch24	T5
ch25	P3
ch26	Pz
ch27	P4
ch28	T6
ch30	O1
ch32	O2
ch33	ECG