Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 18, No. 5 pp. 608-616, 2017

https://doi.org/10.5762/KAIS.2017.18.5.608
ISSN 1975-4701 / eISSN 2288-4688

감정 음악별 청각자극에 따른 뇌파특성 연구

최남숙*, 임기용, 정철우, 이협의, 위현욱, 박병운
서울불교대학원대학교 뇌과학전공

A Study of EEG Characteristics by auditory stimuli of Emotional music

Nam-Sook Choi*, Giyong-Im, Chul-Woo Jung, Hyeob-Eui Lee, Hyun-Wook Wi, Pyong-Woon Park
Dept. of Neuroscience Seoul University of Buddhism

요 약 본 연구의 목적은 느낌이 다른 3가지 감성적인 음악이 감성과 주의각성에 미치는 영향을 뇌파 측정을 통해 비교하고자 하였다. 연구 방법은 20대부터 50대까지 다양한 실험군에게 2채널 뇌파측정기를 이용하여 Fp1과 Fp2에서 청취전 배경뇌파를 측정하고 청취중과 청취후의 뇌파를 측정하여 상호 비교 하였다. 연구 결과는 1)시간이 경과함에 따라 Fp1, Fp2의 알파, SMR, 저베타, 고베타, α/-β가 유의하게 증가했고, Fp2의 세타, θ/SMR이 유의하게 증가했다. 2)장송곡의 델타를 제외한 모든 곡들의 청취중 뇌파와 청취후 뇌파는 Fp2가 우세했으나 장송곡은 Fp1의 델타파가 우세했으며, 3)알파값이 눈에 띄게 높아지고 활동성이 증가한 음악은 프랠류드였다. 이는 편안한 느낌의 프랠류드가 뇌의 이완과 더불어 활성을 유도하며, 무거운 느낌의 장송공은 좌뇌의 활동성을 저하 시키는 것으로 판단된다. 이 연구 결과로 음악을 청취하고 감성의 변화를 느끼는 것은 음악이 실제로 뇌의 활동성에 영향을 미쳐 감성적인 변화와 주의 각성의 차이를 유도하기 때문인 것으로 밝혀졌다.

Abstract The purpose of this study was to compare how three kinds of emotionally different music impacted on the emotion and arousal by measuring EEG. The research method was to compare the measurement of the background EEG on Fp1 and Fp2 before, while and after listening using a 2-channel EEG device with various experimental groups aging from 20s to 50s. The results were as follows. 1) At both Fp1 and Fp2, the amplitude of alpha(8-13Hz), SMR(12-15Hz), low beta, high beta, and α/-βsignificantly increased in all music, while at Fp2 only, theta and ??/SMR increased meaningfully.2) At right prefrontal cortex(Fp2), all bands of EEG predominated while and after listening to all songs over Fp1 except for the delta of funeral march which predominated while listening to Fp1.3) The music with a noticeably high alpha value and increased activity was Prelude. These results suggested that Prelude induced brain activity along with relaxation, and the emotionally heavy burden of funeral march decreased the activity of the left brain. This research revealed that feeling emotional change by listening to music was due to the fact that music influenced the brain activity inducing the change of emotion and arousal.

Keywords : emotional music, EEG, Alpha-wave, SMR-wave, arousal, attention

1. 서론

음악에 대한 심리생리학적인 연구는 1863년 발표된 독일의 물리학자이자 의학자이며 음악학자인 헬름홀츠(Hermann von Helmholtz)의 생리학적 기초로서의 음인지 이론(Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundiage für die Theorie der Musik)으로부터 시작 되었다. 그로부터 19세기 심리 음향학은 음악학의 한 영역으로 자리 잡게 되었다[1]. 그 뒤에 Hinrich (1995)는 우리의 뇌가 음악에 반응하기 때문에 여러 가지 음악적 요소의 변수들이 각기 특별한 방법으

*Corresponding Author : Nam-Sook Choi (Seoul University of Buddhism)
Tel: +82-2-3996-4097 email: tresssa@hanmail.net
Received March 27, 2017 Revised (1st April 10, 2017, 2nd April 18, 2017)
Accepted May 12, 2017 Published May 31, 2017

로 우리의 감정 상태와 기분에 많은 영향을 미친다고 하였다[2]. 음악 정보처리 과정에 초점을 둔 연구들은 초기에는 음색, 음고와 같은 소리를 다루었는데, 점차 선율과 화성 진행 등 인지과정을 필요로 하는 것으로 범위가 확대 되었다. 최근에 음악관련 심리 연구는 뇌 과학을 기반으로 뇌파를 측정하여 어떤 자극이 주어졌을 때 실제 자극 인지 및 처리 과정을 신경메커니즘을 통해 알아보고 있다[3]. 청각과 뇌파관련 연구들을 보면 청각적 자극을 주었을 때 감성상태의 상관지수가 휴식상태의 상관지수보다 크다는 결과가 있고[4], 부정적 감정을 유발하는 청각적 자극이 오른쪽 전두엽을 더 활성화 시켜 전두엽에서의 EEG 비대칭성 및 N200. P300과 같은 ERP 요소들과 밀접한 관련이 있다는 연구가 있다[5]. 또한, 대중음악 템포에 대한 연구에서는 느린 템포의 음악이 빠른 템포의 음악보다 질병이나 스트레스 저항력은 물론 주의집중 및 기억력증진을 시킬 수 있다고 밝혔으며[6], 배경음악이 과제수행에 효과적이라는 연구[7],[8]와, 클래식과 바이노럴 비트음은 집중력 수치를 높이고 가요는 수치를 떨어뜨린다는 연구 결과[9]가 있다. 그리고 음악 청취에 따른 감정분류를 위한 EEG신호 패턴분석 연구에서는 음악 청취 패턴 분류에 어려움이 있다는 결론을 내리기도 했다[10].

지금까지의 연구들을 살펴보면 음악적 요소들의 지각 및 인지에 따른 양 반구간 우세성에 관한 의견들은 일관된 결론을 도출하지 못하고 있다[11],[12],[13]. Cohen과 그의 동료들은 프랑스계의 캐나다인과 중국인 대상에게 음악적 자극을 이분 청취법으로 실시한 뇌 우세성 연구[14]에서 음악적 요소들의 지각 및 인지에 따른 양 반구간 뇌 우세성에 관한 의견들 중 인종적인 면이 유의미한 영향을 미친다는 제안을 한 점은 피험자들의 음악적 경험과 배경이 뇌 기능에 대해 일관된 결론을 도출해 내지 못하는 가장 중요한 요인 이라는 연구들[11],[12]과 일맥상통하였다.

우리나라에서 음악과 뇌파관련 연구 중 클래식과 가요의 뇌파비교 연구[15], 감성상태와 휴식상태의 뇌파비교 연구[4], 집중력에 미치는 음악 장르(클래식, 바이노럴비트음, 가요)에 따른 뇌파연구[10] 등이 있다. 본 연구와 가장 유사한 3가지 다른 감정의 장르(팝, 락, 뉴에이지)의 연구[3]가 있지만 감성특성에 대한 연구이기 보다 단순히 한 종류의 음향자극으로 음악을 취급하였기 때문에 음악에 대한 감성 특성을 연구하기에 한계가 있다고 기술하였다.

이런 관점에서 본 연구는 감성적인 반응과 주의각성 반응에 밀접한 연관이 있는 전전두엽 좌뇌(Fp1)와 우뇌(Fp2)에서 뇌파를 측정하여 3가지 서로 다른 감성을 유도하는 음악을 청취할 때의 뇌파변화를 측정하여 감성적인 변화뿐만 아니라 주의각성에 대한 반응을 비교분석해 보고자 한다.

2. 연구 방법

2.1 연구 설계및 실험방법

본 연구는 음악듣기 전 배경뇌파를 측정한 다음, 각각 다른 감성의 음악을 들려주고 음악 청취시의 뇌파 변화와 청취 후의 밴드별 뇌파 변화를 배경뇌파와 비교 연구하였다.

실험은 조용한 장소에서 한명씩 배경뇌파를 먼저 측정하였는데, 잡파 혼입을 최소화 하기 위해 이어폰으로 음악을 들려주었다. 음악의 크기는 듣기 편안한 65~75dB 중에서[3] 실험자의 의견을 반영해 설정했으며, 실험기간 동안 습도와 온도를 일정하게 유지하였다. 실험 기간은 2015년 11월에서 2016년 2월까지 약 3개월 동안 실시되었다.

눈 깜박임에 의한 잡파와 알파파 출현을 고려해 모든 뇌파는 폐안 시에 측정했다. 계속 눈을 감고 있으면 졸음이 올 경우를 방지하기 위해 음악이 끝나면 잠시 다음 음악 청취 시까지 눈을 뜨고 5-6초간 기다리게 했으며, 각 음악청취 시간은 45초로 설정 했다. 실험자는 어떤 음악을 듣게 될지 음악에 대한 정보를 전혀 알지 못한 상태에서 청취했으며, 음악청취 시작 후 약 4-5초 정도 경과한 후에 뇌파 측정을 시작하여 40초 후 종료 했다. 그리고 한 음악을 듣고 난 다음, 음악과 음악 사이에 화이트 노이즈를 20초간 넣어 앞 음악이 다음 음악에 영향을 주지 않게 설계 하였다. 전체 뇌파측정 시간은 배경뇌파 40초와 세 종류 음악 청취 중 뇌파 40초, 그리고 청취 후 뇌파 40초로 총 200초간 측정 했다. 청취에 사용한 음악은 슬프고 어두운 정서를 바탕으로 작곡된 쇼팽의 장송곡(Chopin: Funeral Marche, op. 35), 경쾌하고 즐거운 느낌의 콰이강의 다리 행진곡(Kenneth Alford: The River Kwai March), 편안하고 아름다운 느낌의 바하의 프렐류드(Johann Sebastion Bach: Prelude and

Fugue no. 1 in C Major) 등 3가지이다. 곡들은 가장 대중적으로 많이 알려진 버전을 사용했다. 이는 친숙한 음악이 감정적 느낌을 더 빨리 불러일으킬 수 있을 거라는 가정 하에 선택하였다. 쇼팽의 장송곡은 장송곡 중에 가장 대표적인 곡으로 피아노 소나타2번 내림 나단조 3악장의 원곡을 들려주었으며 콰이강의 다리 행진곡 역시 Malcolm Arnold가 휘파람 소리를 첨가해서 편곡해 영화에서 사용해 유명해진 영화음악을, 바하의 프렐류드 역시 원곡인 피아노곡을 사용했다. 실험군의 청취 순서는 Fig.1과 같다.

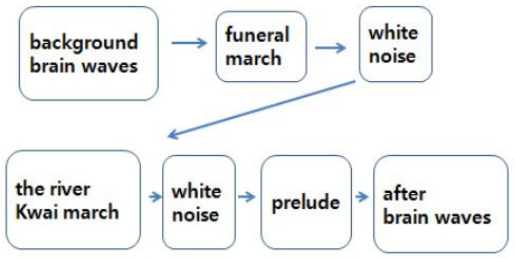


Fig. 1. Music listening sequence

실험군의 뇌파 변화가 음악청취에 의한 변화라는 것을 증명하기 위해 실험군과 동일한 조건으로 대조군 10명에게 40초씩 5회(총 200초) 실험을 했고 좀 더 시간을 길게 해도 동일한 결과가 나올지 확인하기 위해 추가로 5분 1회, 모두 500초 동안 눈을 감고 뇌파측정을 했으며, 각 폐안 40초씩 측정하는 사이, 사이에 실험군과 동일하게 약 5-6초간 잠시 눈을 떴다 측정이 시작되면 다시 감게 했다.

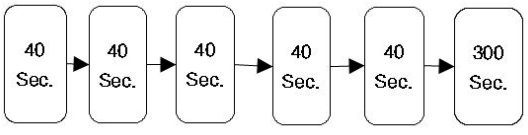


Fig. 2. Control group

2.2 연구대상

본 연구는 2015년 11월 청각을 포함해 신체적 정신적으로 건강한 오른손잡이 31명을 대상으로 실시되었다. 피험자들은 측정 최소 30분전 뇌파에 영향을 주는 음식이나 음료를 섭취하지 않았으며 졸음이 오는 대상자는 제외 했다. 또한 자발적으로 실험에 참가했으며 실험 전 동의서를 작성하였다. 대상자에 대한 성별분포는 남성 45.16% 여성 54.83%이며. 비교군은 남자5명, 여자5명 총 10명을 대상으로 실험했다. 연령 및 성별 분포는 Table 1. 과 같다.

Table 1. Gender distribution

age	a group listening to music M	Control group M	a group listening to music F	Control group F
20-29	4	1	2	1
30-39	1	1	2	1
40-49	4	0	9	3
50-59	5	3	4	0
total	14	5	17	5

2.3 연구 도구

2.3.1 뇌파 측정기

본 연구에 사용된 뇌파측정기는 '파낙토스'에서 개발한 건식전극을 사용한 2 channel 시스템으로 밴드 형태로 되어 있어 Fp1과 Fp2에서 뇌파를 측정할 수 있으며, Fpz를 그라운드 전극으로, 좌측 귓불을 기준전극으로 사용하는 것이다. 시스템은 잘 알려져 있는 뇌파 측정기인 Grass System(USA)과의 좌우 뇌파밴드의 알파, 베타, 세타파 값에 대한 상관계수가 .916($p<.001$)으로 나타나 신뢰도가 입증된 바 있다[16]. 뇌파 신호 처리는 고속 퓨리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform)분석을 통한 주파수별 진폭의 세기를 구하였다. 뇌파는 뇌의 활동 상태와 활성 상태를 보여주는 중요한 정보를 가지고 있으며, 객관적 지표로 다양한 인지영역 추적연구의 분석방법으로 이용되고 있다[17].

2.4 자료 분석 방법

본 연구에서 수집된 결과를 분석하기 위해 엑셀프로그램을 활용하여 배경뇌파와 청취중, 청취후 뇌파의 절대값과 평균값을 구하여 비교한 다음, 통계처리용 데이터 코딩(data coding)과정을 거쳐, SPSS(Statistical Package for Social Science) V.21.0 통계 패키지 프로그램을 이용하여 분석하였다. 통계는 반복측정 분산분석과 대응표본 t 검증을 하였으며, 모든 자료에 대하여 평균과 표준편차를 산출하였고 자료의 통계적 유의 수준은 $^{*}p<.05$, $^{**}p<.01$, $^{***}p<.001$로 설정하였다.

3. 연구 결과

3.1 대조군의 결과

다음 Table 2는 여섯 번 측정한 대조군 뇌파의 평균과 표준편차, 반복측정 분산분석의 F값과 유의수준, 그리고 각각 두가지 경우씩 대응표본 t검증 결과를 나타낸다. 이 실험은 모든 뇌파를 폐안시 측정하였기 때문에 음악을 청취하지 않고 눈만 감았을 경우에도 α(알파)파가 증가할 수도 있다는 가설 하에 두 군의 뇌파 변화를 비교했다. 표에서 (1)~(6)은 실험군과 똑같은 조건을 주기 위해 측정한 40초간 폐안시 첫 번째부터 여섯 번째 까지의 뇌파의 평균과 표준편차이며 F값은 반복측정 분산분석값을 나타낸다. 증가할 수도 있을 것이라고 가정한 α파는 (2),(3)에서 조금 증가하다가 시간이 지날수록 오히려 감소했으며 반복측정 분산분석과 대응표본에서 α파를 비롯한 전 대역에서 유의미한 결과도 역시 없었다.

3.2 대조군과 비교한 실험군의 뇌파

Table 3은 본 실험에서 배경뇌파와 세가지 음악 청취중, 청취후 Fp1, Fp2의 뇌파의 평균(M)과 표준편차(SD), 반복측정 분산분석 F값과 유의수준, 그리고 대응표본 t검증 결과를 나타낸다. 먼저 평균과 표준편차를 살펴봐도 대조군과는 확연히 다른 결과를 볼 수 있다. 대조군의 알파를 비롯한 대부분의 평균 값들이 거의 변화가 없거나 감소한 반면 실험군 뇌파는 δ부터 +β까지 Fp1, Fp2의 모든 대역에서 음악을 듣기 전 배경뇌파보다 음악 청

Table 2. Repeated-measures ANOVA (**Control group**)

Brain wav		(1) M(SD)	(2) M(SD)	(3) M(SD)	(4) M(SD)	(5) M(SD)	(6) M(SD)	F	Paired *t*-test
δ	Fp1	6.49(3.77)	6.50(2.92)	6.47(2.37)	5.60(1.11)	6.11(2.23)	6.03(1.92)	.327	No significant results
	Fp2	8.08(4.25)	7.82(4.40)	7.63(2.93)	6.76(1.39)	6.70(1.85)	6.82(2.02)	.823	No significant results
θ)	Fp1	5.24(2.17)	5.18(1.94)	5.24(1.64)	4.83(1.22)	4.95(1.27)	5.13(1.38)	.382	No significant results
	Fp2	6.16(1.83)	5.49(1.67)	6.29(1.61)	5.54(1.37)	5.65(1.36)	5.75(1.60)	1.45	No significant results
α	Fp1	4.05(2.25)	4.18(2.46)	4.18(2.30)	4.01(2.34)	3.78(1.96)	3.62(1.46)	.881	No significant results
	Fp2	4.40(1.92)	4.52(2.67)	4.60(2.48)	4.37(2.50)	4.26(2.49)	4.09(1.66)	.614	No significant results
SMR	Fp1	1.92(0.72)	1.85(0.69)	1.70(0.51)	1.96(0.78)	1.93(0.66)	1.92(0.57)	.662	No significant results
	Fp2	1.97(0.65)	1.98(0.72)	2.00(0.55)	1.96(0.68)	2.06(0.74)	2.12(0.76)	.270	No significant results
-β	Fp1	1.40(0.47)	1.35(0.45)	1.31(0.33)	1.55(0.85)	1.41(0.56)	1.40(0.42)	.498	No significant results
	Fp2	1.40(0.15)	1.35(0.14)	1.31(0.10)	1.55(0.27)	1.41(0.18)	1.40(0.13)	.316	No significant results
+β(	Fp1	0.61(0.20)	0.63(0.21)	0.60(0.17)	0.63(0.26)	0.66(0.32)	0.65(0.17)	.424	No significant results
	Fp2	0.64(0.21)	0.66(0.20)	0.74(0.28)	0.64(0.21)	0.65(0.25)	0.69(0.21)	.608	No significant results
θ / SMR	Fp1	2.79(0.86)	2.84(0.71)	3.13(0.75)	2.63(0.69)	2.68(0.71)	2.71(0.36)	2.02	No significant results
	Fp2	3.40(1.29)	2.90(0.73)	3.21(0.88)	3.00(0.94)	2.91(0.79)	2.80(0.53)	1.48	No significant results
δ/α	Fp1	1.73(0.63)	1.74(0.66)	1.75(0.65)	1.68(0.65)	1.80(0.58)	1.81(0.68)	.144	No significant results
	Fp2	1.98(0.81)	1.99(1.00)	1.89(0.79)	1.82(0.61)	1.83(0.56)	1.77(0.38)	.486	No significant results
α/-β	Fp1	2.87(1.25)	2.93(0.92)	3.13(0.86)	2.67(0.90)	2.64(0.76)	2.53(0.45)	1.394	No significant results
	Fp2	3.04(1.06)	3.05(1.04)	3.15(0.89)	2.80(0.84)	2.80(0.88)	2.70(0.56)	1.072	No significant results

Paired *t*-test=p<.05

취중과 청취후 뇌파에서 값이 높아 졌다. 또한 대체로 낮아질수록 주의력이 좋아짐을 나타내는 θ/SMR과 신체적 긴장도를 나타내는 δ/α 비율이 청취 중과 청취 후에서 배경뇌파보다 낮아졌다. 반면에 뇌의 활성 정도를 나타내는 α/-β는 높아져 α파의 비율이 증가 했으므로 음악청취시 뇌가 휴식을 취했다는 것을 알 수 있다.[18]

3.3 실험군 좌,우 뇌파의 활성도 차이

Table 3에서 Fp1과 Fp2를 비교해 보면 장송곡 Fp1의 δ만 제외한 모든 실험군 뇌파의 δ부터 +β까지 모든 대역에서 Fp2값이 더 우세했다. δ값을 비교해 보면 Fp1과 Fp2 순서로 볼때 back ground 8.05 < 8.76, funeral march 9.70 > 9.12 the river kwaimarch 9.37 < 10.03 prelude 9.47 < 11.02 after 8.19 < 9.11였는데 유독, funeral march 청취시 δ파만 Fp1에서 더 우세하게 나타났다.

3.4 실험군 음악 청취 뇌파간 유의수준 비교

다음 Table 3의 반복측정분산분석의 Fp1, Fp2의 F값과 유의수준을 보면, 반복측정 분산분석에서 통계적으로 유의미하게 나온 대역 중에서

어느 음악들 간의 뇌파에서 유의하게 나왔는지 확인하기위한 분석방법으로 대응표본 t검증으로 $p < .05$ 수준에서 유의미하게 나온 각각 배경뇌파와 음악뇌파, 배경뇌파와 청취후, 두 종류의 음악들 간, 음악뇌파와 청취후등 각각 두 종류씩 뇌파의 분석에서 뇌파의 크기를 나타냈다.

먼저 전체적으로 가장 눈에 띄는 결과는 수면과 관련있는 δ,θ를 제외한 α부터 +β까지 그리고 α/-β에서 공통적으로 반복측정 분산분석 결과 유의하게 나왔으며 음악 뇌파들간의 비교를 위해 분석한 대응표본 t검정결과 ①<②, ①<③, ①<④, ①<⑤으로 배경뇌파와 비교한 네 가지의 경우 반복적으로 모두 동일하게 유의한 증가를 보였다.

대역별로 살펴보면, 졸릴때 나타나는 θ파 에서는 Fp2에서만 $p<.05$ 수준으로 유의한 결과가 나왔는데 대응표본 결과를 보면, ①<②, ①<④, ②<④, ③<④로 프랠류드④가 청취후를 제외한 세가지 뇌파, 배경뇌파①, 장

Table 3. Repeated-measures ANOVA (**Experimental group**)

Brain wave		① back ground M (SD)	② funeral march M (SD)	③ the river kwaimarch M (SD)	④ prelude M (SD)	⑤ after M (SD)	F	Paired *t*-test
δ	Fp1	8.05(6.39)	9.70(8.63)	9.37(5.91)	9.47(6.33)	8.19(2.66)	1.140	No significant results
	Fp2	8.76(5.83)	9.12(5.88)	10.03(5.98)	11.02(8.66)	9.11(3.07)	1.253	No significant results
θ)	Fp1	5.92(3.25)	6.86(3.67)	6.64(2.65)	6.92(2.64)	6.41(1.70)	1.561	No significant results
	Fp2	6.45(2.91)	7.08(2.56)	7.59(2.78)	8.15(3.80)	7.28(1.67)	3.124*	①<②, ①<④, ②<④, ③<④
α	Fp1	3.75(1.71)	5.45(2.89)	5.61(2.96)	6.20(3.30)	6.10(3.23)	15.405***	①<②, ①<③, ①<④, ①<⑤ ②<④, ②<⑤, ③.<④
	Fp2	4.25(2.01)	6.03(3.24)	6.20(3.07)	7.02(3.52)	6.85(3.31)	19.088***	①<②, ①<③, ①<④,①.<⑤, ②<④, ②<⑤, ③.<④, ③<⑤
SMR	Fp1	1.77(.625)	2.13(.551)	2.13(.589)	2.32(.691)	2.31(.759)	10.264***	①<②, ①<③, ①<④, ①<⑤, ②<④, ③.<④, ③<⑤
	Fp2	1.96(.648)	2.42(.550)	2.39(.570)	2.63(.687)	2.68(.689)	16.647***	①<②, ①<③, ①<④, ①<⑤, ②<④, ②<⑤, ③.<④, ③<⑤,
-β	Fp1	1.34(.459)	1.59(.361)	1.64(.496)	1.75(.610)	1.76(.637)	8.867**	①<②, ①<③, ①<④, ①<⑤, ②<④, ③<⑤,
	Fp2	1.48(.526)	1.76(.357)	1.81(.404)	1.96(.503)	1.89(.457)	12.404***	①<②, ①<③, ①<④, ①<⑤, ②<④, ②<⑤, ③.<④
+β(	Fp1	.640(.223)	.800(.281)	.843(.362	.856(.325)	.832(.364)	7.824***	①<②, ①<③, ①<④, ①<⑤
	Fp2	.697(.244)	.839(.180)	.873(.232)	.940(.259)	.927(.277)	11.567***	①<②, ①<③, ①<④, ①<⑤, ②<④, ②<⑤, ③<④
θ/SM R	Fp1	3.35(1.31)	3.18(1.15)	3.13(.878)	3.08(.981)	2.97(.998)	1.017	No significant results
	Fp2	3.30(.905)	2.92(.665)	2.92(.875)	3.08(.822)	2.82(.672)	2.480*	⑤<①
δ/α	Fp1	2.11(.845)	1.94(1.28)	1.90(1.08)	1.84(1.26)	1.63(.775)	2.059	No significant results
	Fp2	2.09(.749)	1.74(1.10)	1.84(1.06)	1.54(1.34)	1.59(.876)	1.894	No significant results
α/-β	Fp1	2.82(.888)	3.39(1.45)	3.46(1.60)	3.58(1.65)	3.53(1.58)	5.899***	①<②, ①<③, ①<④, ①<⑤
	Fp2	2.95(.975)	3.36(1.41)	3.38(1.33)	3.54(1.46)	3.59(1.40)	5.419***	①<②, ①<③, ①<④, ①<⑤, ②<⑤,

*$p<.05$, **$p<.01$, ***$p<.001$, Paired *t*-test=$p<.05$

송곡②, 콰이강의다리 행진곡과의 비교에서 유의하게 값이 가장 많이 증가 했다. Fp1. Fp2 모두 유의수준 p<.001인 편안한 이완상태를 나타내는 α파와 주의상태에서 나오는[19] SMR파는 대응표본 t검증에서 가장 유의한 결과가 많이 나왔다. 이 두 대역에서는 대응표본 t검증 결과 대부분의 두 음악들에서 유의한 차이가 있었는데 장송곡②과 콰이강의 다리 행진곡③ 두 음악간의 비교분석 결과 α, SMR뿐만 아니라 어느 대역에서도 유의한 차이가 없었다. 그밖에 사고 활동 시 나타나는 -β, 긴장, 흥분 시 출현하는 +β에서도 통계적으로 유의한 결과들이 나왔다. 주의력과 관계있는 θ/SMR의 Fp2에서는 배경뇌파보다 청취 후에 값이 낮아지는 유의한 결과가 나와 주의력이 향상됨을 알 수 있었고, 활성정도를 나타내는 α/-β는 배경뇌파에 비해 값이 커졌다. 이 결과로 α파의 비율이 증가한 것을 의미하므로 뇌가 휴식을 취했다는 것을 알 수 있다.

4. 논의 및 제언

본 연구 결과에 따른 논의는 다음과 같다.

첫째, Table 2와 3을 비교해 보면 실험군의 음악 청취 중 뇌파와 청취 후 뇌파는 가장 많이 증가한 알파값을 비롯해 δ의 Fp1, Fp2, θ의 Fp1을 제외한 모든 대역에서 유의하게 증가했고, 대조군의 음악을 듣지 않고 있을 경우 모든 대역에서 유의한 변화가 없는 것을 보면 음악이 뇌의 이완과 뇌파의 변화를 유도한다고 보여 진다. 특히 눈을 감고 있음으로 인해 발생하는 알파파 증가현상이 대조군에서 나타나지 않아 알파파 증가가 음악 청취로 인한 효과라는 것이 입증되었다.

둘째, Table 3을 보면 배경 뇌파에 비해 음악 청취 시와 청취 후에 많은 유의미한 변화가 있었다. 본 연구에서의 음악 청취 시와 청취 후에 Fp1. Fp2의 알파와 SMR이 유의미하게 증가하고, Fp2의 θ/SMR와 Fp1. Fp2 α/-β 값의 유의한 변화는 이완된 주의각성이 이루어졌다는 것을 의미하는 것으로 사료된다. 이것은 음악 청취 결과에서 나온 알파파의 증가는 마음의 안정과 이완 상태, SMR파의 증가는 주의각성 상태임을 의미한다[20].는 정철우등의 연구 에서 처럼 음악 청취가 마음의 안정과 이완, 그리고 주의 각성을 유도한다고 보인다. 또한, 문덕홍등의 6가지 음악이 스트레스 해소에 도움을 주지 못하지만 SMR파의 증가를 가져와 집중력을 증가시킨다는 [21] 선행연구 결과에서 알파파 결과는 상충되고 집중력을 증가시킨다는 SMR파 결과와는 일치한다. 즉, 본 연구에서 음악청취는 심신의 이완을 유도해 스트레스 해소에 도움을 주며 주의 각성을 일으켜 집중력을 증가시키는 것으로 보인다.

셋째, 본 연구에서 특히 뇌파가 가장 많이 활성화 된 음악은 편안한 정서를 느끼는 프랠류드였다. 프랠류드가 알파와 SMR 뿐만 아니라 Fp2에서 세타부터 고베타까지 전 대역의 진폭이 월등하게 유의한 값으로 높아진 것을 보면 세가지 음악중 가장 Fp2의 전체적인 활동성을 유발하는 음악이라고 보인다. 또한 음악들 간에 평균값의 차이가 가장 많이 나타난 장송곡과 프랠류드를 주목해 보면 똑같이 조용한 음악인데도 느껴지는 정서의 차이가 빠르고 활기찬 콰이강의 다리 행진곡과의 차이를 앞선다는 사실이 흥미롭다.

넷째, 장송곡 청취 시 델타파만을 제외한 모든 파와 다른 두 음악의 모든 영역에서 Fp2 뇌파가 더 우세했다. 이는 일반적으로 음악적 기능은 우반구에서 담당하고 있다는 선행연구들[22], [23], [24]를 지지하는 결과다. 다만 장송곡에서 예외적으로 더 높게 나타난 Fp1 델타파는 좌뇌의 활성화를 낮추는 효과가 다른 음악에 비해 높은 것으로 판단된다. 또한 델타파는 부정적 반응에 증가하는 경향을 보인다는 황민철등[25]의 연구를 참고하여 이 음악이 긍정적 정서를 불러들이는 다른 음악과는 달리 부정적 정서를 불러오는 장송곡 이라는 특별한 정서를 바탕에 두고 작곡되어진 점을 착안해 보면, 황민철등의 논문을 지지하는 의미 있는 결과로 주목된다.

다섯째, 음악 청취후의 변화를 보면 음악을 듣고 난 후에도 그 효과가 어느 정도 지속 되는걸 볼 수 있다. 그리고 Fp1의 저베타, Fp2의 SMR과 α/-β가 청취중 보다 유의하게 더 높아진 것은 음악 청취중 보다 오히려 우뇌의 이완된 집중이 더 좋아짐을 시사한다. 이것은 음악을 듣고 난 후의 음악 청취의 효과라 볼 수 있겠다.

본 연구의 결과는 정서처리와 주의각성에 중요한 역할을 담당한다는 전전두엽의 Fp1과 Fp2에서 EEG 알파 비대칭 연구들처럼[26] 각기 다른 정서의 음악을 들었을 때의 뇌파 변화를 Fp1과 Fp2에서 연구해 음악에 따른 신경생물학적 특성의 변화를 정량화 하여 연구해 보았다는 데에 의미가 있다. 이 연구 결과로 음악을 듣고 감성의 변화를 느끼는 것은 실제로 뇌의 활동성에 영향

을 미쳐 감성적인 변화와 뇌의 이완 그리고, 주의 각성의 차이를 유도하기 때문인 것으로 밝혀졌다. 이 연구는 감성 공학 이나 음악치료 또는 학습 관련 분야의 다양한 제품 및 환경을 창조하는 기초자료를 제시해 줄 수 있을 것이다.

앞으로 보다 다양한 음악과 실험을 통한 통계적인 분석이 필요함에 따라 음악별 뇌파의 특성에 관한 다양한 후속 연구가 기대된다.

References

[1] O. Y. Kwon, “Musical studies as a function of the brain, listening to music theory”, *Music and Korea* vol. 220, no. 9, 1996.

[2] Hinrich, V. D., Music therapy, siyoos, 1995.

[3] S. M. Park, Y. H. Lee, K. E Ko, K. B Sim, "Development of EEG Signals Measurement and Analysis Method based on Timbre", *Korean Institute of Intelligent Systems,* vol. 20, no. 3, pp. 388-393, 2010. DOI: https://doi.org/10.5391/JKIIS.2010.20.3.388

[4] C. S. Ryu, S. H. Kim, S. H. park, M. C. Whang, "An estimation of the correlation dimension for the EEG in emotional states evoked by Auditory stimuli" *journal of KIISE(B),* vol. 25, no. 2, 1997.

[5] S. H, Seo, S. D. Jang, B. H. Kim, "The Responce of EEG asymmetry and ERP by Auditory Stressor" *Journal of The Korea Academia-Industrial cooperation Society*, pp. 959-961, 2014.

[6] S. T. Seo. "The Effect of Popular Music's Tempos on EEG in University Students", The Department of Physical Education Graduate School of University of Incheon, 2010.

[7] Salame, P., & Baddeley, A. "Effects of background music on phonological short term memory" *Recordings of The Experimental Psychology Society,* 41, pp. 107-123, 1989. DOI: https://doi.org/10.1080/14640748908402355

[8] Smith, C., & Morris, L. W. "Effect of stimulative and sedative music on cognitive and emotional of anxiety" *Psychological Report*, 8, pp. 1187-1193, 1976. DOI: https://doi.org/10.2466/pr0.1976.38.3c.1187

[9] S. W. Jang, H. C. Lee, "The Effect of Musical Genre on Mental Focusing" *The Korean Psychological Association,* pp. 262-263, 2008.

[10] S. W. Byun, S. M. Lee, S. P. Lee, "EEG signal Pattern analysis for emotion classification according to music listening", *The Korean Institule of Electrical Engineers, pp. 54-57,* 2014.

[11] Franklin, E., & Baumgarte, R. "Auditory laterality effects for meiodic stimuli among musicians and nonmusicians," *Journal of Research in Music Education.*vol. 26, pp. 48-56 1978. DOI: https://doi.org/10.2307/3344789

[12] Gaser C., & Schlung, G. "Brain Structurss Differ between Musicians and Non-Musicians," *The Joural of Neuroscience,* vol. 23, no. 27, pp. 9240-5, 2003.

[13] Jentschke, S., Koelsch, S., & Friederici, A. "Investigating the Relationship of Music and Language in Children," *Annal of the New York Academy of Sciences*, vol. 1060, pp. 231-42, 2005. DOI: https://doi.org/10.1196/annals.1360.016

[14] Cohen, H., Levy, J. J., & Mcshane, D. "Hemispheric specialization for speech and non-verbal stimuli in Chinese and French Canadian subjects," *Neuropsychologia,* vol. 27, pp. 241-5, 1989. DOI: https://doi.org/10.1016/0028-3932(89)90175-9

[15] E. Y. Kim, "The Effects of Musical Stimulus on EEG Spectra of Listeners",Major of Clinical Music Therapy Graduate School of Music Therapy Sookmyung Women's University, 2004.

[16] Y. J. Kim, "Development of Brain Circulation Learning Model Based on EEG Analysis of Learning Activities", Unpublished Doctoral Dissertation, Seoul National University, 2000.

[17] D. S. Kim, J. W. Choi, EEG Analysis, Koryo Medicine. 2001.

[18] P. W. Park, "Interpretation Method of EEG", *Korea Research Institute of Jungsin Science,* 2005.

[19] E. J. Kwon, "The influence of Music Tempo on Arousal, Shooting Performance and brain wave during Free Performance Routine", Department of Physical Education Graduate School of Kyungpook National University, 2010.

[20] C. W. Jung, H. E. Lee, H. W. Wi, N. S. Choi, P. W. Park, "Study on the Characteristics of EEG in Resting State on Visuo-Spatial Working Memory Performance", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society,* vol. 17, no. 4, pp. 351-360, 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2016.17.4.351

[21] D. H. Moon, J. H. Yang, Y. W. Kim, H. J. Kang, "The Effect on Electroencephalogram by the Stimuli of Musics and Acoustic Vibrations", *The Korean Society For Power System Engineering,* pp. 358-364, 2007.

[22] Cook, R. B. "Left-right differences in the perception of dichotically presented musical stimuli", *Journal of Music Theraoy,* vol. 10, no. 2 pp. 59-63, 1973. DOI: https://doi.org/10.1093/jmt/10.2.59

[23] Gordon, H. W. (1970). "Hemispheric asymmetries in the perception of musicical chords", *Cortex*; 6: pp. 387-98, 1970. DOI: https://doi.org/10.1016/S0010-9452(70)80003-X

[24] Milner, B,"Laterality effects in audition", In Interhemispheric Relations and Cerebral Dominance. V. Mountcatl; Johns Hopkins University Press, pp. 177-95, 1962.

[25] M. C. Whang, J. H. Sohn, C. J. Kim, "Study for Variational Characteristics of Brain According to Human Emotion : Human Emotion by Auditory Perception," *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers,* vol. 23, no. 3, pp. 609-619, 1997.

[26] Coan J. A, Allen JJB. "Frontal EEG asymmetry as a moderator and mediator of emotion", *Biol. Psychol.*, vol.

67, pp. 7-49, 2004.
DOI: https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2004.03.002

최 남 숙(Nam-Sook Choi) [정회원]

- 1991년 2월 : 숙명여자대학교 작곡과 학사
- 2013년 8월 : 서울불교대학원대학교 심신통합치유학과 뇌과학전공 (뇌과학석사)
- 2016년 2월 : 서울불교대학원대학교 심신통합치유학과 뇌과학전공 박사과정 수료
- 2015년 7월 ~ 현재 : (재)한국정신과학연구소 뇌교육부 교수
- 2016년 8월 ~ 현재 : 신한대학교 강사
- 2016년 8월 ~ 현재 : 경기대학교 서비스경영전문대학원 특임교수

<관심분야>
뇌과학, 뇌인지과학, 뉴로피드백, 명상, 게슈탈트심리치료, 예술치료

임 기 용(Gi-yong Im) [정회원]

- 1984년 2월 : 한양대학교 공과대학
- 1986년 2월 : 중앙대학교대학원 전자계산학과 (이학석사)
- 1988년 3월 ~ 20012년 9월 : KT 연구개발연구원,인재개발원 부장
- 2013년 2월 ~ 현재 : 한국뇌과학회 이사
- 2012년 9월 ~ 현재 : Neuco컨설팅 대표

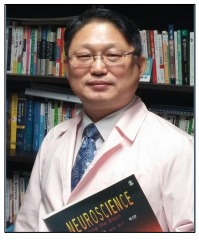
<관심분야>
뇌과학, 인지과학, 뉴로피드백, 코칭, 게슈탈트치료, HRD

정 철 우(Chul-Woo Jung) [정회원]

- 1994년 2월 : 부산대학교 섬유공학과 (공학사)
- 2014년 2월 : 서울불교대학원대학교 심신통합치유학과 뇌과학전공 (뇌과학석사)
- 2016년 2월 : 서울불교대학원대학교 심신통합치유학과 뇌과학전공 박사과정 수료
- 2005년 3월 ~ 2014년 11월 : 브레인하모니 뉴로피드백 두뇌 교육원 동래교육센터장
- 2007년 11월 ~ 현재 : (재)한국정신과학연구소 뇌교육부 교수
- 2012년 12월 ~ 현재 : 한국뉴로피드백 뇌과학연구소 소장
- 2014년 12월 ~ 현재 : 파낙토스 IBC통합뇌센터 해운대센터 센터장

<관심분야>
뇌과학, 뉴로피드백, 뇌파, 인지과학, 명상

이 협 의(Hyeob-Eui Lee) [정회원]



- 1990년 2월 : 동아대학교 경영학학사
- 2013년 2월 : 대전대학교 (스포츠의학 석사)
- 2014년 2월 : 서울불교대학원대학교 심신통합치유학과 뇌과학전공 박사과정 수료
- 2007년 4월 ~ 현재 : 키룽성장비만센터 원장
- 2008년 6월 ~ 현재 : 국민건강체육문화진흥원 사무총장
- 2010년 2월 ~ 현재 : 대한유소년축구연맹 회장
- 2013년 3월 ~ 현재 : 한국비엔에스교육문화진흥원(주) 원장

<관심분야>
뇌과학, 뉴로피드백, 영양학, 중금속, 운동치료, 운동학습

위 현 욱(Hyun-Wook Wi) **[정회원]**

- 2012년 8월 : 백석대학교 상담대학원 가족상담학과 석사
- 2016년 2월 : 서울불교대학원대학교 심신통합치유학과 뇌과학전공 박사과정 수료
- 2013년 7월 ~ 현재 : 행복한우리 심리상담센터 부소장
- 2015년 6월 ~ 현재 : 부부가족상담부모교육협회 가족상담전문가

<관심분야>
뇌과학, 뉴로피드백, 심리상담, 부부상담

박 병 운(Pyong-Woon Park) **[정회원]**

- 1981년 8월 : 연세대학교 물리학과(이학사)
- 1985년 8월 : 미국 Indiana대학교 물리학과 (물리학 석사)
- 1990년 9월 : 미국 Indiana대학교 물리학과 (물리학 박사)
- 1991년 1월 ~ 1994년 9월 : 한국전자통신연구소 선임연구원
- 1994년 9월 ~ 1996년 9월 : 한국정신과학연구소 책임연구원
- 1994년 10월 ~ 1998년 12월 : 한국정신과학학회 총무이사
- 1996년 9월 ~ 현재 : 한국정신과학연구소 소장
- 1998년 9월 ~ 2012년 5월 : 브레인테크(주) 대표이사
- 1999년 1월 ~ 2006년 12월 : 한국정신과학학회 이사
- 2000년 6월 ~ 2008년 6월 : 국립치료감호소 자문위원
- 2004년 8월 ~ 2008년 2월 : 서울벤처정보대학원대학교 뇌과학 전공 겸임교수
- 2008년 3월 ~ 2009년 8월 : 서울불교대학원대학교 뇌과학 전공 주임교수
- 2010년 9월 ~ 2016년 2월 : 서울불교대학원대학교 뇌과학 전공 주임교수
- 2011년 11월 ~ 현재 : (주)파낙토스 대표이사
- 2013년 9월 ~ 2016년 2월 : 서울불교대학원대학교 부총장
- 2014년 1월 ~ 2015년 2월 : 서울불교대학원대학교 총장 대행
- 2016년 3월 ~ 현재 : 서울불교대학원대학교 석좌교수

<관심분야>
물리학, 뇌과학, 뇌파, 뉴로피드백, BMI