

백색잡음을 혼합한 게임음악이 전전두엽에 미치는 영향*

최종윤*, 이대웅**

상명대학교 대학원 게임학과*, 상명대학교 소프트웨어대학 디지털미디어학부**
mpu401@naver.com, rhee219@smu.ac.kr

An Effect of the Prefrontal Lobe Influenced by Game Music Mixed with White Noise

Jong Yun Choi*, Dae Woong Rhee**

Ph.D. Course, Dept of Game, Graduate School, Sangmyung Univ.*
Division of Digital Media, College of Software, Sangmyung Univ.**

요 약

디지털미디어의 사운드는 인간의 감각을 자극하여 커뮤니케이션을 수행한다. 소리 자극은 생리적 흥분을 가져오고 반응에 민감한 상태로 각성시키는데, 이는 심장박동, 혈압, 뇌파신호로 나타난다. 본 논문에서는 이완효과가 있는 백색잡음을 혼합한 게임음악과 백색잡음이 섞이지 않은 게임음악을 듣는 게임 플레이어의 뇌파변화를 검사했다. 실험은 두 그룹으로 나누어 진행되었으며 A 그룹은 백색잡음이 섞인 게임음악을, B 그룹은 백색잡음이 섞이지 않은 게임음악을 들으며 게임을 플레이했다. 두 그룹의 전전두엽 뇌파 변화를 측정 한 결과 좌뇌에서는 백색잡음의 이완효과가 나타났으며, 우뇌의 경우는 기대치에 미치지 못했다. 본 연구는 백색잡음의 이완효과를 이용한 기능성 심리치료 게임을 개발하기 위한 기본 연구가 될 것이다.

ABSTRACT

The sound of digital media would be able to perform communication by stimulating body's senses. Because the sound stimuli could arouse a person into the physiological excitement and sensitivity, which appear as the changes of heartbeat, blood pressure, brain waves(EEG) signals. In this paper, we would like to examine whether the game music mixed with relaxing white noises has an effect to relax game player or not through the EEG changes of game players. For the experiment, we divided game players into group A that plays game while hearing game music mixed with white noises, and group B that plays game while hearing game music not mixed. And we measured the EEG changes of the prefrontal lobe between two groups. The result shows that the game music mixed with white noises has an relaxing effect for the left brain, but fall short of the expectations for the right brain. It would be a basic research which will contribute to the development of serious games for psychotherapy using relaxing white noises.

Keywords : White Noise, Game Music, Prefrontal Lobe, EEG

접수일자 : 2011년 11월 21일 심사완료 : 2011년 12월 09일

주저자 : 최종윤, 교신저자 : 이대웅

* 본 논문은 2011년 상명대학교 교내연구비를 지원받아 연구되었음.

1. 서 론

1.1 연구 목적

스트레스 해소나 기분 전환을 위해 음악을 듣는 것은 생활 속의 일상적인 행동이다. 소리와 음악에 의한 음향진동요법은 치료를 위한 대체의학 분야에서 사용되기도 한다. 소리에 의한 자극이 인체에 주는 영향은 음악의 생리적 반응, 의료관련 영역 등 다양한 분야에서 연구되고 있다[1].

소리는 인체에 영향을 주는 청각적 자극이다. 이는 우리가 일상적으로 접하는 멀티미디어의 소리도 인체에 영향을 준다는 뜻이다. 특히 게임 등의 디지털미디어는 다양한 소리로 구성되어 인체에 영향을 준다. 이 소리는 기능적으로 인간의 감각을 자극하여 커뮤니케이션을 수행하는 역할을 한다. 또한 현전감¹⁾을 강화시키고 감정이입을 유발한다[2]. 소리 자극은 생리적 흥분을 가져오고 반응에 민감한 상태로 각성시키는데, 이는 심장박동, 혈압, 뇌파신호로 나타난다[3].

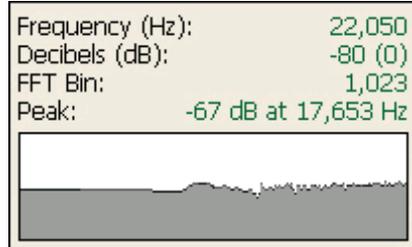
본 논문에서는 소리 자극에 의한 전전두엽²⁾의 뇌파변화를 검사하기 위해 백색잡음을 사용하여 실험을 했다. 실험은 두 그룹으로 나누어 진행되었으며 A 그룹은 백색잡음이 섞인 게임음악을, B 그룹은 백색잡음이 섞이지 않은 게임음악을 들으며 게임을 플레이했다. 이 실험은 백색잡음의 이완효과를 이용해 기능성 심리치료 게임³⁾ 개발을 위한 기본 연구가 될 것이다.

1.2 선행 연구

1.2.1 백색잡음

백색잡음⁴⁾은 인간의 가청범위(20Hz~20kHz) 내에서 모든 주파수를 같은 양으로 포함하고 있는, 의미를 가지지 않는 소리이다. 이 소리는 특별한 패턴으로 인식되지 않으며, 인체에 편안하고 안정적인 감성을 유발시킨다[4]. 특정 의미나 패턴을 가지지 않는 백색잡음의 주파수 형태를 시각적으로

표현하면 [그림 1], [표 1]과 같다.



[그림 1] 백색잡음의 Spectrum Analysis 화면

[표 1] Spectrum Analysis 화면의 분석 항목

항목	설명
Frequency (Hz)	1초당 주파수
Decibels (dB)	전체 음량의 평균
FFT Bin	고속푸리에 변환 함수
Peak	음량의 최고수치

백색잡음은 이완의 감성을 유발하는 특성 때문에 수면, 명상을 유도하는 제품에 사용되고 있다. 실례로 수면장애를 겪는 중환자실(Intensive Care Unit)의 환자들을 대상으로 한 연구에서 백색잡음 소리를 들은 집단은 수면시간이 증가했다[5].

1.2.2 스트레스와 뇌파

정서유발 자극들은 심리적 변화와 함께 생리적 변화도 유발한다. 특히 스트레스와 관련된 정서는 자율신경계를 활성화시켜 위협적 환경에 대처하도록 한다[6]. 하지만 이 상태가 계속되면 정신적 또는 신체적 장애나 질병의 원인이 될 수 있다[7]. 본 연구에서는 스트레스에 의한 자극의 정도를 확인하기 위해 두 종류의 연구내용을 참조했다.

첫 번째는 이완효과이다. 백색잡음을 자연음과 혼합해 실험한 연구에서 실험집단은 순수한 자연음

- 1) 실제 그곳에 있는 것 같은 느낌
- 2) Prefrontal Lobe
- 3) 기능성 게임: 게임적 재미 외에 치료효과 등 특별한 목적을 갖는 게임. 미국에서는 Serious Games라고 한다[8].
- 4) 白色雜音, White noise

을 들은 통제집단보다 더 큰 이완효과를 보였다[9].

두 번째는 뇌파의 안정도이다. 뇌파를 이용한 쾌적감성의 연구에서 제시한 쾌적의 의미는 기분 좋은 환경에서 신체반응에 큰 변화가 일어나지 않는 상태를 뜻한다[10].

본 논문에서는 피험자를 두 그룹으로 나누어 백색잡음이 섞인 게임음악을 듣는 실험집단 A와 섞이지 않은 게임음악을 듣는 통제집단 B의 뇌파 변화를 측정한다.

2. 연구 방법

2.1 실험 개요

본 연구에서는 소리에 의한 좌뇌와 우뇌의 뇌파 반응을 단계별로 측정하기 위해 실험 진행 60초마다 뇌파의 반응 데이터(3차 실험의 평균수치)를 사용하여 각 집단의 시간별 변화, 집단별 시점의 차이에 대해 분석한다. 실험 과정은 [표 2]와 같다.

[표 2] 실험 과정

과정	실험내용
1단계	0분 00초~1분 00초~2분 00초 게임 플레이 직전기
2단계	2분 00초~3분 00초~4분 00초~5분 00초 게임 집중기(신체적, 심리적 자극 요인이 강한 시기) 뇌파 측정
3단계	5분 00초~6분 00초~7분 00초~8분 00초 게임 휴식기. 통제집단과 실험집단을 대상으로 다른 환경에서 뇌파 측정 실험집단: A그룹(5명)은 휴식을 취하며 백색잡음이 섞인 게임음악 청취 통제집단: B그룹(5명)은 휴식을 취하며 일반 게임음악 청취

2.2 실험 환경

본 연구는 20대~30대의 남자 8명, 여자 2명을 대상으로 실험에 대한 사전 동의를 얻었다. 피험자

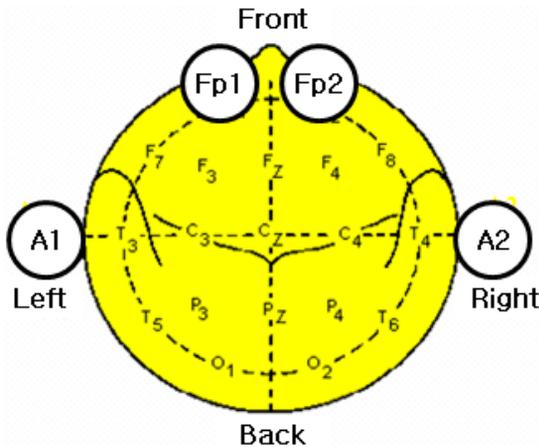
10명은 실험집단 A(5명)와 통제집단 B(5명)로 임의 구분했다. [표 2]의 3단계 내용과 같이 실험집단 A의 피험자들은 같은 상황에서 백색잡음이 섞인 게임사운드를 청취하게 한다. 통제집단 B의 피험자들에게는 게임 중의 휴식 상황에서 기존의 게임사운드를 수정 없이 청취시킨다. 실험은 총 3회에 걸쳐 진행되며, 실험 환경은 [표 3]과 같이 설정한다.

[표 3] 실험 환경

	A그룹(실험집단)	B그룹(통제집단)
실험 방법	기존 게임음악과 백색잡음 청취	기존 게임음악 청취
인원 구성	20대 남성 3명 20대 여성 1명 30대 남성 1명	20대 남성 3명 30대 남성 1명 30대 여성 1명
기타	총 3회 실험의 평균값 분석	

뇌파측정에는 CANS3000(LAXTHA Inc)을 이용한다. 뇌파를 정밀하게 측정하기 위해서는 일반적으로 8채널 이상의 장비가 필요하다고 알려져 있는데, 본 실험 장비는 2채널 실험 환경만 제공되므로 전체적인 뇌파를 측정할 수 없는 한계를 갖고 있다. 한정된 실험 환경에서 연구를 진행하기 위해 기존의 뇌파 관련 연구[11,12,13]들을 참고한 결과 전전두엽의 뇌파를 측정하여 분석하는 방법을 선택했다. 전전두엽은 인간의 인지 사고 및 창의성과 관련이 있으며, 뇌 전체에서 발생하는 정보를 종합하여 판단하고 조직화하는 곳이다. 따라서 전전두엽의 뇌파는 인간의 신체적 상태를 나타내는 중요한 자료[14]로 분석할 가치가 있다.

실험에 앞서 측정기기를 운용한 경력이 많은 뇌파측정기 교육담당자를 통해 이용에 대한 사전교육을 받고 실험을 준비했다. 실험은 피험자의 안전을 위해 센서를 두피 표면에만 부착하는 비침습형(Non-Invasive) 방식으로 진행한다. 센서는 10%~20% 국제표준전극부착법을 기준으로 부착하며, 위치는 다음과 같다.



[그림 2] 실험에 사용된 센서 부착 위치

[그림 2]와 같이 뇌파 측정 센서는 전전두엽 위치에 부착한다. Fp1는 좌측 전전두엽에 해당하며, 왼쪽 이마 부분이다. Fp2는 우측 전전두엽 위치로 오른쪽 이마, A1과 A2는 각각 GND와 REF의 기능으로 양쪽 귓볼 위치이다.

본 실험에는 (주)네오플에서 제작, 현재 넥슨에서 서비스하고 있는 게임 던전 앤 파이터를 사용한다. 실험용 게임 선정 이유는 창 모드에서 실험용 사운드 실행도구를 조작하며 플레이하기 쉬운 점, 마을과 전투지역의 이동이 자유로운 점, 그리고 오랜 서비스로 게임 실행 환경이 안정적인 점 등이다.

3. 분석 결과

3.1 분석 방법

첫째, 게임음악의 백색잡음 혼합여부에 따른 피험자들의 뇌파 변화를 1분 단위로 살펴보기 위해 반복측정 분산분석을 실시한다.

둘째, 본 연구의 분석은 유의수준 $p < .05$, $p < .01$, $p < .001$ 에서 검증⁵⁾하며, 통계처리는 SPSSWIN 18.0 프로그램을 사용하여 분석한다.

본 연구에서는 단계별 좌우뇌파의 반응을 측정

하기 위해 실험 진행 60초마다 뇌파의 반응 데이터(3차 실험의 평균수치)를 사용하여 각 집단의 시간별 변화, 집단별 시점의 차이에 대해 분석한다.

3.2 Mauchly의 W의 구형성 검정

측정된 뇌파를 분석하기 위해 구형성 검정을 했다. 구형성 검정은 반복 측정된 데이터의 등분산 조건을 나타내는 것으로, 데이터 처리 내 상관과 분산들이 동일함을 의미한다. 구형성을 만족하는 경우에는 일변량 분석을 진행하며, 만족하지 않는 경우 다변량 기법으로 분석이 가능하다.

[표 4]는 좌측 뇌파의 구형성을 검정한 결과이다. 표에서 Sig는 유의확률을 뜻하며 집단의 측정 데이터가 얼마나 다른지를 검증하기 위한 기준 값이다. 측정된 좌측 뇌파를 분석한 결과 유의확률 ($p=.227$)이 유의수준 0.05보다 크므로 구형성 가정이 만족됨을 알 수 있다. 따라서 좌측 뇌파는 일변량 분석기법을 사용했다. 그 결과는 [표 5]와 같이 나타났으며, 시간에 따른 개별적 데이터, 그리고 집단의 차이에 의해 조합된 데이터를 분석했다. 먼저 집단의 차이를 배제한 시간별 뇌파반응을 분석한 결과 유의확률이 .049로 $p < .05$ 수준에서 시간별 뇌파반응 차이는 유의하다고 할 수 있다($F=2.093$, $p < .05$). 즉 반복측정의 시점에 따라 총9회의 뇌파 반응 차이는 좌측 뇌파에서 백색잡음에 의한 뇌파의 안정 효과를 보여주고 있다. 하지만 시간과 집단의 조합에 의한 뇌파반응에서는 유의확률 .794로 집단 간 시간별 뇌파의 변화 양상이 유의하게 나타나지 않았다($F=.576$, $p > .05$). [표 4,5] 좌측 뇌파의 측정데이터에서는 부분적으로 백색잡음의 안정 효과가 나타났다.

우측 뇌파의 측정값은 [표 6]과 같이 나타났다. 좌측 뇌파와 마찬가지로 방법으로 집단 간의 통계적 유의수준 내에서 구형성을 검정한 결과 유의확률 ($p=.019$)이 유의수준 .05보다 작으므로 구형성 가

5) 유의수준: 집단이 얼마나 다른지를 검증하기 위해 3가지 범위로 주어지며, 본 논문에서는 최대 .05 또는 .01값까지의 집단을 다르다고 분석(* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$)

정이 만족되지 않았다. 따라서 귀무가설을 기각하며 다변량 분석기법을 이용했다. [표 7]의 시간 항목에서는 유의확률이 .05보다 크므로 반복측정 시점에 따른 뇌파 변화량의 차이는 유의하지 않았다. 하지만 시간과 집단과의 상호작용을 뜻하는 시간*그룹 항목에서는 .111로 유의수준을 크게 벗어나지 않아 미약한 집단 간의 차이가 있는 것으로 해석

되었다. 측정된 뇌파 데이터를 분석한 결과 백색잡음에 의한 이완 효과가 부분적으로 나타났지만, 전체적으로 일관적이지 못한 결과를 보였다. 더 명확한 분석을 위해 3.3에서는 시간의 흐름에 따른 뇌파의 변화를 각 시점별로 분석했다.

[표 4] 좌측 뇌파의 구형성 검정

Within Subjects Effect	Mauchly의 W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	엡실런a		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	하한값
시간	.000	46.094	35	.227	.458	.997	.125

df: 자유도. 한 변인의 범주의 수(n-1)

Sig.: 유의확률. 집단 간의 통계적 유의수준 내에서 유의함의 유무를 판정할 수 있는 기준 값

Approx.chi-square: 근사 카이제곱. 카이제곱 분포를 이루는 통계량에 대해 설명을 붙이는데 사용

엡실런a: 유의성 평균검정의 자유도를 조절할 때 사용할 수 있는 수치

[표 5] 좌측 뇌파의 개체 내 효과검정

		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
시간	구형성 가정	4246.416	8	530.802	2.093*	.049
	Greenhouse-Geisser	4246.416	3.661	1159.943	2.093	.112
	Huynh-Feldt	4246.416	7.976	532.399	2.093	.050
	하한값	4246.416	1.000	4246.416	2.093	.186
시간*그룹	구형성 가정	1168.956	8	146.120	.576	.794
	Greenhouse-Geisser	1168.956	3.661	319.310	.576	.668
	Huynh-Feldt	1168.956	7.976	146.559	.576	.793
	하한값	1168.956	1.000	1168.956	.576	.470
오차 (시간)	구형성 가정	16234.329	64	253.661		
	Greenhouse-Geisser	16234.329	29.287	554.318		
	Huynh-Feldt	16234.329	63.808	254.425		
	하한값	16234.329	8.000	2029.291		

*p<.05

시간: 집단의 차이를 배제한 시간별 뇌파반응의 차이

시간*그룹: 시간과 집단의 조합에 의한 시간별 뇌파반응의 차이

df: 자유도. 한 변인의 범주의 수(n-1)

F: 분산 분석의 검정통계량

Sig.: 유의확률. 집단 간의 통계적 유의수준 내에서 유의함의 유무를 판정할 수 있는 기준 값

[표 6] 우측 뇌파의 구형성 검정

Within Subjects Effect	Mauchly의 W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	엡실런a		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	하한값
시간	.000	60.230	35	.019	.477	1.000	.125

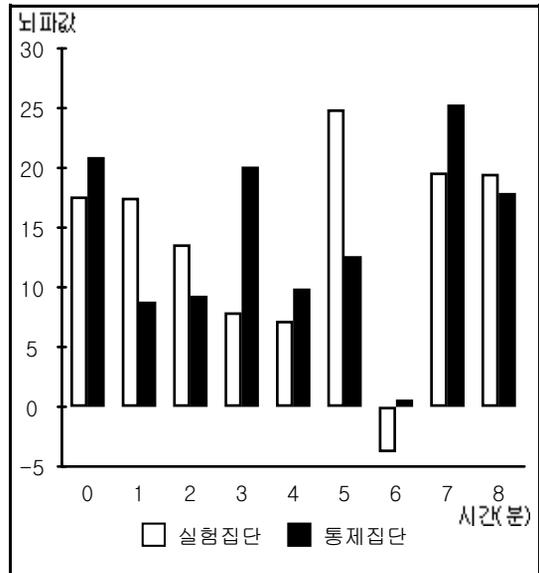
[표 7] 우측 뇌파의 시점 간 다변량 검정

효과	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	
시간	Pillai's Trace	.990	12.002a	8.000	1.000	.220
	Wilks' Lambda	.010	12.002a	8.000	1.000	.220
	Hotelling's Trace	96.016	12.002a	8.000	1.000	.220
	Roy's Largest Root	96.016	12.002a	8.000	1.000	.220
시간*그룹	Pillai's Trace	.997	48.192a	8.000	1.000	.111
	Wilks' Lambda	.003	48.192a	8.000	1.000	.111
	Hotelling's Trace	385.539	48.192a	8.000	1.000	.111
	Roy's Largest Root	385.539	48.192a	8.000	1.000	.111

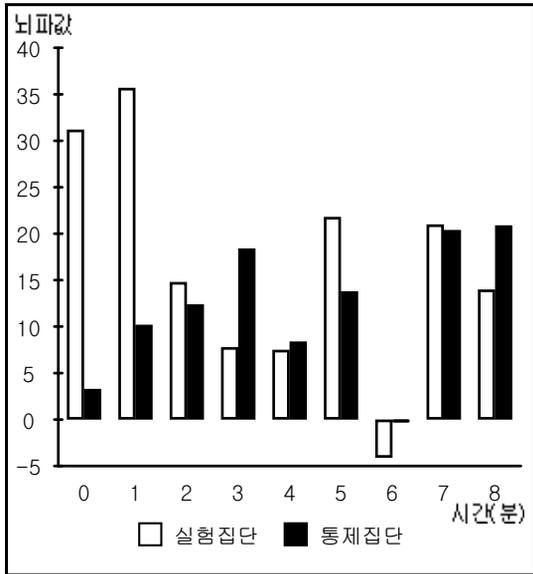
시간: 집단의 차이를 배제한 시간별 뇌파반응의 차이
 시간*그룹: 시간과 집단의 조합에 의한 시간별 뇌파반응의 차이
 F: 분산 분석의 검정통계량

3.3 시점별 대비 검정

시간의 흐름에 따른 뇌파 반응 데이터를 검증하기 위해서 시점별 대비 검정을 실시했다. [그림 3]은 실험집단과 통제집단의 좌측 뇌파 변화를 시점별로 표시한 그래프이다. x축은 시간의 흐름, y축은 뇌파의 변화량을 뜻하며 y축이 마이너스 방향으로 향하면 뇌의 긴장도가 낮아지고 뇌파가 안정됨을 의미한다. 실험 시작 후 2분까지의 1단계 게임접속(0분~2분) 상황과 5분까지의 2단계 게임플레이(2분~5분) 상황에서는 두 집단 모두 '+' 뇌파값이 측정되며 시점에 따른 차이를 불균형하게 보였다. 마지막 3단계(5분~8분)의 휴식상황에서는 급격하게 '-' 뇌파값을 가지며 급격히 하락한 후 점차 상승하는 것으로 나타나 실험집단이 통제집단보다 안정적인 뇌파상태를 보였다. 특히 백색잡음을 청취하기 시작한 3단계 초반(5분~7분)의 이완 효과가 실험집단에서 크게 나타났다.



[그림 3] 좌측 뇌파의 시점별 관찰 측면도



[그림 4] 우측 뇌파의 시점별 관찰 측면도

우측 뇌파의 변화를 살펴본 결과 [그림 4]와 같이 1단계(0분~2분)와 2단계(2분~5분)에서 좌측

뇌파의 측정 데이터와 같이 각 시점별 ‘+’영역의 뇌파값이 측정되며 시점에 따른 차이를 보였고 마지막 3단계(5분~8분)에서는 좌측뇌파와 같이 급격하게 ‘-’영역의 뇌파 수치를 가지며 하락한 후 상승하는 것으로 나타났다. 좌측 뇌파와 마찬가지로 3단계 초반(5분~7분)에서 실험집단의 뇌파 안정 효과가 나타났다.

독립변수가 종속변수에 미치는 영향이 유의미한지 확인하기 위해 개체 간 효과검정을 한 결과는 [표 8,9]와 같이 나타났다. 총 9회의 반복측정 구분 없이 집단 간 차이를 검정한 결과 [표 8]과 같이 좌측 뇌파는 두 집단의 뇌파차이가 유의하게 나타나지 않았음을 알 수 있다($F=.003, p>.05$). 우측 뇌파의 개체 간 효과검정은 [표 9]의 데이터를 나타냈다($F=.706, p>.05$). 개체 간 효과검정에서는 유의한 데이터를 얻어내지 못한 결과이다. 추가적으로 좌우측 뇌파의 집단 간 차이를 검증한 결과는 [표 10]과 같다.

[표 8] 좌측 뇌파의 개체 간 효과검정

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
절편	17387.520	1	17387.520	71.698***	.000
그룹	.713	1	.713	.003	.958
오차	1940.095	8	242.512		

*** $p<.001$

[표 9] 우측 뇌파의 개체 간 효과검정

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
절편	18487.784	1	18487.784	26.302***	.001
그룹	496.254	1	496.254	.706	.425
오차	5623.167	8	702.896		

*** $p<.001$

df: 자유도. 한 변인의 범주의 수($n-1$)

F: 분산분석의 검정통계량

[표 10] 좌우측 뇌파의 집단 간 차이 검증

그룹		M	N	SD	t	p
시작_좌우	통제집단	19.28305283	10	15.903080179	.218	.833
	실험집단	17.31019970	10	30.509690852		
1단계 1분_좌우	통제집단	13.22306433	10	10.653406625	-.869	.407
	실험집단	23.00600323	10	35.877462126		
1단계 2분_좌우	통제집단	11.49618050	10	10.076527299	-1.316	.221
	실험집단	13.69128203	10	11.441260871		
2단계 3분_좌우	통제집단	14.04333147	10	9.190831981	.763	.465
	실험집단	13.13707983	10	8.787053051		
2단계 4분_좌우	통제집단	8.60610223	10	7.409166262	.639	.538
	실험집단	8.01708137	10	9.283994465		
2단계 5분_좌우	통제집단	18.80962763	10	27.719341096	.232	.822
	실험집단	17.85508407	10	34.405965901		
3단계 6분_좌우	통제집단	-1.59422770	10	20.248583941	.415	.688
	실험집단	-2.23871503	10	23.461002033		
3단계 7분_좌우	통제집단	22.49172400	10	12.265851349	.554	.593
	실험집단	20.73498790	10	20.126623612		
3단계 8분_좌우	통제집단	18.73618090	10	14.602018523	.496	.632
	실험집단	17.47926560	10	19.412814331		

M: 평균 N: 피험자의 수 SD: 표준편차 t: t검정의 검정통계량 p: 유의확률

실험 시점별 좌우측 뇌파의 집단 간 차이를 알아보기 위해 대응표본 t-test를 한 결과 [표 10]과 같이 모든 시점에서 좌우측 뇌파 데이터가 비슷하게 나타났음을 알 수 있다. 전체 시점별 차이는 집단을 배제한 상황에서 유의하게 나타났으나 집단 간 차이는 보이지 않았다. 각 시점 간 차이에서는 5분과 6분 사이에서 큰 차이를 보였다.

실험 결과를 전체적으로 정리해보면 시점별 관찰 측면도[그림 3,4]에서 살펴본 것과 같이 5분 이후의 뇌파 변화가 두 집단 모두 크게 나타나 게임 중 휴식의 효과가 큰 것으로 나타났다. 좌뇌와 우뇌로 구분해서 살펴본 결과 좌측 뇌파에서는 백색잡음의 뇌파 안정 효과를 확인했다. 하지만 우측 뇌파의 경우 같은 내용에서 미약한 수준의 효과를 보였다. 실험 시간을 기준으로 한 시점별 분석에서는 3단계에 해당하는 휴식 상황에서 백색잡음을 청취한 실험집단의 뇌파 변화가 통제집단보다 크게 나타나 뇌파 안정 효과가 있는 것으로 분석되었다.

4. 결 론

본 논문에서는 전전두엽 뇌파를 측정해서 이완 효과가 있는 백색잡음을 혼합한 게임음악이 게임을 하고 있는 게임 플레이어에게 실제로 이완효과를 주는지 알아보고자 했다. 전전두엽의 뇌파 변화를 분석한 결과 좌측 뇌파에서는 백색잡음에 의한 이완효과가 나타났으나 우측 뇌파에서는 기대했던 수준에 미치지 못하는 결과를 보였다. 이것은 안정된 상태가 아닌 게임플레이 도중 뇌파를 측정하여 실험환경의 안정성을 확보하지 못했기 때문으로 추정된다. 인상적인 결과는 게임플레이 도중 긴장상황에서 휴식상황으로 전환될 때의 급격한 뇌파 안정 효과였다. 하지만 아무 것도 하지 않는 상태에서 휴식상황이 길어질 경우 다시 뇌파가 긴장상태로 변화하는 것을 볼 수 있었다. 게임 중의 휴식 효과를 높이기 위한 게임 디자인 방법에 대해서는 앞

으로의 연구를 통해 검증할 것이다. 전체적으로 실험과 분석 과정에서 시간에 따른 뇌파의 안정도를 측정하여 비교한 것만으로는 통제집단과 실험집단의 상태 차이를 분석하는데 한계가 있었다. 향후 실험에서 파워 스펙트럼 분석을 통한 뇌파의 종류별 비율을 연구하고, 실험자의 수와 실험 횟수를 증가시킨다면 더 신뢰도 높은 결과가 기대된다.

참고문헌

- [1] 문덕홍, “음악과 음향진동자극에 의한 인체에의 영향”, 한국동력기계공학회지, 제12권, 제5호, p.59, 2008.
- [2] 유희중, 문남미, “영상음향의 사운드디자인구조가 수용자 감응도에 미치는 영향(TV광고영상음향을 중심으로)”, 한국방송공학회 동계학술대회, pp.173-174, 2008.
- [3] 김상범, “몰입과 서사에 관련한 게임음악의 기능 연구”, 동아대학교 예술대학원 석사학위논문, p.7, 2008.
- [4] 김진우, 권형준, 배명진, “과도소리의 심리음향 분석”, 대한전자공학회 하계종합학술대회, 제31권, 제1호, p.991, 2008.
- [5] Michael L. Stanchina, Muhanned Abu-Hijleh, Bilal K. Chaudhry, Carol C. Carlisle, Richard P. Millman, “The influence of white noise on sleep in subjects exposed to ICU noise”, Sleep Medicine, p.423, 2005.
- [6] 손인훈, 이임갑, Estate Sokhadze, 김지은, 최상섭, “1/f 음악이 스트레스에 따른 정서생리반응에 미치는 영향”, 한국감성과학회지, Vol 1, No 1, p.135, 1998.
- [7] 문덕홍, 김영완, 강화중, 최명수, “음향진동장치에 의한 인체의 스트레스 저감효과”, 대한기계학회 춘계학술대회, pp.1-2, 2007.
- [8] 이대웅, 윤형섭, “기능게임에 관한 연구”, 자연과학연구 6권, 상명대학교 자연과학연구소, p.817, 1999.
- [9] 김종화, 황민철, 우진철, 김종서, 최원민, 윤중삼, 황병철, “White Noise를 혼합한 음향의 이완효과에 관한 연구”, 한국감성과학회 추계학술대회, 상명대학교 대학원 컴퓨터학과, pp.62-65, 2008.
- [10] 전용웅, “1/f Fluctuation 패턴의 청각자극이 쾌적감성에 미치는 영향”, 동국대 대학원 박사학위논문, pp.7-10, 2007.
- [11] 백기자, 박병운, 안상균, “시계열 선형분석을 통한 유아들의 좌우뇌균형에 전전두엽 뉴로피드백 훈련이 미치는 영향 연구”, 한국산학기술학회 논문지, Vol.10, No.7, pp.1673-1679, 2009.
- [12] 안상균, “전전두엽 뉴로피드백 훈련이 초등학생들의 자기조절 능력에 미치는 영향 연구”, 한국산학기술학회 추계 학술발표논문집, pp.558-561, 2009.
- [13] 김원식, 장승진, 장학영, 최형민, 이상태, “전전두엽의 비대칭성에 의존하는 감정”, 감성과학회 춘계학술대회, pp.95-96, 2009.
- [14] 한영수, 채명신, 박병운, 박종기, “뇌-컴퓨터-인터페이스를 이용한 암환자들의 전전두엽 뇌파 분석”, 정보과학회 논문지, 제35권, 제3호, pp.169-171, 2008.



최 종 윤 (Choi, Jong Yun)

2008 상명대학교 디지털미디어대학원 게임학석사
2011-현재 용인송담대학 컴퓨터게임과 겸임교수

관심분야 : 게임사운드, 게임디자인



이 대 웅 (Rhee, Dae Woong)

1996 서울대학교 계산통계학과 이학박사
1990-현재 상명대학교 소프트웨어대학
디지털미디어학부 교수

관심분야 : 게임기획, 게임프로그램