http://dx.doi.org/10.14774/JKIID.2016.25.2.059

Journal of the Korean Institute of Interior Design
Vol.25 No.2 Serial No.115 _ 2016. 04

실내마감재 표면에 감각하는 촉각적 뇌파특성

- '베타파에 대한 알파파' 측정 중심으로 -

Characteristics of the Tactile Brainwave on the Surface of Interior Finishing Materials

- Focusing on the measurement of 'α-wave against β wave' -

Author

여 미 Yeo, Mi / 정회원, 경성대학교 일반대학원 디지털디자인학과 박사과정

이창노 Lee, Chang No / 정회원, 경성대학교 건축디자인학부 실내건축디자인학전공 교수, 공학박사*

Abstract

This study aimed to understand the importance of applying finishing materials into interior space, and to add meaning to the creation of functional space, associated interior finishing materials with brain science. To achieve this purpose, brainwave(EEG) experiment was conducted. The brainwave appearing when sensing the surface of interior finishing materials with hands was measured. The locations of the electrode were FP1, FP2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6, CZ, FZ, and PZ and in addition to these, AFZ was added. Eight(8) kinds of finishing materials: metallic material, film paper, lumbar, stone, glass, silk wallpaper, fabric, and paint were used to measure 'α-wave against β wave.' As a result, it was found that the most activated finishing material in term of relaxation was film paper, followed by metallic, glass, paint, fabric, stone, lumbar, and silk wallpaper. To explain in light of this, ① 'α-wave against β wave' was the most activated at ch1-FP1 and ch2-FP2, and at ch17-AFZ and ch19-FZ, which indicated that metopic-prefrontal lobe showed the highest activation in relaxation. Film paper, among the finishing materials, showed the highest increase in relaxation. ② In general, 'α-wave against β wave' relaxation was inhibited at ch13-T3 and ch14-T4, and at ch15-T5 and ch16-T6 and the arousal in the temporal lobe was prominent. Silk wallpaper, among the finishing materials, showed the highest arounsal effect. As a result of measuring the superficial touch on the silk wallpaper, which was regarded as the most rough material among the eight finishing materials, the arousal effect of α-wave against β-wave, among the brainwave characteristics, was found to be the highest. ③ to judge from the scope of this experiment regarding the tactile sensation over the finishing materials, it is considered that the brainwave reaction sometimes appeared contrastive depending on whether the surface was smooth or rough and there also appeared a difference in relaxation and arousal reaction of the brainwave depending on whether the surface was hot or cold, but the sensation on the surface texture was often evaluated differently depending on who you were. For this reason, this study has some limitations.

Keywords

뇌파, 실내마감재, 촉각적, 베타파에 대한 알파파

Brainwave(EEG), Interior Finishing Materials, Tactile, α-wave against β-wave

1. 서론

1.1. 연구의 배경과 목적

실내공간 인지에 대한 인간의 감각적 느낌은 매우 민감하게 반응하므로 그에 대한 인간 본질을 이해하고 객관적 분석을 통해 제시하여야 할 필요성이 있다. 또 실내디자인은 설계 단계부터 인간을 위한 여러 가지 문제들을 해결하기 위한 연구의 필요성을 제고한다. 최근 사회 여러 분야에서 융복합적 연구에 대한 관심이 증가함에 따라, 본 연구는 실내디자인을 위한 뇌 과학의 기반을 응용하고자 한다. 뇌파 실험연구는 인간의 생체신호를 측정하여 선험적 특성을 분석할 수 있다는 특징을 갖는다. 이것을 토대로 본 연구에서는 실내공간에 사용되는 마감재와 뇌파(EEG)를 접목하여 실험연구를 하고자 한다. 건축공간에서 실내마감재는 가장 나중에 처리하는 공정으로써 사람과 매우 밀접한 거리를 가진다. 실내공간에서 디자인을 이루는 수많은 요건들 중 마감재는 표면으로 느끼는 감성을 넘어 공간의 기능성을 적극적으로 사람에게 전달하는 성질을 가지고 있다. 실내마감재에 대한 기 연구들은 설문 및 사례분석을 통한 주관적 평가들

* 교신저자(Corresponding Author); cnlee@ks.ac.kr

이 많은 경향을 보이고 있다. 본 연구는 건축물의 실내마감재에 대한 인간의 촉각적 자극을 토대로 뇌파 실험을 통한 반응을 측정하고자 한다. 마감재의 표면에서 느껴지는 질감을 손바닥을 통해 감각할 때, 측정되는 뇌파를 토대로 선험적 특성을 분석하여, 보다 객관적인 데이터를 도출하고자 하며, 공간 연구의 한 분야로써 실제 공간에 적용시킬 수 있는 기초적인 이론을 제시하고자 한다.

뇌 과학의 기반으로 중추신경계의 변화, 즉 뇌파의 변화를 측정하고자 하는데, 어떤 마감재를 만졌을 때 사람에게 편안한지, 즉 이완이 되는지 그리고 상대적으로 각성이 되는지를 파악하여 실내공간 재료 마감 시 물리적 기능에 의미를 더하는 공간응용의 가능성을 목적으로 한다. 실내공간에서의 디자인은 기능성과 심미성을 동시에 만족시켜야 하는 요구조건이 항상 따른다. 특히 기능성은 공간의 본질을 질적으로 전달하는 민감한 요인이 됨에 따라, 실내마감재에 대한 뇌파의 생체신호 분석은 공간 환경에서 기능성을 본질적으로 충족시키는데 도움이 될 것이며, 설계단계부터 인간을 위한 공간창출에 도움을 줄 수 있을 것이다.

1.2. 연구 방법 및 범위

본 연구는 실내마감재의 표면을 손으로 감각할 때 나타나는 촉각적 반응에 대한 뇌파측정 연구이다. 이를 위한 연구의 방법으로, 2장에서는 촉각의 감각과 뇌, 뇌파의 배경, 기존 연구방법에 대해 고찰하였고, 기존 연구방법을 통해 본 연구방법을 설정하였다. 3장에서는 설정한 실험환경과 실험방법에 대해 세부적으로 설명하고 연구를 위한 분석의 틀을 정하였다. 4장에서는 실험과 분석을 진행하였는데, 실험결과로 나타난 각 마감재들의 '베타파에 대한 알파파' 반응의 증감을 분석하였고, 실험 마감재들에 대하여 채널별(본 실험에서 채택한 뇌 부위별) '베타파에 대한 알파파'를 종합 분석하였다. 5장에서는 분석에 의한 결론을 도출하였는데, '베타파에 대한 알파파'의 이완과 각성이 관찰된 마감재별 뇌파특성을 함축하여 설명하고 한계점을 나타내었다. 그리고 본 연구 방법에 대한 범위를 4가지로 요약하면 다음과 같다.

① 실험자극물이 되는 실내마감재 선정- 본 연구에서 선정한 실내마감재는 금속재, 필름지, 목재, 석재, 유리, 실크벽지, 직물, 페인트로 한정하였다. 본 연구에서 선정한 실내마감재들은 가공된 마감재이지만 마감재 별로 가지고 있는 물성에 따른 질감의 느낌은 원래의 재료와 거의 동일하기 때문에 패널로 별도 제작하여 피험자가 질감을 만지는 것으로 설정하였다.

② 피험자 선정- 피험자 선정에는 사전조건이 따른다. 본 실험에 참여하고자 하는 자로서 뇌에 대한 병변이 없는 사람, 폐쇄공포증이 없는 사람, 주의산만으로 인하여 진료경험이 없는 사람으로 구성하였으며, 1인의 예비실험을 거친 후 20세이상 43세이하의 성인남녀 46명이 참여하였다.[1] 뇌파의 특성상 다양한 분야의 전공 및 직종을 가진 피험자 집단으로 구성하였다.[2]

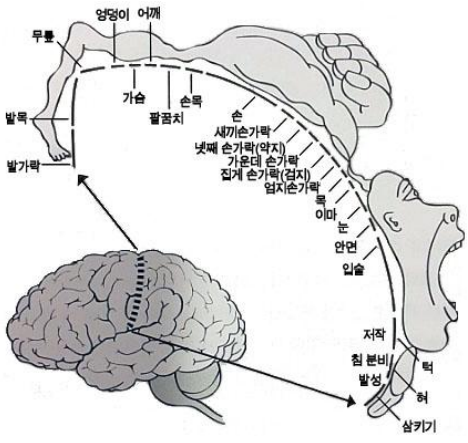
③ 실험 및 실험직후 촉감평가- 마감재의 표면을 손바닥으로 감각할 때 반응하는 뇌파를 측정하는 실험이다. 46명의 피험자에게 각 마감재를 제시하는 방법은, 객관성을 위해 일정한 순서 없이 무작위로 섞어서 제시한다. 실험 직후에 피험자들은 각 마감재들의 질감에 대하여 주관적으로 촉감평가를 실시한다.

④ 분석과 결론도출- TeleScan 3.10 프로그램으로 데이터를 수집 및 분석한다. 채널1~채널20까지 관찰되는 베타파에 대한 알파파를 분석한다. 뇌의 각 부위에서 8가지 마감재들의 베타파에 대한 알파파의 이완과 각성정도를 각각 분석하며, 알파파의 증가와 감소로 관찰되는 마감재를 파악하여 뇌파특성을 통해 결론으로 도출한다.

2. 이론적 고찰과 연구방법의 설정

2.1. 촉각의 감각과 뇌

촉각은 일차적인 감각이며, 촉각적은 촉각의 감각과 관련한다. 촉각의 감각은 복합적이어서, 질감(재료의 성격, 재질감, 감촉)에 기여하는 중요한 요소이다.[3] 인간의 오감 중 촉각의 감각은 신체의 가장 넓은 부위로 외부정보를 받아들인다. 특히 손바닥에는 촉각수용기인 마이스너 소체(Meissner corpuscle)가 많이 분포되어 있는데, 손가락에 더욱 밀집되어 분포하고 있다. 손은 두뇌와의 대응관계에서 뇌에 자극을 주는 감각신경 중 상당 부분을 차지하고 있어, 뇌에 매우 큰 영향을 줄 수 있는 부위임을 <그림 1>[4]의 참조를 통해 알 수 있다.



<그림 1> 두뇌의 운동피질과 신체 각 부위의 대응관계(와일더 펜필드 Wilder Penfield)

1) 조산에서부터 19세까지의 정상뇌파는 다양한 큰 변화를 나타내며 성숙해지고, 성인의 뇌파로써 20세~60세 사이의 정상뇌파는 어린 사람보다 명확하고 거의 변화하지 않는다. 윤중수, 뇌파학개론, 1판, 고려의학, 서울, 1999, pp.65-66

2) 뇌의 특성은 사람마다 차이가 있기 때문에 동일 피험자를 반복 실험하는 경우 보편화된 결과를 얻을 수 없다.

3) 김지은, 촉각에 의해 유발된 정서에 따른 뇌파의 변화, 충남대 석사논문, 1997, p.11

4) Michio Kaku, 마음의 미래, 박병철 옮김, 1판 6쇄, 김영사, 경기, 2015. p.35

2.2. 뇌파의 배경

뇌파(EEG, Electroencephalogram, 腦波)는 인간 뇌 속의 전기적인 진동을 말한다. 또 뇌파는 뇌의 수많은 신경에서 발생하는 전기적인 신호가 합성되어 나타나는 뇌 표면 신호에 대하여 전극을 이용해 측정한 것이다. 뇌파 최초의 보고로는 R. 케이튼(1985)이 토끼와 원숭이의 대뇌피질에서 전기적 활동을 검류계로 기록한 보고가 있고, 한스 베르거(Hans Berger)는 자신의 아들을 실험대상으로 하여 최초로 뇌파의 파형을 검출하였으며 뇌전도라고 명명하였다.[5] 뇌파 실험은 머리 표면에 비침습적 전극 부착에 의한 전기 신호이다. 뇌파의 파형에 따른 주파수[6] 범위 분류는 다음과 같으며, 이는 인위적으로 구분해 놓은 것이라 할 수 있다. 보통 0Hz~50Hz 영역에서 파장과 진폭을 갖는 형태로 구성되어 있다. 이 영역 안에서 매우 느린 진동부터 매우 빠른 진동까지 크게 5단계로 구분할 수 있다.

<표 1> 뇌파의 파형에 따른 주파수 범위 분류와 주요특성

파형	주파수	주요 특성	
		현 상	특 징
델타파	0.2~4Hz	• 정상 수면 상태일 때 나타남	• 매우 느린 진동성분으로 구성 • 신생아의 경우 두드러지게 나타남. • 장시간 뇌파측정의 경우 눈 및 몸움직임이 필수적이므로 델타파는 분석요소로 고려하지 않음.
쎄타파	4~8Hz	• 정서적으로 안정된 상태일 때 나타남	• 졸 때, 또는 수면으로 이어지는 과정에서 주로 나타남 • 깊은 명상에 몰입했을 때 • 성인보다는 어린이에게 더 많이 분포
알파파	8~13Hz	• 긴장이 이완되어 있는 편안한 상태일 때 나타남	• 정신적으로 안정되고 기분이 편안한 상태일수록 진폭은 증가 • 성인값의 알파파는 20세정도에 나타남
베타파	13~30Hz	• 깨어있는 상태와 의식적인 활동을 할 때 나타남	• 각성상태 뇌파 • 불안상태, 긴장, 복잡한 계산을 할 때 우세하게 나타남.
감마파	30~50Hz	• 흥분할 때나 정서적으로 초조한 상태일 때 나타남.	• 매우 빠른 진동성분으로 구성 • 추리와 판단 등의 고도의 인지정보처리와 관련있다는 보고가 있음.

사람의 뇌는 각 부위마다 그 기능이 있다는 것도 알 수 있다. 이론적 고찰을 통해 두뇌의 각 부위와 기능에 대하여 <표 2>[7]와 같이 정리하였다.

<표 2> 두뇌의 각 부위와 기능

각 부위	기 능
전두엽 前頭葉 frontal lobe	• 이마쪽과 이마 바로 뒤에 위치함 • 전전두피질(prefrontal cortex)-감각정보를 평가하고 향후 행동을 결정함. 가장 이성적이고 논리적인 생각이 진행되는 곳 • 실행에 대한 인지기능, 움직임의 계획과 실행 • 운동과 관련, 언어를 담당
두정엽 頭頂葉 parietal lobe	• 뇌의 위쪽에 위치함 • 우측 절반은 감각 집중과 몸에 대한 느낌 제어, 좌측 절반은 특별한 기술과 언어 일부를 제어 • 촉각과 위치 및 공간 지각력을 관장
후두엽 後頭葉 occipital lobe	• 뇌의 뒷부분에 위치함 • 눈을 통해 들어오는 시각정보를 처리하는 곳 • 시각을 담당
측두엽 側頭葉 temporal lobe	• 뇌의 옆쪽에 위치함 • 언어와 얼굴을 인식하고, 특정한 감정을 처리함. • 청각과 기억을 담당

2.3. 기존 연구방법의 고찰

뇌파실험에는 오감을 접목한 연구가 다양하게 증가하고 있는 것을 볼 수 있다. 기 연구들의 고찰을 통하여 뇌파에 대한 실험방법을 파악하고 연구 방향을 설정하고자 하였다. 신훈 외 3(2008)은[8] 친환경건축재료와 일반건축재료를 실험자극으로 하여 후각(향)에 대한 뇌파변화를 연구하였다. 이소영(2014)은[9] 견직물 6종류를 실험시료로 하여 촉감 자극에 대한 뇌파 특성을 분석하였다. 윤미영(2014)은[10] 카메라를 실험과업으로 하여 촉각 감성의 뇌파를 평가하였다. 김정식(2008)은[11] 핸드폰 모형 3가지 타입을 실험 시 제시하고 제품을 촉각적으로 만지고 사용하면서 나타나는 뇌파 상태를 관찰하였다. 장덕찬(2009)은[12] 자극조건(시각조건, 촉각조건, 시각과 촉각의 교차조건)과 복잡성의 손가락 운동 수행을 통하여 뇌파를 측정하였다.

선행되어진 연구에 나타난 연구방법을 좀 더 세부적으로 파악하면 <표 3>과 같다.

<표 3> 기존 연구방법의 고찰

연구자	연구 방법	
	실험내용과 자극물	전극배치와 측정
신훈 외 3인 (2008)	• 친환경건축재료와 일반건축재료를 실험자극으로 사용 • 향 자극에 대하여 후각의 뇌파변화를 측정 • 눈을 감고 실험 • 실험자극이 된 마감재의 사이즈: 150mm×30mm • 피험자 10인 참여	• 10-20 국제전극배치법 사용 • 8채널의 뇌부위에서 측정 • 상대알파값과 상대베타값 분석
이소영 (2014)	• 원단으로 견직물의 촉감에 대하여 뇌파 특성을 분석함 • 견직물 6종류를 실험시료로 사용 • 실험시료에 대한 주관적 평가를 첨부시킴 • 실험시료의 견직물 사이즈: 350mm×350mm • 피험자 6명 참여	• 10-20 국제전극배치법 사용 • 8채널의 뇌부위에서 측정 • 알파, 베타, 세타, 델타, 감마, SMR, 하이베타의 각각의 값을 측정

5) 신훈・백건종・송민정・장길수, 건축재료의 향 자극에 대한 뇌파변화, 한국생태환경건축학회 논문집 v.9 n.1, 2009. p.48, http://www.laxtha.com

6) 주파수(frequency, 단위:Hz)는 일정한 크기의 전압이나 진동 같은 동일한 현상이 1초 동안에 몇 번 반복되는가를 나타내는 횟수를 말한다.

7) Michio Kaku, op. cit., pp.36-38, 장덕찬, 시각 및 촉각정보처리를 요구하는 구조화된 손가락운동, 계명대 박사논문, 2009. pp.10-14

8) 신훈・백건종・송민정・장길수, 건축재료의 향 자극에 대한 뇌파변화, 추계학술발표대회논문집 제8권 제2호, 2008.11, p.149, 신훈・백건종・송민정・장길수, op. cit., p.49

9) 이소영, 원단의 촉감에 따른 뇌파 특성 분석, 한국복식학회, 복식 64권 4호, 2014.7, p.120

10) 윤미영, 물리적 인터페이스(PUI)디자인 개선을 위한 촉각 감성의 뇌파(EEG) 평가, 한양대 석사논문, 2014. pp.25-30

11) 김정식, 지각과정을 이용한 촉감디자인에 관한 연구, 국민대 석사논문, 2008, pp.67-71

12) 장덕찬, 시각 및 촉각 정보처리를 요구하는 구조화된 손가락운동, 계명대 박사논문, 2009, pp.26-30

윤미영 (2014)	• 카메라의 촉각 감성 평가 • 두 방향 실험-눈을 뜨고 실험, 눈을 감고 실험 • 피험자 20명 참여	• 10-20 국제전극배치법 사용 • 6채널에서의 놔파를 측정 • 전두엽, 두정엽, 후두엽에서 측정, 두정엽에서 촉각을 분석
김정식 (2008)	• 촉지각에 대한 지각과정을 이용하여 뇌파실험을 함. • 핸드폰 모형 3가지를 제작하여 실험 자극으로 사용함. • 피험자 9인 참여	• 흥분과 이완의 감정과 두정엽에서 베타파와 감마파를 중점 분석함.
장덕찬 (2009)	• 손가락운동 제어장치와 뇌파실험도구를 이용하여 실험하였는데, 뇌파실험의 자극물은 자극조건(시각조건, 촉각조건, 시각과 촉각의 교차조건)과 복잡성(개수-1,3,5,7,9)의 손가락 운동의 수행을 통하여 뇌파를 측정함 • 피험자는 오른손잡이 15인 참여	• 10-20 국제전극배치법 사용 • 8개 채널에서 뇌파를 측정 • 알파리듬과 베타리듬 출현빈도에 대한 알파리듬의 출현빈도율-상대알파파워 분석

2.4. 본 연구방법의 설정

이론적 고찰을 통해 본 <표 1>, <표 2>와 <표 3> 기존 연구방법의 고찰을 토대로 본 연구방법에 대한 '실험내용과 자극물 그리고 전극배치와 측정'에 대해 정리하였다.

<표 4> 본 연구방법의 설정표

구분	연구 방법	
	실험내용과 자극물	전극배치와 측정
설정	• 실내마감재 8가지를 실험자극으로 사용-금속재, 필름지, 목재, 석재, 유리, 실크벽지, 직물, 페인트 • 촉각적 자극에 대하여 뇌파 측정-제시된 마감재의 표면을 손바닥으로 감각함. • 실험자극이 된 마감재 사이즈: 석재 330mm×400mm, 나머지 7가지는 330mm×265mm, • 1인 예비실험 후 피험자 46인 참여	• 10-20 국제전극배치법 사용 • 20채널의 뇌부위에서 측정 • 마감재에 대한 각성과 이완을 알고자 함 - 각성과 이완이 함께 있는 베타파와 알파파⇒'베타파에 대한 알파파' 분석

<표 4>의 연구방법 설정표를 바탕으로 할 때, 본 연구에서는 각 마감재들의 베타파에 대한 알파파를 분석하고자 하였는데, 베타파의 각성과 알파파의 이완, 즉 각성과 이완을 함께 보고자 하였다. 그 이유로는, 사람이 '가장 바람직한 상태로 뇌를 유지하며 그 능력을 최대한으로 발휘할 때 뇌파는 알파파가 되며[13]', 반대로 깨어있는 상태나 의식적인 활동을 할 때, 각성상태의 뇌파로써 어떠한 정보나 상황의 스트레스에서 불안이나 긴장이 있을 때, 베타파가 우세하게 된다.[14]고 하였기 때문이다.

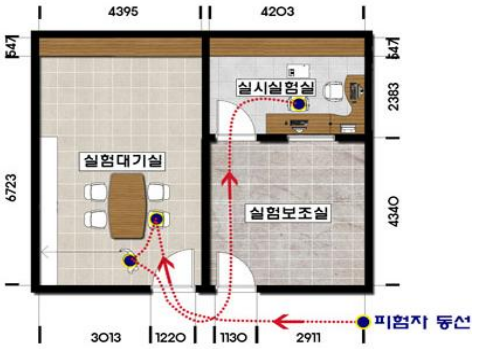
3. 실험환경과 분석의 틀

3.1. 실험환경설정과 실험방법

(1) 실험실

실험실은 일정한 제약조건이 따르며 통제된 실험전용실에서 진행한다. 비침습성 뇌파실험의 특성상 움직임과 소리 등의 잡음으로 인한 노이즈 최소화를 위해서이다. 이러한 노이즈는 피검자의 생체신호로부터 뇌파를 추출하는데 있어 왜곡이 나타날 수 있다.

실험실은 실험대기실(25.39㎡), 실험보조실(17.82㎡), 실시실험실(11.89㎡)로 구분되어 있고, 실시실험실은 실험 전용실로써 매우 조용한 장소이며, 좌석에 착석하여 실험하였다. 실시 실험 중에는 실험보조실에도 출입을 금하였다. 실험실의 전반적인 모습을 도면화하였을 때 다음과 같다.



<그림 2> 실험실 도면과 피험자 동선

(2) 실험도구

뇌파실험 기기는 EEG System 32채널 (LXE3232-RF)이며, 20채널을 가진 캡형의 도구를 머리에 쓰고 실험하였다. 뇌파 전극 위치 및 겔 주입 위치는 국제뇌파학회(1958년)에서 표준방식으로 추천된 10-20 전극배치법[15]을 사용하였다.

<표 5> 뇌파실험기기와 실험보조도구

사 진	설 명
	• EEG System 32채널 (LXE3232-RF) • 전산화 유선 뇌파 시스템
	• 귀밑 전극은 평판전극 사용 • 부착되는 귀밑 피부면은 크린싱 티슈로 닦아 깨끗하게 한 후 부착함. • 피험자별 1회용 사용
	• 20채널의 구멍이 있고 전선과 EEG 기계와의 입력을 위한 접속선이 연결돼 있음. • 모자형을 사용한 이유는 뇌의 측정 위치를 정확하게 하기 위함
	• 전극풀은 20채널 전극 캡 구멍에 주입하는 겔(Gel) 타입으로 되어 있음. • 겔은 과도하게 주입해서는 안되는데 근접한 다른 전극과 접촉할 수 있기 때문.
	• 전극풀을 캡 구멍에 주입할 때 사용하는 도구, • 끝은 무딤. • 눈금에 의해 양 조절 가능.
	• 줄자는 전극위치를 정하는 계측 도구임. 본 실험에서는 전극 캡을 쓸 때 이마에 기준점을 정하는 도구로 사용함. 캡 고정용 밴드 등 기타 보조도구가 있음.

13) 서림능력개발자료실, 제3의 뇌파 알파파 인간, 1판 2쇄, 서림문화사, 서울, 2013. p.14

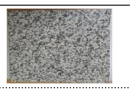
14) Ibid., pp.52-53

15) 진복희, 임상생리학 뇌파, 1판 2쇄, 고려의학, 서울, 2014. p.38

실험자극으로 선정한 마감재는 실내에서 대부분 사용하는 마감재로 ①목재(원목) ②금속재(철판) ③석재(대리석, 돌) ④직물(흡음재, 천) ⑤유리(투명) ⑥실크벽지 ⑦페인트(칠) ⑧필름지(합성시트지, 인테리어시트지)이다.

마감재의 크기는 330㎜×265㎜이며, A4사이즈보다는 크게 재단하여 실험 시 손이 밖으로 나가지 않을 정도로 맞추었다. 이 크기는 석재 330㎜×400㎜를 제외한 모든 마감재에 적용하였다. 실험자극으로 선정한 마감재에 대해 그 제작 내용을 다음과 같이 정리하였다.

<표 6> 실험자극으로 선정된 8가지 마감재와 제작 내용

구분	마감재의 사진과 내용			
실험자극				
	• 명칭: 금속재	• 명칭: 필름지	• 명칭: 목재	• 명칭: 석재
	• 크기:330×265㎜ • P사 제품, 한국 제조 • 스테인레스 헤어라인을 사용했으며, 재단 후 모서리 안전 처리한 금속 평판	• 크기:330×265㎜ • L사제품, 한국 제조 • 방염처리된 인테리어 합성 필름지를 재단하여 고밀도폼 위에 붙인 필름지 평판	• 크기:330×265㎜ • 미송원목, 한국산, 한국 제조 • 목재를 재단 후 사포로 면을 매끄럽게 처리했으며 칠이 없는 원목 평판	• 크기:330×400㎜ • 한국 거창석 • 천연 대리석이며, 물갈기 연마 처리한 석재 평판(크기가 다른 것에 대한 의미는 없음)
마감재				
	• 명칭: 유리	• 명칭:실크벽지	• 명칭: 직물	• 명칭: 페인트
	• 크기:330×265㎜ • H사 제품, 한국 제조 • 강화되지 않은 일반 투명유리 5T 로 제작했으며 모서리 안전 처리한 유리 평판	• 크기:330×265㎜ • S사 제품, 한국 제조 • 일반적으로 도배지라 불리는 마감용이며 재단하여 고밀도폼 위에 붙인 실크벽지 평판	• 크기:330×265㎜ • S사 제품, 한국 제조 • 흡음재로 사용하는 일반적 직물을 재단한 후 고밀도폼 위에 붙인 직물 평판	• 크기:330×265㎜ • C사 제품, 한국 제조 • 판재 위에 핸디코트를 1차 칠한 후 바니시로 마감 처리한 페인트 평판

⑶ 실험기간과 피험자

실험은 2015년 6월 29일부터 7월 28일까지 진행하였는데, 1인의 예비실험을 거친 후 46명이 실시실험을 하였다. 실험에 참여한 피험자들은 일반인으로 여자11명과 남자12명, 학생으로 여자11명과 남자12명이 참여하였다. 연령대는 20세 이상 43세 이하가 참여하였다.

⑷ 실험 순서

실험은 <표 7>과 같이 진행되었다. 실험전 설문(나이, 성별 등)→게임(다트게임과 대화를 통해 충분히 긴장감을 해소하여 편안한 상태에서 실험에 참여하도록 분위기를 조성함[16])→실험시 유의점 설명(금속제품 탈착 등)→실험기구 착용→실시실험→주관적 촉감평가→실시실험→주관적 촉감평가...의 순으로 진행하였다.

<표 7> 실험 진행 순서 및 사진

단계	실험과정과 설명		
STEP 1	실험전 기본 설문		• 실험 전 실험동의 여부, 나이, 성별 등 일반적인 사항들을 체크함.
STEP 2	다트 게임		• 다트게임과 대화를 통해 긴장감을 해소하여 편안한 상태에서 실험에 참여하도록 분위기를 조성해 줌.
STEP 3	유의점 설명		• 실험 시 유의할 사항을 알려주고, 뇌파 실험에 대해 구체적으로 설명해 줌.
STEP 4	실험 기구 착용		• 뇌파실험기기와 컴퓨터 및 머리에 쓰는 캡이 연결되어 있고 전극풀을 주입구에 넣은 후 실험실시
STEP 5	실험 실시		• 실험자극물이 되는 8가지 마감재를 10초씩 손바닥으로 문질러서 감각함.
STEP 6	실험 직후 설문		• 서로 다른 마감재들 사이에는 일정시간의 간격을 둠-이전 마감재의 뇌파반응이 다음 마감재로의 혼입방지를 위함. 실험직후 설문을 이 시간에 실시하며, 설문을 작성하는 시간이 일정시간의 간격이 됨.

⑸ 시간설정 및 방법

실험 시 시간설정을 하여 보편화된 결과를 얻고자 한다. 각 마감재에 대해 질감을 만지는 시간은 각각 10초로 설정하였다. 10초 설정 이유는 김종하(2012)는 아이트래킹 실험 시 초기 집중도를 10초로 보고하였고, 여미(2013)는 이것을 아이트래킹 실험에 적용하여 실험의 성공률을 높인 바 있다. 이에 본 연구도 초기 집중을 위한 10초를 마감재 만지는 시간으로 설정하였다. 그리고 본 뇌파실험을 위하여 1인의 예비실험 결과 긴 시간의 지루함을 호소했기에 참고사항으로 고려하였다. 본 연구는 32채널 전산화 유선 뇌파 측정 시스템을 이용한 비침습적 측정으로써 자발적인 생체신호를 측정하는 방법이다.

실험 시 지시사항은 다음과 같다. “이것은 목재입니다. 목재의 질감을 만져보세요.”라고 마감재의 이름을 알려준 후 “준비-시작”이라고 했을 때 피험자는 10초간 질감을 만지도록 하였다. 시작과 종료는 프로그램 타이머를 통해 설정해 놓았고, 이는 모든 피험자에게 적용하였다.

3.2. 분석의 틀

본 연구에서는 한 영역에 대한 다른 영역의 파워를 분석(Band to Band Power)하고자 한다. 즉, 베타파워에 대한 알파파워의 반응을 말하며, 각성에 대한 이완의 정도를 말한다. 편안한 상태를 나타내는 베타파에 대한 알파

16) 낯선 공간에서는 사람의 긴장감이 높아질 수 있다고 가정하여, 실험 전 공간에 적응하거나 안정을 취하도록 다양한 방법이 이뤄진다. 이소영(2014)은 피험자가 실험시작 20분전에 입실하여 의자에 앉은 자세로 안정을 취하도록 하였고, 신훈 외 3인(2008, 2009)은 실험실에서 전극을 부착하고 5분간 지시사항을 들으며 실험실 환경에 적응하도록 하였다. 이현정 외 2인(2012)은 실험 참가자가 실험실에 들어가 15분간 전극을 부착하면서 실험환경에 적응하도록 하였고, 뇌파실험 뿐 아닌 아이트래킹 실험에서 여미(2015)는 낯선 장소에 대한 공간 적응을 위해 실험대기실에서 게임을 통해 환경에 적응하게 한 후 실시실험실에 들어가도록 하였다.

파 이완의 출현 비중이 높은 곳을 관찰할 것이며, 베타파에 대한 알파파는 억제되고 각성을 일으킨 곳을 관찰할 것이다. 또 어느 마감재가 이완을 가져왔는지, 각성을 가져왔는지 분석할 것이다. 이를 표로 정리하면 다음과 같다.

<표 8> 분석의 틀

구 분	분석내용과 분석범위
베타파에 대한 알파파의 반응	• 20부위별 베타파에 대한 알파파 분석(각성에 대한 이완의 정도를 분석 한다는 의미) $\frac{\text{알파파위}(8Hz \sim 13Hz)}{\text{베타파위}(13Hz \sim 30Hz)}$ • 각 마감재의 베타파에 대한 알파파 반응에 대한 관찰 분석 • 뇌부위에서 베타파에 대한 알파파가 활성화 된 곳을 분석 • 뇌부위에서 베타파에 대한 알파파가 억제(감소) 된 곳을 분석 • 분석구간은 10초동안 마감재를 만진 것 중 앞 0~0.99초는 제외하고 1초부터 10초까지 9초 구간을 분석

편안함, 즉 이완과 관련된 뇌파의 지표는 알파파와 베타파라고 볼 수 있는데, 본 연구에서는 어떤 마감재를 만졌을 때 이완과 각성이 일어나는지 그 뇌파변화를 관찰하고자 한다. 우리가 편안할 때 알파파가 상승되어서 편안하기도 하지만 알파파가 그대로 유지되고 베타파가 떨어졌을 때도 편안함, 즉 이완으로도 볼 수 있다. 그러므로 본 연구에서는 베타파에 대한 알파파의 비율로 분석하고자 한다.

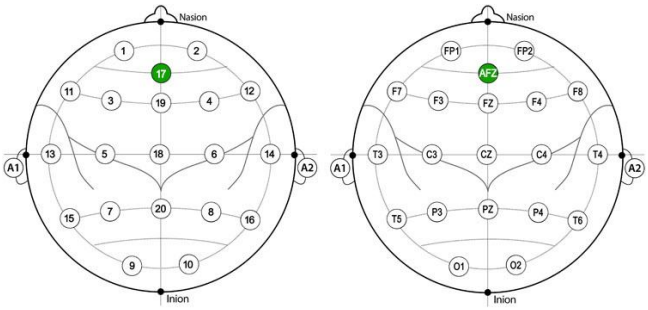
4. 실험과 분석

4.1. 실험

(1) 전극배치

EEG는 뇌에 흐르는 미세한 전기적 활동을 감지하여 그 데이터는 컴퓨터로 전송된다. 뇌파(EEG) 실험기기는 전산화 유선 뇌파 측정 시스템인 EEG System 32채널(LXE3232-RF) 장비를 이용하여 실험하였다. 머리 표면의 총 20채널에서 비침습적 방식으로 뇌파를 측정하였으며, 국제전극배치법(ten-twenty electrode system, 10-20법)에 의하였다. 전극 위치는 기준전극 양 귓불에 배치한 A1, A2와 FP1, FP2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6, CZ, FZ, PZ이며, AFZ를 추가하였다. 본 연구에서 언급하는 채널별[17] 위치와 전극위치(뇌 부위)는 ch1-FP1, ch2-FP2, ch3-F3, ch4-F4, ch5-C3, ch6-C4, ch7-P3, ch8-P4, ch9-O1, ch10-O2, ch11-F7, ch12-F8, ch13-T3, ch14-T4, ch15-T5, ch16-T6, ch18-CZ, ch19-FZ, ch20-PZ, ch17-AFZ이다. 이것을 그림으로 나타내면 <그림 3>과 같다.

17) 뇌 명칭 앞에 붙인 채널(ch)번호는 연구자마다 임의 표시하기도 하며, 본 연구에 나타낸 번호 순서와 다르게 나타내기도 한다.



<그림 3> 20채널 전극번호표시(channel)와 국제전극배치법의 기호표시

국제전극배치법에 따른 생체신호 추출을 위한 위치는 CZ를 기준으로 앞쪽으로 20% 20% 10% 배열된 것이고, 뒤쪽으로 20% 20% 10% 배열된 것이며, 옆쪽으로 20% 20% 10% 배열된 것이다. 이 모든 전극 위치는 좌우 균등한 간격으로 균형 있게 배치되어 있다. 본 연구에서는 보다 정확한 위치 측정을 위하여 이미 제작된 전극캡을 머리에 쓰고 실험하였다.

(2) 실험자극물-마감재

실험자극물 마감재는 실험 일주일 전부터 실시실험실에 비치하여 실험실 온도에 적응되도록 하였다.

다음의 <표 9>는 46명의 피험자가 마감재의 질감을 만져본 즉시 그 마감재에 대한 표면적인 느낌을 곧바로 체크한 것이다. 형용사 어휘는 '촉각 형용사'와 '온도각 형용사'[18] 어휘에 한정하여 마감재에 대한 촉감평가를 한다. 형용사 어휘에 대한 질감의 체크는 실험 중지 상태에서 즉시 체크한 것으로써, 물리적 맥락이 유사할수록 회상이 잘 되므로[19] 실시실험실에서 체크한 것이다. 이 내용은 뇌파 분석 시 마감재를 설명하기 위한 보조적 자료로 삼고자 한다.

<표 9> 피험자들의 주관적 촉감평가(표면이...하다. N=46=100%)

구 분	매끄러운 정도		따뜻한 정도		거칠기 정도		차가운 정도	
	N	%	N	%	N	%	N	%
금속재	43.0	93.5	0.0	0.0	1.0	2.2	45.0	97.8
필름지	41.0	89.1	22.0	47.8	3.0	6.5	3.0	6.5
목재	22.0	47.8	19.0	41.3	17.0	37.0	6.0	13.0
석재	39.0	84.8	1.0	2.2	6.0	13.0	43.0	93.5
유리	43.0	93.5	3.0	6.5	0.0	0.0	37.0	80.4
실크벽지	13.0	28.3	16.0	34.8	25.0	54.3	8.0	17.4
직물	13.0	28.3	44.0	95.7	21.0	45.7	1.0	2.2
페인트	23.0	50.0	2.0	4.3	13.0	28.3	23.0	50.0

피험자들이 마감재에 대해 직접 체감하는 주관적 촉감평가와 더불어 표면온도 측정기기 (INFRARED THERMOMETER-GM550)를 통하여 마감재의 표면적 온도를 측정하였다. 실내온도 ±20℃일 때, 금속재 ±16.

18) 이지희, 국어 촉각 형용사 연구, 충북대 석사논문, 2007.2, pp.9-14, 이남덕, 한국어어원연구3(한국문화총서3), 2쇄, 이화여자대학교 출판부, 서울, 1998, pp.82-123

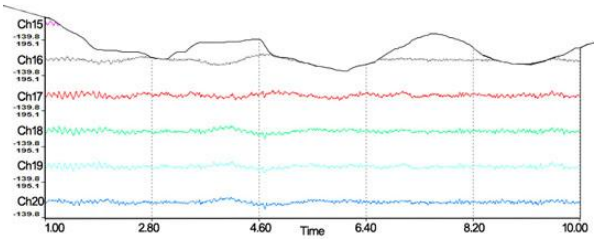
19) 이정모 외 16인, 인지심리학, 3판 7쇄, ㈜학지사, 서울, 2013. pp.212-216

7℃, 필름지 ±18.6℃, 목재 ±17.8℃, 석재 ±14.9℃, 유리 ±16.6℃, 실크벽지 ±18.1℃, 직물 ±19℃, 페인트 ±17.9℃로 각각 측정되었는데, 마감재에 레이저를 비추기 시작하여 스캔 3초 후 온도를 각각 체크한 것이다. 단, 마감재의 표면적 온도는 실내온도의 변화에 따라 계속해서 변화하였으므로 유의할 사항으로 체크된다. 실험 시 실내온도는 일정한 온도를 유지하여 피험자들에게 불편함이 없도록 고려하였다.

4.2. 마감재별 뇌파 분석

뇌파에서는 델타파, 세타파, 알파파, 베타파, 감마파가 있는 가운데, 이완과 각성이 함께 있는 베타파에 대한 알파파의 반응을 살펴보고, 어떤 마감재가 얼마나 이완이 되었는지 각성이 되었는지를 분석하고자 한다.

베타파에 대한 알파파 영역이 많으면 이완의 효과가 있다고 볼 수 있고, 베타파에 대한 알파파 영역이 적으면 각성의 효과가 있다고 판단할 수 있다. 뇌파에 대한 신호 분석은 TeleScan 3.10 프로그램에서 데이터를 수집하고 분석하였다. 분석 구간은 10초 동안 마감재를 만진 것 중 앞 0~0.99초는 제외하고 1초부터 10초까지 9초 구간을 분석하였다. 마감재를 만지기 위해 '준비-시작'이라는 지시사항이 있었고, 앞 0~0.99초는 '시작'과 함께 움직이기 시작한 시점이기에 분석에서 제외하였다.

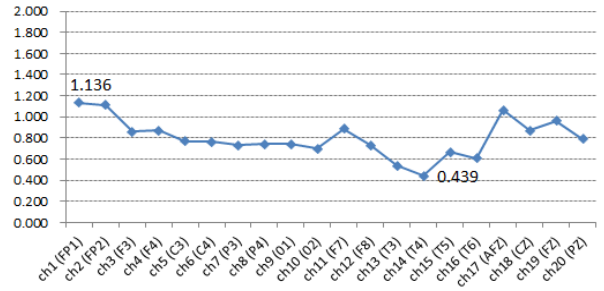
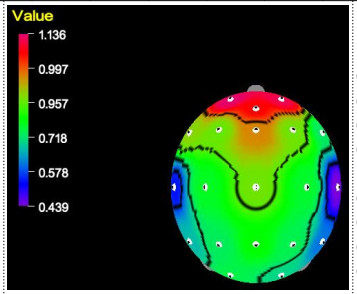
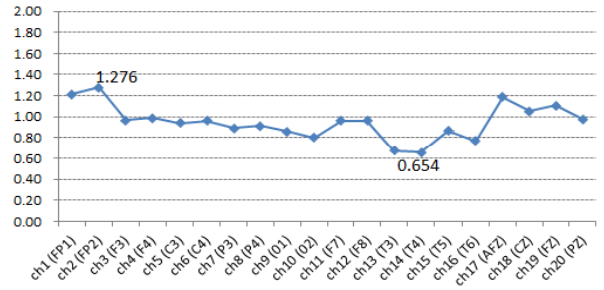
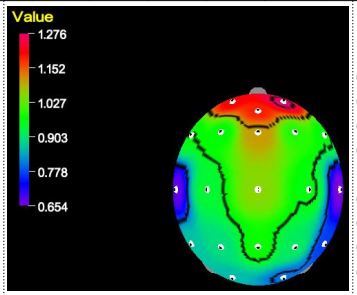


<그림 4> 1초~10초 구간의 파워스펙트럼 분석범위(1인의 예시)

마감재별 뇌파 분석은 뇌 맵핑에 의한 시각화를 통해 육안으로의 이해를 돕고자 한다. 모든 값은 각각의 채널별로 분석하였으며, 마감재별로 통합하여 피험자들의 평균값으로 나타내었다. 각 마감재들에 대한 분석 값은 베타파에 대한 알파파의 비율 즉, <표 8> 분석의 틀에 의한 '알파파워(8Hz~13Hz)/베타파워(13Hz~30Hz)', 각성에 대한 이완의 증가와 감소의 비율을 나타낸다.

금속재, 필름지, 목재, 석재, 유리, 실크벽지, 직물, 페인트의 표면에 감각하는 촉각적 뇌파 즉, 베타파에 대한 알파파 반응을 측정하고 분석하니 <표 10>과 같이 나타났다.

<표 10> 각 마감재별 베타파에 대한 알파파 반응 분석

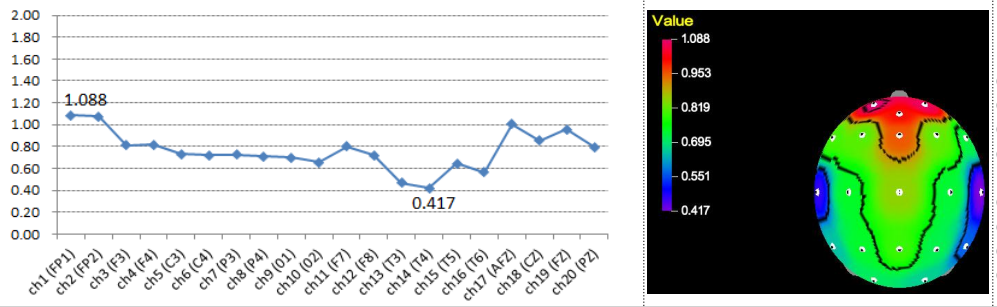
마감재명	베타파에 대한 알파파의 증가와 감소 분석																			
	최고치와 최저치 뇌좌표도												Brain map					증감관찰		
금속재	전극 위치와 측정치	ch1 (FP1)	ch2 (FP2)	ch3 (F3)	ch4 (F4)	ch5 (C3)	ch6 (C4)	ch7 (P3)	ch8 (P4)	ch9 (01)	ch10 (02)	ch11 (F7)	ch12 (F8)	ch13 (T3)	ch14 (T4)	ch15 (T5)	ch16 (T6)	ch17 (AFZ)	ch18 (CZ)	ch19 (FZ)	ch20 (PZ)
		1.136	1.114	0.861	0.868	0.769	0.763	0.732	0.739	0.743	0.699	0.887	0.728	0.539	0.439	0.667	0.609	1.061	0.869	0.963	0.792
	뇌 좌표도 & Brain map																		※증감관찰 ● 알파파 증가 ch1-Fp1-1.136→ ch2-Fp2-1.114→ ch17-AFZ-1.061→ ch19-FZ-0.963 ● 알파파 감소 ch14-T4-0.439→ ch13-T3-0.539→ ch16-T6-0.609→ ch15-T5-0.667		
	분석 설명	금속재는 이마 쪽 전방 전두엽(Prefrontal lobe)인 ch1-Fp1-1.136, ch2-Fp2-1.114, 전두엽(Frontal lobe)인 ch17-AFZ-1.061, ch19-FZ-0.963에서 베타파에 대한 알파파의 활성이 높게 관찰되었고, 이마 쪽 ch1-Fp1에서 가장 활성화되어 나타났다. 상대적으로 귀 쪽 측두엽(Temporal lobe)인 ch14-T4-0.439, ch13-T3-0.539, ch16-T6-0.609, ch15-T5-0.667에서 베타파에 대한 알파파의 활성은 억제된 것으로 확인되었고, 귀 쪽 ch14-T4에서 가장 감소되었다.																			
필름지	전극 위치와 측정치	ch1 (FP1)	ch2 (FP2)	ch3 (F3)	ch4 (F4)	ch5 (C3)	ch6 (C4)	ch7 (P3)	ch8 (P4)	ch9 (01)	ch10 (02)	ch11 (F7)	ch12 (F8)	ch13 (T3)	ch14 (T4)	ch15 (T5)	ch16 (T6)	ch17 (AFZ)	ch18 (CZ)	ch19 (FZ)	ch20 (PZ)
		1.211	1.276	0.965	0.989	0.939	0.962	0.892	0.912	0.858	0.801	0.960	0.964	0.671	0.654	0.867	0.770	1.189	1.054	1.106	0.977
	뇌 좌표도 & Brain map																		※증감관찰 ● 알파파 증가 ch2-Fp2-1.276→ ch1-Fp1-1.211→ ch17-AFZ-1.189→ ch19-FZ-1.106 ● 알파파 감소 ch14-T4-0.654→ ch13-T3-0.671→ ch16-T6-0.770→ ch10-02-0.801		
	분석 설명	필름지는 이마 쪽 전방 전두엽(Prefrontal lobe)인 ch2-Fp2-1.276, ch1-Fp1-1.211, 전두엽(Frontal lobe)인 ch17-AFZ-1.189, ch19-FZ-1.106에서 베타파에 대한 알파파의 활성이 높게 관찰되었고, 이마 쪽 ch2-Fp2에서 가장 활성화되어 나타났다. 상대적으로 귀 쪽 측두엽(Temporal lobe)인 ch14-T4-0.654, ch13-T3-0.671, ch16-T6-0.770, 뇌의 뒷부분 후두엽(Occipital lobe)인 ch10-02-0.801에서 베타파에 대한 알파파의 활성은 억제된 것으로 확인되었고, 귀 쪽 ch14-T4에서 가장 감소되었다.																			

베타파에 대한 알파파의 증가와 감소 분석

목재

전극 위치와 측정치	ch1 (FP1)	ch2 (FP2)	ch3 (F3)	ch4 (F4)	ch5 (C3)	ch6 (C4)	ch7 (P3)	ch8 (P4)	ch9 (01)	ch10 (02)	ch11 (F7)	ch12 (F8)	ch13 (T3)	ch14 (T4)	ch15 (T5)	ch16 (T6)	ch17 (AFZ)	ch18 (CZ)	ch19 (FZ)	ch20 (PZ)
	1.088	1.073	0.813	0.818	0.732	0.723	0.728	0.707	0.696	0.658	0.801	0.718	0.469	0.417	0.643	0.565	1.004	0.855	0.956	0.795

뇌 좌표도 & Brain map



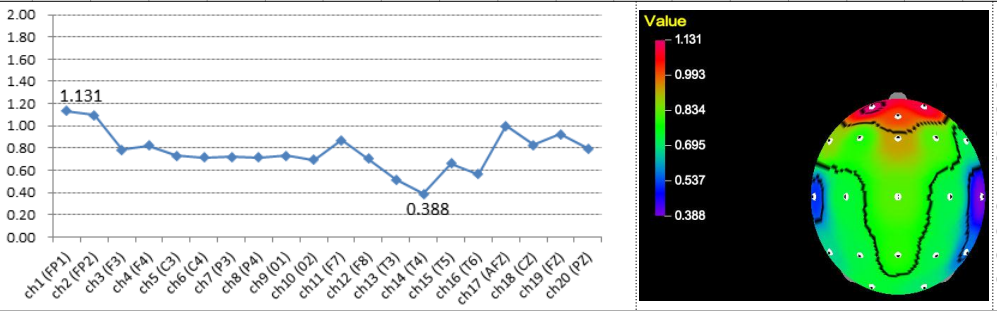
※증감관찰
- 알파파 증가
ch1-Fp1-1.088→
ch2-Fp2-1.073→
ch17-AFZ-1.004→
ch19-FZ-0.956
- 알파파 감소
ch14-T4-0.417→
ch13-T3-0.469→
ch16-T6-0.565→
ch15-T5-0.643

분석 설명: 목재는 이마 쪽 전방 전두엽(Prefrontal lobe)인 ch1-Fp1-1.088, ch2-Fp2-1.073, 전두엽(Frontal lobe)인 ch17-AFZ-1.004, ch19-FZ-0.956에서 베타파에 대한 알파파의 활성이 높게 관찰되었고, 이마 쪽 ch1-Fp1에서 가장 활성화되어 나타났다. 상대적으로 귀 쪽 측두엽(Temporal lobe)인 ch14-T4-0.417, ch13-T3-0.469, ch16-T6-0.565, ch15-T5-0.643에서 베타파에 대한 알파파의 활성은 억제된 것으로 확인되었고, 귀 쪽 ch14-T4에서 가장 감소되었다.

석재

전극 위치와 측정치	ch1 (FP1)	ch2 (FP2)	ch3 (F3)	ch4 (F4)	ch5 (C3)	ch6 (C4)	ch7 (P3)	ch8 (P4)	ch9 (01)	ch10 (02)	ch11 (F7)	ch12 (F8)	ch13 (T3)	ch14 (T4)	ch15 (T5)	ch16 (T6)	ch17 (AFZ)	ch18 (CZ)	ch19 (FZ)	ch20 (PZ)
	1.131	1.097	0.785	0.820	0.730	0.716	0.719	0.714	0.731	0.693	0.872	0.705	0.515	0.388	0.663	0.566	1.000	0.827	0.926	0.793

뇌 좌표도 & Brain map



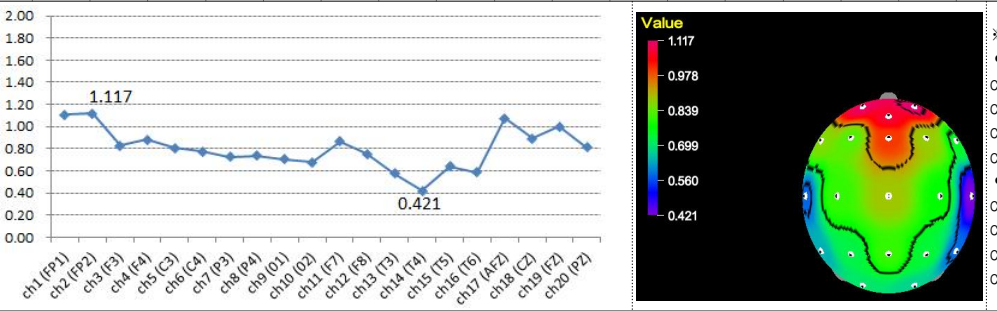
※증감관찰
- 알파파 증가
ch1-Fp1-1.131→
ch2-Fp2-1.097→
ch17-AFZ-1.000→
ch19-FZ-0.926
- 알파파 감소
ch14-T4-0.388→
ch13-T3-0.515→
ch16-T6-0.566→
ch15-T5-0.663

분석 설명: 석재는 이마 쪽 전방 전두엽(Prefrontal lobe)인 ch1-Fp1-1.131, ch2-Fp2-1.097, 전두엽(Frontal lobe)인 ch17-AFZ-1.000, ch19-FZ-0.926에서 베타파에 대한 알파파의 활성이 높게 관찰되었고, 이마 쪽 ch1-Fp1에서 가장 활성화되어 나타났다. 상대적으로 귀 쪽 측두엽(Temporal lobe)인 ch14-T4-0.388, ch13-T3-0.515, ch16-T6-0.566, ch15-T5-0.663에서 베타파에 대한 알파파의 활성은 억제된 것으로 확인되었고, 귀 쪽 ch14-T4에서 가장 감소되었다.

유리

전극 위치와 측정치	ch1 (FP1)	ch2 (FP2)	ch3 (F3)	ch4 (F4)	ch5 (C3)	ch6 (C4)	ch7 (P3)	ch8 (P4)	ch9 (01)	ch10 (02)	ch11 (F7)	ch12 (F8)	ch13 (T3)	ch14 (T4)	ch15 (T5)	ch16 (T6)	ch17 (AFZ)	ch18 (CZ)	ch19 (FZ)	ch20 (PZ)
	1.104	1.117	0.829	0.879	0.809	0.776	0.726	0.738	0.703	0.676	0.864	0.750	0.577	0.421	0.640	0.584	1.073	0.889	1.001	0.810

뇌 좌표도 & Brain map



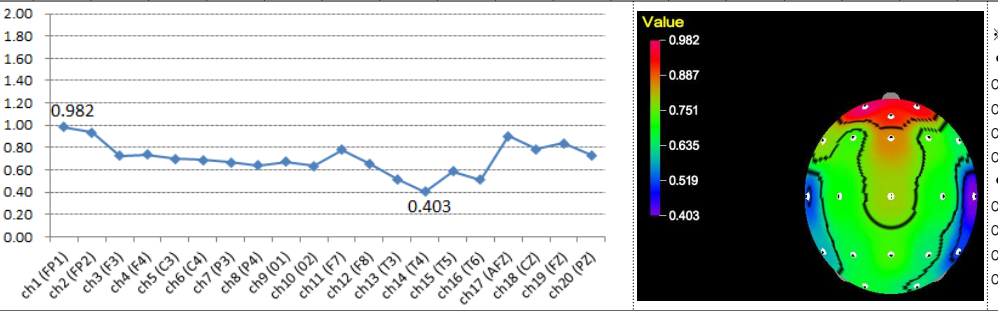
※증감관찰
- 알파파 증가
ch2-Fp2-1.117→
ch1-Fp1-1.104→
ch17-AFZ-1.073→
ch19-FZ-1.001
- 알파파 감소
ch14-T4-0.421→
ch13-T3-0.577→
ch16-T6-0.584→
ch15-T5-0.640

분석 설명: 유리는 이마 쪽 전방 전두엽(Prefrontal lobe)인 ch2-Fp2-1.117, ch1-Fp1-1.104, 전두엽(Frontal lobe)인 ch17-AFZ-1.073, ch19-FZ-1.001에서 베타파에 대한 알파파의 활성이 높게 관찰되었고, 이마 쪽 ch2-Fp2에서 가장 활성화 되어 나타났다. 상대적으로 귀 쪽 측두엽(Temporal lobe)인 ch14-T4-0.421, ch13-T3-0.577, ch16-T6-0.584, ch15-T5-0.640에서 베타파에 대한 알파파의 활성은 억제된 것으로 확인되었고, 귀 쪽 ch14-T4에서 가장 감소되었다.

실크벽지

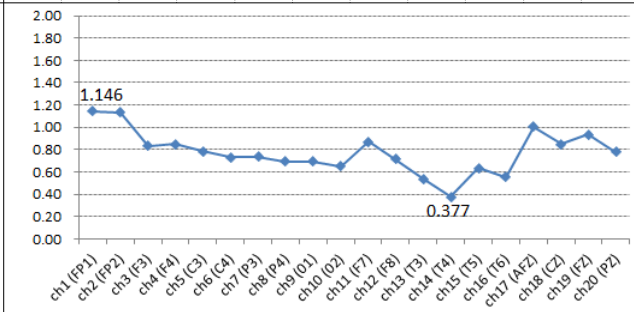
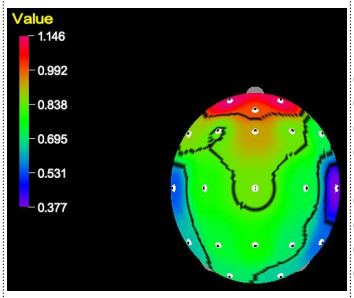
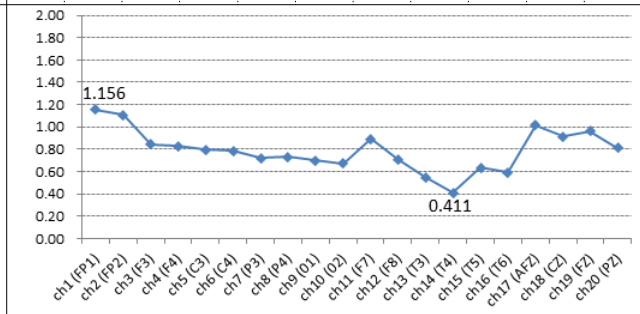
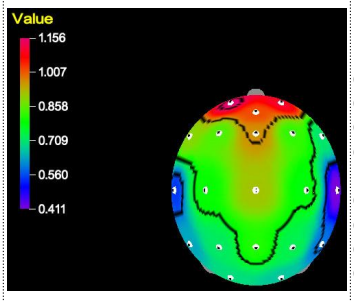
전극 위치와 측정치	ch1 (FP1)	ch2 (FP2)	ch3 (F3)	ch4 (F4)	ch5 (C3)	ch6 (C4)	ch7 (P3)	ch8 (P4)	ch9 (01)	ch10 (02)	ch11 (F7)	ch12 (F8)	ch13 (T3)	ch14 (T4)	ch15 (T5)	ch16 (T6)	ch17 (AFZ)	ch18 (CZ)	ch19 (FZ)	ch20 (PZ)
	0.982	0.935	0.724	0.734	0.697	0.687	0.667	0.640	0.673	0.632	0.778	0.654	0.515	0.403	0.585	0.511	0.903	0.786	0.838	0.731

뇌 좌표도 & Brain map



※증감관찰
- 알파파 증가
ch1-Fp1-0.982→
ch2-Fp2-0.935→
ch17-AFZ-0.903→
ch19-FZ-0.838
- 알파파 감소
ch14-T4-0.403→
ch16-T6-0.511→
ch13-T3-0.515→
ch15-T5-0.585

분석 설명: 실크벽지는 이마 쪽 전방 전두엽(Prefrontal lobe)인 ch1-Fp1-0.982, ch2-Fp2-0.935, 전두엽(Frontal lobe)인 ch17-AFZ-0.903, ch19-FZ-0.838에서 베타파에 대한 알파파의 활성이 높게 관찰되었고, 이마 쪽 ch1-Fp1에서 가장 활성화 되어 나타났다. 상대적으로 귀 쪽 측두엽(Temporal lobe)인 ch14-T4-0.403, ch16-T6-0.511, ch13-T3-0.515, ch15-T5-0.585에서 베타파에 대한 알파파의 활성은 억제된 것으로 확인되었고, 귀 쪽 ch14-T4에서 가장 감소되었다.

마감재명	베타파에 대한 알파파의 증가와 감소 분석																			
	최고치와 최저치 뇌좌표도											Brain map							증감관찰	
직물	전극 위치와 측정치	ch1 (FP1)	ch2 (FP2)	ch3 (F3)	ch4 (F4)	ch5 (C3)	ch6 (C4)	ch7 (P3)	ch8 (P4)	ch9 (01)	ch10 (02)	ch11 (F7)	ch12 (F8)	ch13 (T3)	ch14 (T4)	ch15 (T5)	ch16 (T6)	ch17 (AFZ)	ch18 (CZ)	ch19 (FZ)	ch20 (PZ)
		1.146	1.135	0.834	0.848	0.784	0.731	0.734	0.695	0.694	0.650	0.871	0.716	0.536	0.377	0.632	0.553	1.004	0.851	0.933	0.778
	뇌 좌표도 & Brain map																				
																					
		※증감관찰 ● 알파파 증가 ch1-Fp1-1.146→ ch2-Fp2-1.135→ ch17-AFZ-1.004→ ch19-FZ-0.933 ● 알파파 감소 ch14-T4-0.377→ ch13-T3-0.536→ ch16-T6-0.553→ ch15-T5-0.632																			
	분석 설명	직물은 이마 쪽 전방 전두엽(Prefrontal lobe)인 ch1-Fp1-1.146, ch2-Fp2-1.135, 전두엽(Frontal lobe)인 ch17-AFZ-1.004, ch19-FZ-0.933에서 베타파에 대한 알파파의 활성이 높게 관찰되었고, 이마 쪽 ch1-Fp1에서 가장 활성화 되어 나타났다. 상대적으로 귀 쪽 측두엽(Temporal lobe)인 ch14-T4-0.377, ch13-T3-0.536, ch16-T6-0.553, ch15-T5-0.632에서 베타파에 대한 알파파의 활성은 억제된 것으로 확인되었고, 귀 쪽 ch14-T4에서 가장 감소되었다.																			
페인트	전극 위치와 측정치	ch1 (FP1)	ch2 (FP2)	ch3 (F3)	ch4 (F4)	ch5 (C3)	ch6 (C4)	ch7 (P3)	ch8 (P4)	ch9 (01)	ch10 (02)	ch11 (F7)	ch12 (F8)	ch13 (T3)	ch14 (T4)	ch15 (T5)	ch16 (T6)	ch17 (AFZ)	ch18 (CZ)	ch19 (FZ)	ch20 (PZ)
		1.156	1.105	0.845	0.825	0.794	0.782	0.718	0.731	0.698	0.669	0.890	0.710	0.546	0.411	0.636	0.590	1.017	0.913	0.963	0.812
	뇌 좌표도 & Brain map																				
																					
		※증감관찰 ● 알파파 증가 ch1-Fp1-1.156→ ch2-Fp2-1.105→ ch17-AFZ-1.017→ ch19-FZ-0.963 ● 알파파 감소 ch14-T4-0.411→ ch13-T3-0.546→ ch16-T6-0.590→ ch15-T5-0.636																			
	분석 설명	페인트는 이마 쪽 전방 전두엽(Prefrontal lobe)인 ch1-Fp1-1.156, ch2-Fp2-1.105, 전두엽(Frontal lobe)인 ch17-AFZ-1.017, ch19-FZ-0.963에서 베타파에 대한 알파파의 활성이 높게 관찰되었고, 이마 쪽 ch1-Fp1에서 가장 활성화 되어 나타났다. 상대적으로 귀 쪽 측두엽(Temporal lobe)인 ch14-T4-0.411, ch13-T3-0.546, ch16-T6-0.590, ch15-T5-0.636에서 베타파에 대한 알파파의 활성은 억제된 것으로 확인되었고, 귀 쪽 ch14-T4에서 가장 감소되었다.																			

<표 10>분석에서 베타파에 대한 알파파가 가장 활성화된 마감재는 필름지로 나타났다. 다음으로 금속재, 유리, 페인트, 직물, 석재, 목재, 실크벽지의 순으로 활성정도가 나타났다. 가장 뚜렷하게 대조 현상을 보인 마감재는 필름지와 실크벽지로 나타났는데, 필름지는 베타파에 대한 알파파 활성이 가장 높게 나타났고, 실크벽지는 베타파에 대한 알파파 활성이 가장 낮게 나타났다.

필름지, 금속재, 유리, 페인트, 직물, 석재, 목재, 실크벽지, 이 8가지 마감재들은 각각 공통적으로 ch1-FP1과 ch2-FP2, ch17-AFZ와 ch19-FZ에서 베타파에 대한 알파파가 활성화되었고 이완되었다. 그리고 필름지를 제외한 유리, 금속재, 페인트, 직물, 석재, 목재, 실크벽지는 ch13-T3와 ch14-T4, ch15-T5와 ch16-T6에서 베타파에 대한 알파파 활성은 억제되고 각성되었다. 필름지는 마감재 자체로서는 ch10-02, ch13-T3, ch14-T4, ch16-T6에서 베타파에 대한 알파파 감소로 낮은 활성을 나타내지만, 타 마감재와 비교하면 전반적으로 베타파에 대한 알파파가 활성화되어 이완되는 마감재로 나타났다. 이와 반대로 실크벽지는 전반적으로 베타파에 대한 알파파 억제가 두드러지게 나타났다. 또한 필름지와 상반된 현상으로, 마감재 자체로서는 ch1-FP1과 ch2-FP2, ch17-AFZ와 ch19-FZ에서 베타파에 대한 알파파 증가로 높은 활성을 나타내지만, 타 마감재와 비교하면 촉각적 뇌파에서는 활성이라 보기에는 약하다. 그러므로 실크벽지는 마감재의 표면에 감각하는 촉각적 뇌파측정에서 전반적으로 베타파에 대한 알파파가 억제되는 각성 마감재에 속한다. 피험자들의 주관적 촉감평가에서 8가지 마감재 중 실크벽지는 거칠기 정도가 가장 높은 마감재로 평가되었다.

4.3. 마감재의 채널별 종합분석

사람마다 뇌의 특성이 다르고 뇌의 위치에 대한 특성이 다르기 때문에 분석은 각각의 채널별로 분석하며 베타파에 대한 알파파 증감을 통해 마감재들의 이완과 각성을 종합해 보고자 한다.

<표 11> 마감재의 채널별 분석

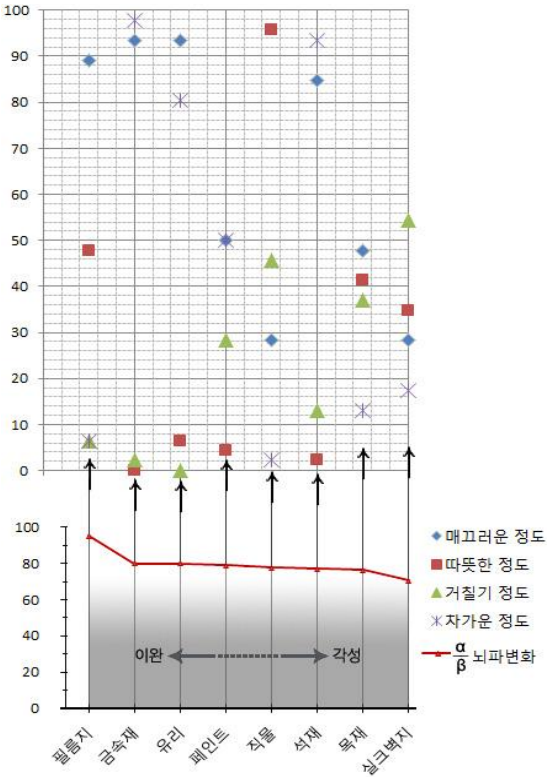
채널-뇌부위	베타파에 대한 알파파 증가(이완)→알파파 감소(각성)
ch1-FP1	필름지→페인트→직물→금속재→석재→유리→목재→실크벽지
ch2-FP2	필름지→직물→유리→금속재→페인트→석재→목재→실크벽지
ch3-F3	필름지→금속재→페인트→직물→유리→목재→석재→실크벽지
ch4-F4	필름지→유리→금속재→직물→페인트→석재→목재→실크벽지
ch5-C3	필름지→유리→페인트→직물→금속재→목재→석재→실크벽지
ch6-C4	필름지→페인트→유리→금속재→직물→목재→석재→실크벽지

ch7-P3	필름지→직물→금속재→목재→유리→석재→페인트→실크벽지
ch8-P4	필름지→금속재→유리→페인트→석재→목재→직물→실크벽지
ch9-01	필름지→금속재→석재→유리→페인트→목재→직물→실크벽지
ch10-02	필름지→금속재→석재→유리→페인트→목재→직물→실크벽지
ch11-F7	필름지→페인트→금속재→석재→직물→유리→목재→실크벽지
ch12-F8	필름지→유리→금속재→목재→직물→페인트→석재→실크벽지
ch13-T3	필름지→유리→페인트→금속재→직물→석재→실크벽지→목재
ch14-T4	필름지→금속재→유리→목재→페인트→실크벽지→석재→직물
ch15-T5	필름지→금속재→석재→목재→유리→페인트→직물→실크벽지
ch16-T6	필름지→금속재→페인트→유리→석재→목재→직물→실크벽지
ch17-AFZ	필름지→유리→금속재→페인트→목재→직물→석재→실크벽지
ch18-CZ	필름지→페인트→유리→금속재→목재→직물→석재→실크벽지
ch19-FZ	필름지→유리→금속재→페인트→목재→직물→석재→실크벽지
ch20-PZ	필름지→페인트→유리→목재→석재→금속재→직물→실크벽지

모든 피험자에게 각 마감재를 일정한 순서 없이 무작위로 섞어서 제시하였을지라도, <표 11>의 모든 채널에서 공통적으로 관찰된 것은 필름지가 베타파에 대한 알파파의 우세한 현상을 보이고 있다. 필름지는 피험자들의 주관적 촉감평가에서 8가지 마감재 중 매끄러운 정도가 3순위로 나왔고, 따뜻한 정도가 2순위로 나왔다. 매끄러운 정도가 높은 금속재나 유리도 이완의 활성을 보였으나 석재는 각성에 가까운 결과를 보이고 있다. 석재는 연마한 대리석의 매끄러운 표면을 가지고 있으나 피험자들은 긴장하였으며 매우 매끄러운 표면을 가진 금속재나 유리에 비하여 각성에 가까운 결과를 보이고 있다. 여기서, 매끄럽게 제작한 마감재들을 각각 제시했을지라도 반응하는 뇌파는 차이를 보이고 있는 것을 알 수 있다. 각성 3순위 및 이완 6순위를 보인 석재는 피험자들이 주관적으로 체감하는 촉감평가도 차이를 보이고 있는 것을 알 수 있다. <표 11>에서 실크벽지는 ch13-T3, ch14-T4를 제외한 여러 채널에서 베타파에 대한 알파파가 가장 감소된 현상을 보이고 있다. 이것은 베타파에 대한 알파파의 각성으로도 설명할 수 있다. 실크벽지는 피험자들의 주관적 촉감평가에서 8가지 마감재 중 거칠기 정도가 가장 높은 마감재로 평가되었다. 그런데 거칠기 정도가 실크벽지 다음으로 높고, 매끄러운 정도도 실크벽지와 같은 직물은 베타파에 대한 알파파의 이완 5순위와 각성 4순위를 나타내고 있다. 피험자들의 주관적 촉감평가와 비교해 볼 때, 실크벽지와 직물의 매끄러운 정도가 각각 7순위, 거칠기 정도가 각각 1,2순위로 유사하나 뇌파의 특성은 차이가 나는 것을 알 수 있다. 직물은 따뜻한 정도가 8가지 마감재 중 가장 높게 나왔다는 데에서 그 차이점을 찾아볼 수 있다. 직물을 직접적으로 체감하여 감각할 때 따뜻하게 느껴지나 그 표면적 질감은 다소 거칠었기 때문에 뇌파의 특성은 8가지 마감재 중 중간 정도인 이완 5순위로 필름지, 금속재, 유리, 페인트 보다는 하위 순위를 보였고, 각성 4순위로 석재, 목재, 실크벽지보다는 이완되는 마감재로 나타났다.

<표 6>의 제시된 각 마감재와 <표 9>피험자들의 주관적인 촉감평가, 그리고 <표 11>마감재의 채널별 분석한 뇌파의 변화를 조합하여 도표를 통해 이해하고자 한다. 본 연구에서 편안함의 지표로 삼은 알파파와 베타파를 상대로 베타파에 대한 알파파의 뇌파변화는 이완에서 각성으로 나타냈으며, 가장 이완되는 마감재로부터 각성되는 마감재까지 나타내었다.

방염처리된 합성 필름지, 스테인레스 헤어라인의 금속재, 강화되지 않은 일반 투명유리, 핸디코트 위에 바니시로 마감한 페인트, 일반적인 흡음재인 직물, 물갈기 연마한 대리석 석재, 사포로 면을 다듬은 칠이 없는 미송원목의 목재, 마감용 도배지인 실크벽지의 순으로 이완에서 각성의 순위를 보였는데, 각 마감재의 물리적 속성에 따른 표면의 촉감평가와 뇌파의 변화를 조합하여 나타내면 <그림 5>와 같다.



<그림 5> 각 마감재 질감의 물리적 속성에 따른 표면 촉감평가와 뇌파의 변화

5. 결론

본 연구에서는 8가지 마감재 즉, 금속재, 필름지, 목재, 석재, 유리, 실크벽지, 직물, 페인트에 대하여 '베타파에 대한 알파파'를 측정하고 분석하였다. 본 연구의 목적으로써 어떤 마감재가 사람들을 편안하게 하는지, 즉 이완되게 하는지 상대적으로 각성되게 하는지를 보고자 하였다. 또 뇌의 어느 부위에서 베타파에 대한 알파파가 활성화되고 억제되었는지를 이완과 각성으로 분석하였다.

연구결과, 첫째, 8가지 마감재 중 필름지는 베타파에

대한 알파파가 가장 높은 활성과 더불어 이완의 상승을 나타냈다. 또 전반적으로 다른 마감재들 보다 여러 채널에서 이완 효과가 높게 나타났다. 알파파는 사람이 깨어있을 때 정신적으로 안정되고 기분이 편안한 상태일수록 진폭은 증가(<표 1> 참조)한다고 했는데, 필름지를 손으로 만질 때, 피험자들은 편안했으며 이완된 뇌파특성을 나타냈다. 금속재와 유리는 필름지 다음으로 이완 순위를 나타냈다. 이 두 마감재는 매우 매끄러운 표면으로 평가되었고, 매우 차가운 정도로 평가되었다. 본 실험은 6월 29일에서 7월 28일까지 여름철 날씨 실내온도 ±20℃에서 수행한 것이다. 표면이 매우 차가운 정도로 평가된 금속재와 유리가 상위 이완 순위를 나타낸 것을 볼 때, 자극물이 온도와 상호 영향 가능성이 있다고 가정하면, 계절에 영향을 받는지에 대해서도 보완 연구의 필요성을 느낀다. 페인트는 다른 마감재들과 비교했을 때, 이완과 각성의 완만한 뇌파특성을 나타냈다. 실크벽지는 여러 채널에서 베타파에 대한 알파파의 억제로 가장 높은 각성을 나타냈다. 본 실험에 참여한 피험자들이 8가지 마감재 중 가장 거칠다고 평가했던 실크벽지의 표면적 촉감평가는 그 뇌파 특성에서도 베타파에 대한 알파파의 감소가 가장 두드러지게 나타난 것이다. 목재는 사포로 면을 문질러서 다듬은 것이고 칠을 하지 않아 그 표면의 뇌파특성은 각성에 가까운 변화를 보였다. 석재는 물갈기 연마 처리한 매끄러운 표면을 가졌으나 피험자들은 표면을 감각할 때 긴장했으며, 각성에 가까운 뇌파특성을 나타냈다. 흡음재인 직물은 그 표면이 다소 거칠지만 따뜻한 정도가 가장 높게 평가되어 각성 상태에서 멀어진 이완과 각성의 중간정도 뇌파변화를 나타냈다. 직물이 사람을 편안하게 하여 이완의 활성이 가장 높을 것이라 예상했으나 표면을 만지는 촉각적 뇌파는 다른 결과를 가져왔다. 표면을 손으로 감각할 때는 마감재 질감의 물리적 속성이 뇌파의 변화를 더 좌우하는 것으로 판단된다.

둘째, 본 실험의 베타파에 대한 알파파 분석에서는 8가지 마감재들이 공통적으로 ch1-FP1과 ch2-FP2 그리고 ch17-AFZ와 ch19-FZ에서 베타파에 대한 알파파가 활성화되었고, 보편적으로 ch13-T3와 ch14-T4 그리고 ch15-T5와 ch16-T6에서 베타파에 대한 알파파가 억제되었다. 이것은 뇌 부위의 전방 전두엽에서 특히 활성화되었으며, 측두엽에서는 활성이 억제되었다. 다시 말해, 실내마감재에 대해 손으로 감각하는 촉각적 실험에서는 전반적으로 전방 전두엽 쪽에서 이완효과가 뚜렷하게 나타났고, 측두엽 쪽에서 이완 효과가 억제되어 나타났다.

셋째, 본 논문의 범위에서 종합적으로 판단해 볼 때, 마감재에 대해 촉각적으로 감각하는 것은 표면의 매끄러운 정도와 거친 정도의 차이 그리고 표면의 따뜻한 정도와 차가운 정도 차이에서 대조적인 반응을 보이며 뇌파의 이완과 각성 반응에 차이가 나는 것으로 판단되나, 표면적인 질감에 대한 감각은 사람마다 다르게 평가되기도 하기 때문에 본 연구는 다소 한계를 갖는다.

본 연구결과를 통해 알 수 있었던 것은 사람의 뇌는 한 마감재를 손으로 만질 때, 즉 하나의 일을 수행할지라도 뇌의 각 부위마다 반응하는 뇌파가 다르다는 것을 알 수 있었다. 또한 모든 마감재에서 표면을 감각한 촉각적 뇌파 특성은 채널별로 나뉘어 나타난 것도 파악할 수 있었다. 이로 볼 때, 인간의 뇌는 다양한 환경의 변화를 접할 때마다 그것에 대응하는 뇌파는 변화하는 것으로 해석된다. 그러므로 실내공간 마감의 중요성 및 기능을 충족하는 마감재 적용의 중요성도 재인식하게 된다.

본 연구는 마감재의 표면적 질감에 대하여 피험자들의 주관적 평가도 접목하였다. 그러므로 본 연구의 결과는 보편화하는데 한계가 있을 수 있다. 차후 전문가 집단을 통한 촉감평가를 적용한다면 더 의미 있는 연구가 될 것이라 사료된다. 본 연구는 실내공간에 재료 마감 시 목적과 필요성에 따라 적절히 적용할 수 있다. 현 시대는 다양한 마감재의 출현으로, 보이는 것의 중요성 및 그에 따른 표면적인 조화는 넘쳐나고 있다. 그러나 본 연구의 결과, 한정된 범위의 마감재이긴 하나 기능성 있는 공간으로의 의미를 더하고자 한다면 본 연구 결과를 응용하는 것도 의미가 있으리라 생각한다. 예를 들어, 본 연구의 결과로 실내 적용 시 촉감각을 필요로 하는 공간 즉, 손으로 만져서 어떠한 효과를 얻을 수 있는 공간을 원한다면 본 연구결과를 제안한다.

참고문헌

1. Michio Kaku, 마음의 미래, 박병철 옮김, 김영사, 경기, 2015
2. 진복희, 임상생리학 뇌파, 고려의학, 서울, 2014
3. 김정식, 지각과정을 이용한 촉감디자인에 관한 연구, 국민대 석사논문, 2008
4. 김지은, 촉각에 의해 유발된 정서에 따른 뇌파의 변화, 충남대 석사논문, 1997
5. 장덕찬, 시각 및 촉각 정보처리를 요구하는 구조화된 손가락운동, 계명대 박사논문, 2009
6. 서림능력개발자료실, 제3의 뇌파 알파파 인간, 1판 2쇄, 서림문화사, 서울, 2013
7. 신훈・백건종・송민정・장길수, 건축재료의 향 자극에 대한 뇌파변화, 한국생태환경건축학회 논문집 v.9 n.1 통권 35호, 2009.2
8. 신훈・백건종・송민정・장길수, 건축재료의 향 자극에 대한 뇌파변화, 추계학술발표대회논문집 제8권 제2호, 2008.11
9. 윤미영, 물리적 인터페이스(PUI)디자인 개선을 위한 촉각 감성의 뇌파(EEG) 평가, 한양대 석사논문, 2014
10. 윤중수, 뇌파학개론, 고려의학, 서울, 1999
11. 이남덕, 한국어어원연구3(한국문화총서3), 이화여자대학교출판부, 서울, 1998
12. 이소영, 원단의 촉감에 따른 뇌파 특성 분석, 한국복식학회, 복식 64권 4호, 2014.7
13. 이정모 외 16인, 인지심리학, ㈜학지사, 서울, 2013
14. 이지희, 국어 촉각 형용사 연구, 충북대 석사논문, 2007

[논문접수 : 2016. 01. 31]
[1차 심사 : 2016. 02. 24]
[2차 심사 : 2016. 03. 09]
[게재확정 : 2016. 03. 11]