

Human Sensory Lab: Hearing



인간공학실험 1 분반

담당교수: 김선욱 교수님

제출자: 1 조

32140236 구인정(조장)

32161520 민경현

32170417 김도형

32170979 김주완

32193430 이재원

제출일: 2021 년 10 월 28 일

Abstract

Human Sensory Lab - Hearing 실험은 인간의 주요 감각 중 Hearing, 즉 청각에 대하여 각기 다른 자극에 어떠한 반응을 보이는지에 대한 실험이다.

이 실험에서 피실험자는 Lafayette/Beltone Hearing Tester을 통하여 1,000Hz에서 점점 dB가 올라가는 청각적 신호를 듣고 어느 dB에서 소리가 인식되는지, 그리고 점점 dB가 내려가는 청각적 신호를 듣고 어느 Hz에서 소리가 들리지 않게 되는지에 대하여 판단한다. 또한, 2가지의 톤(750,1,000Hz)의 신호와 6가지의 톤(750, 1,000, 1,500, 2,500, 3,000, 4,000Hz)의 신호를 각각 들려주어, 둘 중 무엇이 피 실험자가 각 톤의 차이를 잘 구별할 수 있는지 실험한다.

우리는 이러한 실험에서 1,000Hz의 소리는 최소 5dB 이상의 소리부터 들을 수 있을 것이고, 6가지의 톤의 경우보다 두 가지의 톤의 경우가 더욱 소리를 구분하기 쉬울 것이라는 가설을 세웠다.

실험 결과, 1,000Hz의 소리에서는 최소 8.739dB 이상부터 소리를 인식할 수 있다는 것을 알수 있었고, 6가지의 톤과 2가지의 톤 사이에서 적은 톤이 존재하는 쪽이 구분이 더욱 쉽다는 것을 증명할 수 있었다. 이 두 가지 실험 결과는 실험 전 세웠던 가설과 일치한다.

이러한 실험에서 우리는 일상 소음이 실험 결과에 영향을 미쳤을 수도 있기 때문에, 일상 소음이 들리지 않는 곳에서 실험할 경우 더욱 좋은 결과를 예측할 수 있었을 것이라 예상한다. 또한, 소리의 종류에 따라 최소 소리 강도를 달리 해 보는 실험을 추가로 진행했을 경우 어떠한 차이점이 있는지 연구 해 볼 필요 또한 있다고 생각된다.

목차

I. Introduction

1.1 연구 배경.....	3
1.2 연구 목적.....	3
1.3 이론적 배경.....	4

II. Method

2.1 피실험자.....	5
2.2 실험 장비.....	5
2.3 실험 방법.....	5

III. Results

3.1 수집한 데이터.....	8
3.2 통계적 분석.....	9
3.3 결과 해석.....	10

IV. Discussion

4.1 결론	13
4.2 한계 및 추가 실험.....	14

Reference

I. Introduction

1.1 연구 배경

Human Sensory 실험은, 인간의 주요 감각들이 반응하는 것을 관찰하여, 각각 다른 자극에 대하여 인간이 어떤 차이점을 보이는지를 관찰하는 실험이다. 이 중 Hearing 에 대한 실험은, 실험자에게 Hearing 자극을 주어 각각의 자극에게 어떠한 반응을 보이는지를 관찰한다. 두 개의 실험으로 나누어 진행하는데, 인간이 자극이 주어지고 있음을 알 수 있는 최소 데시벨을 구하는 실험과, 각 두 개의 톤과 여섯 개의 톤이 주어질 경우 인간이 그 차이를 얼마나 쉽게 구분할 수 있는지를 알아본다.

1.2 연구 목적

Human Sensory 중 Hearing은 인간의 주요 감각 중 하나로, 청각적인 자극에 대하여 이에 어떻게 반응하는지에 따른 실험을 통하여 인간의 주의를 얼마나 효율적으로 돌릴 수 있는지, 또는 청각적인 자극을 통하여 주의를 집중시키는 것을 목적으로 할 수 있다. 이러한 실험의 결과를 통하여, 육체적인 활동의 훈련에 집중도를 높이는 데에 유의미한 차이를 보이게 할 수 있다.1) 또한, 주의집중이 부족한 경우를 청각적인 자극을 통하여 부족한 집중도에 의미 있는 긍정적인 변화를 나타나게 할 수 있다.2)

1.3 이론적 배경

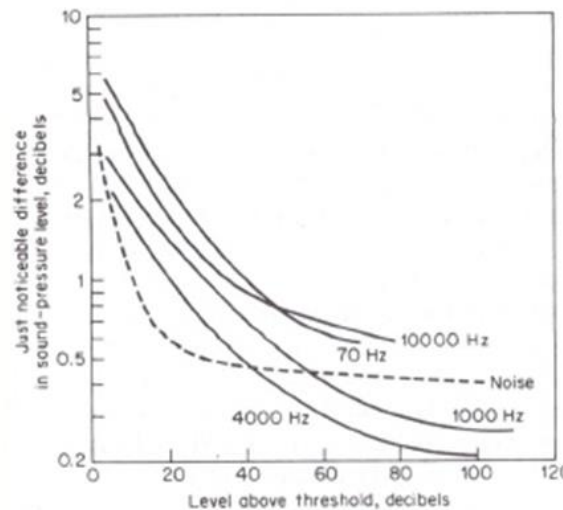


그림 1. The just-noticeable differences(JNDs) in sound intensity for pure tones of selected frequencies and for wideband noise

Shower와 Biddulph가 1931년 수행한 초기 연구 결과³⁾에서 볼 수 있듯이, 사람들이 frequency가 다른 pure tones 사이의 차이를 구별할 수 있는 능력을 그림 1에서 볼 수 있다.

그림1 은 1000Hz 미만의 다양한 주파수의 pure tones에 대한 JND를 보여주지만 그 이상의 주파수에 대해서는 JND를 급격하게 증가시킨다. 따라서 신호를 frequency에 따라 구별하려면 일반적으로 낮은 frequency의 신호를 사용하는 것이 바람직하다. 참고로 위 그림에서 사람들은 JND가 낮을수록 각 tone을 더 잘 구별할 수 있다.

II. Method

2.1 피실험자

단국대학교에 재학중인 대학생 44명

2.2 실험 장비

- 청각 실험

Hearing : Lafayette/Beltone Hearing Tester

2.3 실험 방법

- 청각 실험

청각실험에서는 피실험자 각자 1,000Hz의 소리를 듣고 최소 데시벨(dB)이 무엇인지 결정하고, 2tones(750, 1,000Hz)에서는 750Hz와 1,000Hz를 듣고 구별하는 실험 그리고 동일한 방법으로 6tones(750, 1,000, 1,500, 2,000, 3,000, 4,000Hz) 둘 중 무엇을 더 잘 구별할 수 있는지를 실험하였다.

III. Results

3.1 수집한 데이터

표 1. Hearing-Detection 실험 값

	Detection-Increasing			Detection-Decreasing		
	1회	2회	평균	1회	2회	평균
1	5	8	6.5	6	7	6.5
2	20	13	16.5	18	8	13
3	16	13	14.5	11	8	9.5
4	14	13	13.5	14	8	11

5	13	9	11	7	5	6
6	4	4	4	-5	-1	-3
7	7	5	6	-3	-9	-6
8	15	10	12.5	11	6	8.5
9	5	8	6.5	5	-6	-0.5
10	0	0	0	-5	1	-2
11	39	27	33	25	20	22.5
12	25	26	25.5	20	21	20.5
13	25	25	25	19	18	18.5
14	25	24	24.5	21	21	21
15	19	22	20.5	18	18	18
16	2	3	2.5	-4	-4	-4
17	5	3	4	4	2	3
18	1	-1	0	-3	-1	-2
19	6	6	6	0	-2	-1
20	6	6	6	-3	-3	-3
21	7	9	8	5	6	5.5
22	6	8	7	4	3	3.5
23	5	12	8.5	4	6	5
24	12	15	13.5	2	1	1.5
25	24	22	23	14	18	16
26	4.5	5	4.75	1.5	3.5	2.5
27	16	16.5	16.25	7	6	6.5
28	11	11	11	3	3	3
29	11	8	9.5	9	5	7
30	9	8	8.5	7	7	7
31	10	11	10.5	6	10	8
32	11	7	9	6	4	5
33	9	11	10	8	2	5
34	14	5	9.5	5	0	2.5
35	12	15	13.5	8	10	9
36	13	17	15	8	12	10
37	7	12	9.5	2	10	6

38	15	11	13	9	9	9
39	18	12	15	10	12	11
40	6	11	8.5	3	6	4.5
41	13	12	12.5	0	2	0
42	11	12	11.5	1	0	1
43	12	11	11.5	0	0	0
44	11	1	6	1	1	1
전체 평균	11.80681818	11.05682	11.43182	6.352272727	5.761364	6.045455

표 2. Hearing-Discrimination 실험 값

	Discrimination(2 Tone)			Discrimination(6 Tone)		
	1회	2회	평균	1회	2회	평균
1	10	10	10	2	5	3.5
2	10	10	10	8	5	6.5
3	9	10	9.5	5	6	5.5
4	10	10	10	3	3	3
5	10	10	10	10	10	10
6	10	10	10	8	5	6.5
7	10	10	10	4	6	5
8	10	10	10	7	6	6.5
9	10	10	10	2	5	3.5
10	10	10	10	1	7	4
11	10	10	10	1	5	5
12	9	10	9.5	7	6	6
13	10	10	10	2	8	8
14	10	10	10	5	9	9
15	10	10	10	6	7	7
16	10	10	10	6	8	7
17	10	10	10	4	4	4
18	10	10	10	5	7	6

19	10	8	9	8	6	7
20	10	10	10	6	4	5
21	10	10	10	4	6	5
22	10	10	10	10	10	10
23	10	10	10	2	3	2.5
24	10	10	10	9	8	8.5
25	10	10	10	7	8	7.5
26	10	10	10	8	6	7
27	10	10	10	6	6	6
28	10	10	10	9	9	9
29	10	8	9	3	4	3.5
30	10	10	10	5	7	6
31	10	10	10	2	2	2
32	10	10	10	2	5	3.5
33	10	10	10	2	2	2
34	10	10	10	8	3	5.5
35	10	10	10	3	3	3
36	10	10	10	8	7	7.5
37	10	10	10	6	4	5
38	10	10	10	2	8	5
39	10	10	10	7	3	5
40	10	10	10	6	7	6.5
41	6	10	8	3	5	4
42	9	10	9.5	6	4	5
43	10	10	10	9	6	7.5
44	10	10	10	9	9	9
전체 평균	9.840909091	9.909091	9.875	5.363636364	5.840909	5.761364

3.2 통계적 분석

표 3. Hearing-Detection 대응표본 통계량

대응표본 통계량					
		평균	N	표준화 편차	표준오차 평균
대응 1	increase	11.4318	44	6.94818	1.04748
	decrease	6.0455	44	6.96738	1.05037

표 4. Hearing-Detection 대응표본 상관계수

대응표본 상관계수				
		N	상관관계	유의확률
대응 1	increase & decrease	44	.892	.000

표 5. Hearing-Detection 대응표본 검정

대응표본 검정									
		대응차							유의확률 (양측)
		평균	표준화 편차	표준오차 평균	차이의 95% 신뢰구간		t	자유도	
					하한	상한			
대응 1	increase - decrease	5.38636	3.23159	.48718	4.40387	6.36886	11.056	43	.000

표 6. Hearing-Discrimination 기술통계량.

기술통계량			
	평균	표준화 편차	N
discrimination	5.56250000	6.236781797	72
x	2.0000	.82223	72

표 7. Hearing-Discrimination 상관 계수

상관계수		discrimination n	x
Pearson 상관	discrimination	1.000	.391
	x	.391	1.000
유의확률 (단측)	discrimination	.	.000
	x	.000	.
N	discrimination	72	72
	x	72	72

표 8. Hearing-Discrimination 입력/제거된 변수

입력/제거된 변수 ^a			
모형	입력된 변수	제거된 변수	방법
1	x ^b	.	입력

a. 종속변수: discrimination

b. 요청된 모든 변수가 입력되었습니다.

표 9. Hearing-Discrimination 모형 요약

모형 요약				
모형	R	R 제곱	수정된 R 제곱	추정값의 표준 오차
1	.391 ^a	.153	.141	5.780103651

a. 예측자: (상수), x

표 10. Hearing-Discrimination 분산분석

ANOVA^a

모형		제곱합	자유도	평균 제곱	F	유의확률
1	회귀	423.047	1	423.047	12.662	.001 ^b
	잔차	2338.672	70	33.410		
	전체	2761.719	71			

a. 종속변수: discrimination

b. 예측자: (상수), x

표 11. Hearing-Discrimination 계수

계수^a

모형		비표준화 계수		표준화 계수	t	유의확률
		B	표준화 오류	베타		
1	(상수)	-.375	1.802		-.208	.836
	x	2.969	.834	.391	3.558	.001

a. 종속변수: discrimination

3.3 결과 해석

Hearing-Detection 실험에서 p-Value는 0.00으로 0.05보다 작다. 따라서 소리가 증가할 때와 감소할 때의 구별 능력 차이는 유의미한 차이를 갖는다.

Hearing-Discrimination 실험에서 독립변수 x를 6 tone과 2 tone으로 설정하고, 종속변수 discrimination을 문제를 맞힌 개수로 설정하였다. Hearing-Discrimination에서의 p-Value는 0.01로 0.05보다 작다. 따라서 소리의 개수와 구별 능력은 선형 관계를 갖는다는 것을 확인할 수 있다.

IV. Discussion

4.1 결론

본 실험에서는 인간의 감각(Human Sensory)중 청각(Hearing)에 대해 실험하였다. 인간이 1,000Hz의 소리에서 들을 수 있는 최소 데시벨(dB)이 무엇인지, 2tones(750, 1,000Hz)와 6tones(750, 1,000, 1,500, 2,000, 3,000, and 4,000Hz) 둘 중

무엇을 더 잘 구별할 수 있는지를 실험하였다. 실험을 진행하기 앞서 다음의 2가지 가설을 세웠다.

가설

1. 1,000Hz의 소리에서는 최소 5dB 이상의 소리부터 들을 수 있을 것이다.
2. 6tones(750, 1,000, 1,500, 2,000, 3,000, 4,000Hz)보다 2tones (750, 1,000Hz)간에서 소리를 구분하는 능력이 더 뛰어날 것이다.

가설 1의 경우 1.3 이론적 배경에 나와있는 그림 1을 참고하였다. 1,000Hz일 때 JNDs는 소리의 크기(dB)와 반비례하는데, JNDs가 작을수록 소리를 더 잘 구별할 수 있다. 따라서 그림 1에 나와있는 JNDs가 클 때의 소리 강도인 5dB로 설정하였다.

가설 2의 경우 선택지가 많아질수록 소리를 구분하는 능력이 떨어질 것이라는 가설을 경험적으로 세웠다.

- Detection

표 12. Hearing-Detection 실험 값(최소)(단위: dB)

	Min
평균	8.739

- Discrimination (2 Tones, 6 Tones)

표 13. Hearing-Discrimination 실험 값(정답률)(단위: %)

	2 Tone	6 Tone
평균	98.77	57.61

Hearing-Detection 실험에서 1000Hz의 소리에서는 최소 8.739dB 이상부터 들을 수 있다는 결과를 얻었다. 따라서 1,000Hz의 소리에서는 최소 5dB 이상의 소리부터 들을 수 있다는 가설 1은 실험 결과와 일치한다.

Hearing-Discrimination 실험에서 서로 다른 2 Tone이 있을 때는 10문제 중 98.77%의 정답률을, 6 Tone에서는 57.61%의 정답률을 얻었다. 따라서 6tones(750, 1,000, 1,500, 2,000, 3,000, 4,000Hz)보다 2tones (750, 1,000Hz)간에서 소리를 구분하는 능력이 더 뛰어날 것이라는 가설 2는 실험 결과와 일치한다.

4.2 한계 및 추가 실험

1. 일상 소음이 실험 결과에 영향을 미쳤을 가능성이 있다.

독일의 Simens Signia라는 보청기 판매 회사에서 조사한 바에 따르면⁴⁾, 보통의 호흡음이 10dB, 조용한 레스토랑이 50dB, 일상 대화는 60dB 정도의 소음을 발생시킨다. 이에 비해 Hearing-Detection 실험에서 1,000Hz에서 인간이 들을 수 있는 최소한의소리 강도는 8.739dB로 보통의 호흡음보다 작게 나왔다. 피실험자는 인간으로 주기적으로 호흡을 한다. 실험 장소는 단국대학교 강의실로 실험 중, 주변에서 60dB 정도의 일상 대화가 오고 갔다. 일상 소음(호흡음,일상 대화)이 실험 결과에 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 이를 해결하기 위해 실험 중에 피실험자가 잠시 호흡을 멈추도록 유도하고, 일상 대화가 들리지 않는 가능한 조용한 환경을 구성할 것을 제안한다.

2. 소리의 종류에 들을 수 있는 최소 소리가 달라지는가?

필자는 1,000Hz의 소리에서 들을 수 있는 최소 데시벨(dB)이 소리의 종류에 따라 달라지는지 실험할 것을 제안한다.

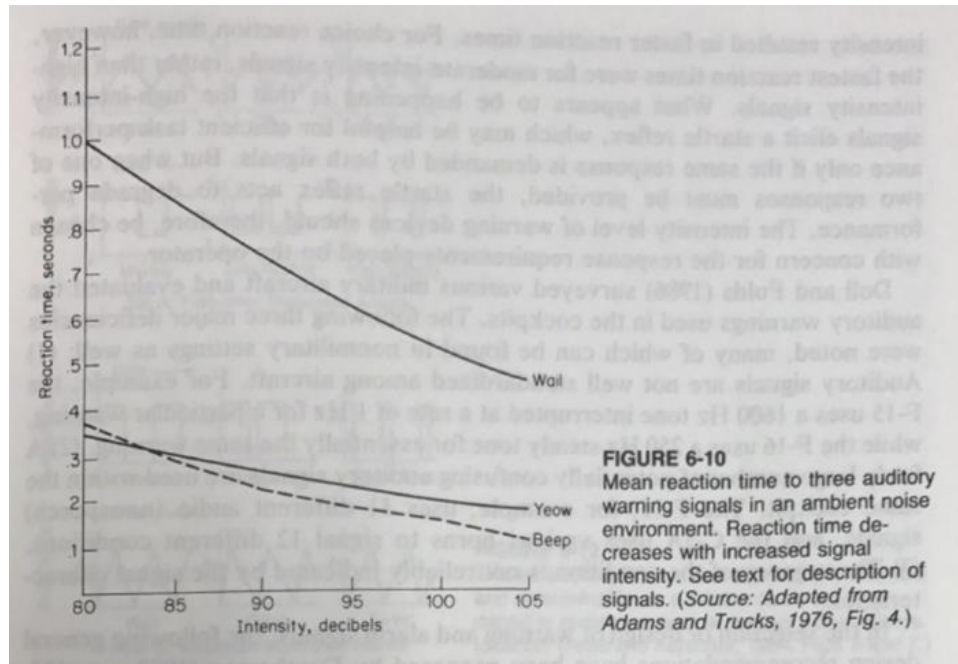


그림 3. Mean reaction time to three auditory warning signals in an ambient noise environment 5)

위 그림에 나와 있는 것처럼 세 종류의 소리(Wail, Yeow, Beep) 모두 Intensity(dB)가 높아질수록 Reaction Time(s)이 감소하는 경향을 보인다. Wail 소리는 모든 구간에서 다른 두 소리에 비해 같은 Intensity일 때 Reaction time이 길다. Yeow와 Beep의 경우는 대략 82.5dB 이전에는 Beep소리가 Yeow보다 긴 Reaction Time을 보이지만, 이후에는 Yeow가 긴 경향을 보인다. 이처럼 소리의 종류에 따라 Reaction Time이 달라지는 것을 볼 수 있다. 마찬가지로 본 실험에서 진행한 인간이 1,000Hz의 소리에서 들을 수 있는 최소 데시벨(dB)이 무엇인지, 2tones(750, 1,000Hz)와 6tones(750, 1,000, 1,500, 2,000, 3,000, and 4,000Hz) 둘 중 무엇을 더 잘 구별할 수 있는지가 소리의 종류에 따라 달라질지도 모른다는 가설을 세울 수 있다. 이 가설을 검증하기 위해 본 실험에서 소리의 종류를 고려한 추가 실험을 할 것을 제안한다.

Reference

- 1) 조혜수. "시각신호 훈련방법과 청각신호 훈련방법이 태권도 돌려차기 반응시간에 미치는 영향." 국내석사학위논문 한양대학교 대학원, 2017. 서울
- 2) 박미영. "감각조절 장애 아동에게 치료적 듣기가 작업수행, 청각행동문제, 주의집중에 미치는 영향." 국내석사학위논문 건양대학교 일반대학원, 2018. 충청남도
- 3) Mark S. Sanders, Ernest J. McCornick, 『Human Factors in Engineering and Design 』, McGraw-Hill, 45-51, 1993
- 4) 독일 Simence Signia 보청기 판매 회사 공식 블로그.
<https://post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=22536867&memberNo=35428373>
- 5) 상게서.