

## 굴절교정된 정상안에서 운무 전후에 따른 순음청력역치의 비교

조수진 · 주석희\* · 이군자\*\* · 최인실\* · 임현성\*\*

대불대학교 언어치료청각학과, \*대불대학교 안경광학과, \*\*울지대학교 안경광학과  
투고일(2009년 7월 25일), 수정일(2009년 8월 19일), 게재확정일(2009년 9월 8일)

**목적:** 본 연구는 굴절교정된 정상안에서 운무 전후에 따른 순음청력검사 값의 변화를 알아보고자 시행하였다. **방법:** 안질환이나 청각질환이 없으며, 교정시력이 1.0이상의 젊은 성인 50명(남자: 30명, 여자: 20명)을 대상으로 하였다. 시력교정 전후의 순음청력역치(pure tone threshold)의 변화를 순음청력검사(pure tone audiometry)를 통해서 비교해 보고자 하였다. **결과:** 전 주파수 대역에서 운무 후의 순음청력역치가 운무 전보다 더 높게 나타났으며, 그 차이는 2000 Hz를 제외한 전 주파수 대역에서 통계적으로 유의하게 측정되었다( $p < .05$ ). 저주파수 대역인 250 Hz와 500 Hz에서 각각  $6.8 \pm 8.4$  dBHL과  $4.3 \pm 6.6$  dBHL로 나타나 다른 주파수 대역에 비해서 그 차이가 크게 나타났고, 중주파수 대역인 2000 Hz에서는  $0.8 \pm 4.5$  dBHL로 가장 작게 나타났다. **결론:** 굴절교정된 정상안에서 운무 전과 후의 순음청력검사의 역치값이 다르게 나타나 망막상의 선명도와 청각은 서로 영향을 주는 것으로 판단되며 이 결과는 굴절교정과 청각의 상관성을 제공하는 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

**주제어:** 굴절교정, 운무, 순음청력검사, 청각변화, 순음청력역치

### 서 론

현대 산업화와 정보화는 시각과 청각 등 감각 기능의 중요성을 더욱 가중 시키고 있다. 시각과 청각은 감각기관 중 대부분의 정보를 받아 들여 인지하며, 이 두 가지 감각 기관은 상호 밀접한 관련성을 가지고 있다<sup>[1]</sup>. 청각 저하 시 나타나는 시각 반응의 과정은 망막에 자극된 시각 자극이 시각 전달로를 통하여 후두엽에 도달하여 나타나는 전기적 과정을 측정하여, 신경계에서 발생하는 역학적 변화를 관찰하여 시각 기능과 청각의 상호 연관성을 평가할 수 있고, 이러한 결과는 Aparicio 등에 의해 상호 결핍에 대한 보상작용 모델(the compensatory and deficiency model)로 제시되었다<sup>[2]</sup>.

외이(outer ear)에서 청각피질(auditory cortex)에 이르는 청각 전달로에 문제가 발생하여 청력손실(hearing loss)이 발생하게 된다. 청력손실은 발생 부위에 따라서 전음성(conductive), 감각신경성(sensory-neural), 혼합성(mixed) 및 중추성(central) 등으로 나눌 수 있고, 그 정도에 따라 경도, 중등도, 중등고도, 고도 및 농(deaf)으로 분류한다.

청력손실을 평가할 수 있는 검사에는 소리 자극에 대한 인지 여부를 환자의 주관적인 표현에 의존하여 판단하는 음차검사(tuning fork), 순음청력검사(pure tone audiometry)

및 어음청력검사(speech audiometry) 등의 주관적 검사법과 소리 자극에 의해 발생한 청각 전달로의 다양한 신호를 객관적으로 기록하는 임피던스 청력검사(impedance audiometry), 이음향방사(otoacoustic emission) 및 청성뇌간반응(auditory brainstem response) 등의 객관적 검사법으로 구분된다. 여러 가지 청력검사 중에서 주관적 검사법이 더 우선되는데, 이 중 주파수별 청력역치(hearing threshold), 청력손실의 유형과 향상 등 환자의 청각과 관련된 다양한 정보를 얻을 수 있는 순음청력검사가 가장 기본이 되는 중요한 검사이다<sup>[3]</sup>. 순음청력검사는 청력검사기를 통해서 전기적으로 발생시킨 순음(pure tone)을 주파수와 강도를 다양하게 피검자에게 제시한 후, 동일한 강도 수준에서 50% 이상 반응하는 가장 낮은 자극음인 청력역치를 측정하는 검사법이다. 이 검사를 통하여 피검자의 외이, 중이(middle ear), 내이(inner ear) 및 청신경 전도로에 이르는 청력의 민감도를 정량적으로 확인할 수 있으며, 정도는 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz의 세 주파수 역치에 대한 평균(순음평균역치, pure tone average, PTA)으로 구분하는데<sup>[4]</sup>, 임상에서는 일반적으로 25dBHL 이하를 정상 청력으로 정의한다.

뇌간(brain stem)은 중뇌(midbrain), 교(pons), 연수(medulla oblongata)로 이루어지며 신경계의 상위수준과

하위수준간의 전도로 알려져 있다<sup>5)</sup>. 교는 소뇌와 대뇌를 연결하고 중뇌를 연수까지 연결하고 있으며, 교는 호흡중추 중 하나를 포함하며, 중뇌는 청각, 시각 반응들을 증가하고 연수는 호흡, 혈관운동, 심장기능을 조절한다.

청각에 관련된 연구에서는 청각결핍과 청각회복에 따른 감각피질의 가소성이 수술 후 청각언어기능의 회복에 미치는 영향을 분석하였으며, 또한 인지기능의 발달이 이루어지는 전농(청각장애) 아동에서는 복합적인 인지기능 평가와 뇌기능영상을 이용하여 저위 감각피질의 가소성과 고위인지기능을 담당하는 전전두엽기능의 상호작용이 와우이식술 후 청각언어발달에 미치는 영향에 관한 연구가 있었다<sup>6,7)</sup>.

최근 연구에서는 청각피질의 가소성과 함께 고위인지기능을 담당하는 전전두엽의 기능 또한 청각언어의 회복에 밀접한 관련이 있음을 새로이 밝혀졌으며<sup>8)</sup>, 와우이식술 전 전농환자를 대상으로 확산텐서영상과 시각자극제시 MEG 영상으로 시-청각피질 교차가소성의 발생을 해부학적/기능적으로 관찰하고 와우이식으로 청각을 회복한 후 교차가소성이 변화하는 양상을 시-청각 복합자극을 제시한 H<sub>2</sub>O<sup>15</sup>-PET으로 관찰하는 연구가 진행되었다<sup>9-11)</sup>.

하지만 실제 임상에서 정상인을 대상으로 시각을 방해하였을 때 어느 정도의 청각 기능이 저하되는가에 대한 임상적인 결과가 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 시각을 방해(disturbance)시켜서 나타날 수 있는 청각기능 변화를 순음청력역치를 이용해서 비교해 보고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구대상

본 연구의 목적에 동의하며, 안질환이 없으며 교정시력이 1.0이상 측정되는 사람을 대상으로 하였고, 이들 중에서 이경검사(otoscopy)와 고막운동성검사(tympanometry)를 통해서 외이나 중이에 질환이 없는 젊은 성인 50명(남자: 30명, 여자: 20명)의 100귀를 측정 대상으로 하였다. 대상자의 연령범위는 19-26세, 평균 연령은 21.1세였다.

### 2. 실험방법

#### 1) 실험내용 및 절차

굴절교정된 정상안에서 운무 전후의 순음청력역치 변화를 순음청력검사를 통해서 비교해 보고자 하였다. 운무 전의 상황을 위하여 충분히 휴식을 하제한 후 굴절이상 교정 후에 근거리 시력표 0.5시력을 주시하게 한 후 검사를 실시하였으며, 운무 후의 상황은 교정된 시험테에 +10디옵터 렌즈로 운무 시킨 후 30 cm 근거리 시력표 0.5시력

을 주시하여 검사에 응하도록 하였다.

- 순음청력검사의 음향보정(acoustic calibration): 검사를 시행하기 전에 Larson & Davis system 824를 이용하여 순음청력검사기(audiometer)에 대한 음향보정을 실시하였다.
- 순음청력검사: Grason-Stadler사의 GSI 61 순음청력검사기와 TDH 49 headphone을 이용하여 30dBHL에서 처음 자극음을 제시한 후 환자가 반응이 있으면 자극음을 10dB 하강, 반응이 없으면 5dB 상승하는 과정을 반복하여 피검자가 동일한 수준에서 50% 반응하는 가장 낮은 자극음을 순음청력역치로 인정하는 수정상승법(modified ascending method)을 사용하여 기도 경로(air conduction)에 대한 역치를 측정하였다. 측정 주파수는 어음(speech sound)에 대한 중요한 정보를 제공하는 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz 였으며, 30dBA 이하의 조용한 방에서 검사를 시행하였다. 순음청력검사는 청력검사기를 통해서 전기적으로 발생시킨 순음(pure tone)을 주파수와 강도를 다양하게 피검자에게 제시한 후, 동일한 강도수준에서 50% 이상 반응하는 가장 낮은 자극음인 청력역치를 측정하는 검사법이다. 이 검사를 통하여 피검자의 외이, 중이, 내이(inner ear) 및 청신경전도로에 이르는 청력의 민감도를 확인할 수 있으며, 난청(hearing loss)의 정도는 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz의 세 주파수 역치에 대한 평균(순음평균역치라 함, pure tone average, PTA)으로 구분하는데, 25dBHL 이하를 정상 청력으로 정의한다.

### 2) 통계분석

통계처리는 SPSS 12.0을 이용하여 전체 대상자의 시력 교정 전후의 순음청력역치에 대한 평균과 표준편차를 구한 뒤 대응표본 t 검정(paired-t test)을 이용하여 비교하였다. 그리고 성별에 따른 시력교정 전후의 순음청력역치 차이는 독립표본 t 검정(independent t-test)을 사용하였으며, 상관분석을 통하여 각주파수의 순음청력역치에 따른 시력 교정 전과후의 상관관계(correlation) 및 단순회귀분석(regression analysis)을 실시하였다. 각 분석은 .05의 유의도 수준에서 검증하였다.

## 연구결과 및 고찰

### 1. 정시안과 굴절이상안의 시력교정 후 순음청력역치 비교

Table 1은 정시안과 굴절이상안이 시력교정 후에 청력의 차이를 나타내었다. 500 Hz에서 정시안과 굴절이상안의 순음역치 평균값이 각각  $10.11 \pm 4.48$ dB와  $10.43 \pm 4.42$ dB

Table 1. Mean and correlation coefficients between emmetropic eyes and refractive error eyes thresholds at each frequency for total subjects (unit: dBHL)

Frequency (Hz)	Means ± SD of thresholds (dB)		t-test Value
	Emmetropic eyes	Refractive error eyes	
500	10.11 ± 4.48	10.43 ± 4.42	.723
1000	6.54 ± 4.61	8.27 ± 5.17	.082
2000	2.73 ± 3.69	3.18 ± 4.83	.611
4000	1.54 ± 5.68	1.55 ± 5.78	.994

이었으며, 그 차이값은 0.81이었다. 1000 Hz에서는 정시안과 굴절이상안의 순음역치 평균값이 각각 6.54 ± 4.61dB와 8.27 ± 5.17dB이었으며, 그 차이값은 2.09로 4개의 주파수 영역 중에서 가장 차이값이 컸지만 통계학적으로 유의한 차이는 없었다( $p > .05$ ) (Table 1). 2000 Hz에서 정시안과 굴절이상안의 순음역치 평균값이 각각 2.73 ± 3.69dB와 3.18 ± 4.83dB이었으며, 그 차이값은 0.61이었다. 4000 Hz에서 정시안과 굴절이상안의 순음역치 평균값이 각각 1.54 ± 5.68dB와 1.55 ± 5.78dB이었으며, 그 차이값은 0.35이었고, 두 그룹간의 통계학적으로 유의한 차이는 없었다( $p > .05$ ) (Table 1).

시각신경계는 망막(retina)에서 시작하여 뇌의 외슬체(lateral geniculate body)를 거쳐서 시각 피질(visual cortex)로 연결되는 여러 단계의 신경 세포들로서 이루어진다. 머리 뒷부분에 위치하는 시각피질에는 여러 시각 영역들이 있는데 첫 단계인 제1차 시각피질은 외슬체의 세포를 통해서 망막으로부터 기원하는 영상 신호를 전달받아 여타 시각 피질 영역으로 정보를 전달한다. 각 단계는 정보를 단순히 중개하는 것이 아니라 정보들을 분산, 수렴, 흥분, 억제하는 소위 ‘처리’ 과정을 통해서 입력되는 정보를 변환하여 다음 단계로 출력한다. 그러므로 특정한 빛의 분포에 대해서 각 단계의 신경세포들 각각이 보이는 반응을 분석하면 각 단계에서 일어나는 ‘처리’ 과정을 해석할 수 있으며 시각의 처리과정에서는 청각의 요소가 크게 영향을 받지 않는다고 하였다<sup>[2]</sup>. 따라서 본 연구에서도 정시안과 굴절이상안에서 처리과정의 해석에서 나오는 차이가 크지 않다는 결과를 얻을 수 있었다.

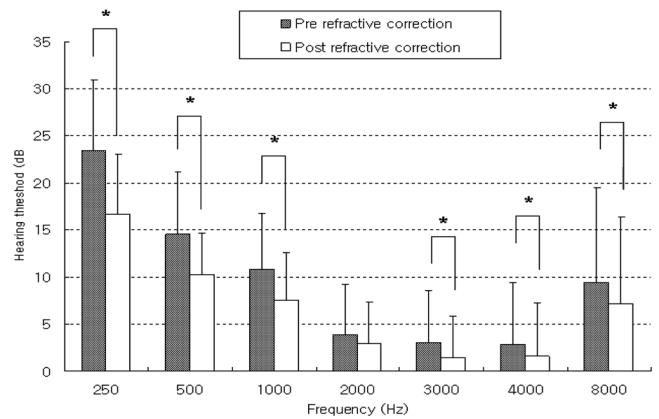


Fig. 1. Distribution of pure tone thresholds between pre and post fogging after refractive corrections for total subjects ( $p < .05$ )

2. 굴절교정된 정상안에서 운무 전과 후의 순음청력역치 비교

운무 전과 후의 순음청력역치 값을 비교해 본 결과 전 주파수 대역에서 운무 후의 순음청력역치가 운무 전보다 더 높게 나타났으며, 그 차이는 2000 Hz를 제외한 전 주파수 대역에서 통계적으로 유의하게 측정되었다( $p < .05$ ) (Fig. 1). 주파수 별로 살펴보면, 전체 대상자의 경우 저주파수 대역인 250 Hz와 500 Hz에서 각각 6.8 ± 8.4dBHL과 4.3 ± 6.6dBHL로 나타나 다른 주파수 대역에 비해서 그 차이가 비교적 크게 나타났고, 중주파수 대역인 2000 Hz에서는 0.8 ± 4.5dBHL로 가장 작게 나타났다(Table 2). 그리고 여성이 3000 Hz를 제외한 전 주파수 대역에서 남성보다 운무 전과 후의 순음청력역치 차이가 더 크게 나타났지만, 통계적으로 유의할 만한 수준은 아니었다( $p > .05$ ) (Table 2).

일상생활의 음향 역치값을 측정하는데 많은 변수들이 작용함에도 불구하고 유용성이 점점 커지는 이유는 주 자극음이 분리된 2개의 순음으로 와우의 기저막에서 특정 반응장소를 갖는 주파수 특이성과 장소의 특이성이 있다고 한다<sup>[12]</sup>. 또한 시상후부는 시상의 뒤쪽 부분을 말하며, 일부 중뇌와 협동하여 청각과 시각의 중간중추로 작용하며, 시각중계중추와 청각중계중추로 구성되어 있다<sup>[11]</sup>. 중주파수 대역인 2000 Hz에서 0.8 ± 4.5dBHL로 가장 작게

Table 2. Mean difference of pure tone thresholds between pre- and post fogging after refractive corrections (unit: dBHL)

	Frequency (Hz)						
	250	500	1000	2000	3000	4000	8000
Male	6.3 ± 8.3	4.3 ± 6.9	2.9 ± 6.1	0.8 ± 4.5	1.7 ± 5.4	0.8 ± 6.8	1.2 ± 7.6
Female	7.6 ± 8.6	4.4 ± 6.1	3.8 ± 7.0	1.0 ± 4.8	1.6 ± 5.9	2.0 ± 5.6	3.8 ± 8.5
Total	6.8 ± 8.4	4.3 ± 6.6	3.3 ± 6.4	0.9 ± 4.6	1.7 ± 6.0	1.3 ± 6.4	2.2 ± 8.0

나타난 것은 운무를 통하여 시각의 방해로 받아 시상후부에 있는 청력에 영향을 준 것이라고 할 수 있다.

이상의 결과에서 전체 대상자의 운무 전과 후의 순음청력역치 차이가 최대  $6.8 \pm 8.4\text{dBHL}$ (250 Hz)에서 최소  $0.9 \pm 4.6\text{dBHL}$ (2000 Hz)로 순음청력검사를 시행할 때의 측정 오차를 생각한다면 그리 크지 않음을 알 수 있었다( $p < .001$ ). 따라서 전 주파수 대역에서 운무 전의 순음청력역치가 운무 후 보다 더 낮게 즉, 청력이 더 좋게 나타나는 경향성에 이 결과의 의의를 두어야 할 것으로 생각한다.

**3. 굴절교정된 정상안에서 운무 전과 후의 주파수별 상관관계**

일상생활에서 주로 감지되는 주파수영역인 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz에서 운무 전과 후의 순음청력역치 값의 상관관계를 알아 본 결과 500 Hz 주파수에서 양의 상관관계가 있는 것으로 측정되었다( $p < .001$ ) (Table 3). 1000 Hz와 2000 Hz의 주파수영역에서는 강한 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났으며, 4000 Hz, 주파수영역에서도 강한 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다( $p < .001$ ) (Table 3).

2000 Hz에서 상관성이 가장 높았고, 4000, 500, 1000 Hz 순으로 상관성이 높게 나타났으며, 모두 통계학적으로 유의한 상관관계가 있었다( $p < .05$ ).

각 주파수 영역에서의 역치값은 개인마다 차이가 있을 수 있지만, 본 연구에서는 높은 Hz에서 역치값의 결과가 높게 측정되는 상관성을 보임으로서 저주파영역에서 시각의 방해에 따라 청각에 주는 영향이 더 많은 것으로 사료된다.

저주파수 청력을 평가 할 수 있는 Toneburst 자극을 사용하는 청성뇌간 반응은 주파수 특이성을 가지며 순음청력역치의 500-4000 Hz를 평가할 수 있으나 파형이 명확하지 않다고 하였다<sup>[13]</sup>. 그러나 본 연구결과에서는 각 주파수 영역에서 운무 전과 후에 통계학적인 상관성이 있는 것으로 나타났다. 하지만 단지 시각적인 변화만으로 청각에 절대적인 영향을 준다는 결론을 내리기는 어려우며, 앞

으로 공간감각에서 방향성과의 관계를 갖는 연구가 추가적으로 필요할 것으로 사료된다.

**결 론**

1. 정시안과 굴절이상안이 시력교정 후에 청력의 차이를 알아본 결과 두 그룹간의 통계학적으로 유의한 차이는 없었다.

2. 운무 전후의 순음청력역치를 비교해 본 결과 전 주파수 대역에서 운무 후의 순음청력역치가 운무 전 보다 더 높게 나타났으며, 그 차이는 2000 Hz를 제외한 전 주파수 대역에서 통계적으로 유의하게 측정되었다. 운무 전과 후의 순음청력역치 차이는 저주파수 대역인 250 Hz와 500 Hz에서 각각  $6.8 \pm 8.4\text{dBHL}$ 과  $4.3 \pm 6.6\text{dBHL}$ 로 나타나 다른 주파수 대역에 비해서 그 차이가 비교적 크게 나타났고, 중주파수 대역인 2000 Hz에서는  $0.9 \pm 4.6\text{dBHL}$ 로 가장 작게 나타났다.

3. 일상생활에서 주로 감지되는 주파수영역인 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz 영역에서 시력교정 전과 후의 순음청력역치 값의 상관관계를 알아 본 결과 각 영역 모두에서 양의 상관관계가 있는 것으로 측정되었다.

따라서 본 연구에서는 정상안에서 굴절교정 전과 후의 순음청력역치 값을 알아봄으로써 굴절교정의 전과 후의 청각기능 변화를 알아 볼 수 있었으며, 본 검사결과 값은 정확한 굴절교정 후의 청각기능 변화에 관한 기초자료 활용 수 있을 것으로 사료된다. 앞으로 노인을 포함한 다양한 연령대의 정상인의 시청각 상호 관련 연구뿐만 아니라, 청각장애인을 대상으로 한 후속연구가 진행되어야 할 것이다. 그리고 굴절교정 후의 청각기능 변화를 순음청력검사를 통한 순음청력역치의 비교 이외에 어음청력검사나 소리에 대한 위치측정(localization) 등의 다양한 임상적 측면에서 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

**참고문헌**

[1] Lawrence K. H. and Carol K. P., "Spatial disparity affects visual-auditory interactions in human sensorimotor processing", *Exp. Brain Res.*, 122(2):247-252(1998).  
 [2] Aparicio M., Gounot D., Demont E., and Metz-Lutz M. N., "Phonological processing in relation to reading: an fMRI study in deaf readers", *Neuroimage*, 35(3):1303-1316(2007).  
 [3] 김리석, "청각검사지침", 학지사, 한국, pp. 18-19(2008).  
 [4] Martin F. N. and Clark J. G., "Introduction to audiology", 10th Ed., Allyn and Bacon, Boston, pp. 77-79(2009).  
 [5] King A. J., "Visual influences on auditory spatial learning", *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.*, 364(12):331-

Table 3. The correlation of each frequency between pre and post fogging after visual correction in total subjects post fogging after visual

Frequency (Hz)	t-test	Correlation coefficient
	p-value	r-Value
500	<.001	0.33
1000	.001	0.32
2000	<.001	0.56
4000	<.001	0.46

- 339(2009).
- [6] Meredith M. A. and Stein B. E., "Descending efferents from the superior colliculus relay integrated multisensory information", *Science* 227(8):657-659(1985).
- [7] Meredith M. A. and Stein B. E., "Spatial determinants of multisensory integration in cat superior colliculus neurons", *J. Neurophysiol.*, 75(5):1843-1857(1996).
- [8] Frens M., Van Opstal J., and Van der Willigen R., "Spatial and temporal factors determine auditory-visual interactions in human saccadic eye movements", *Percept. Psychophys.*, 57(6):802-816(1995).
- [9] Hughes H., Reuter-Lorenz P., Nozawa G., and Fendrich R., "Visuallauditory interactions in sensorimotor processing: saccades versus manual responses", *J. Exp. Psychol. Hum. Percept. Perform.*, 20(1):131-153(1994).
- [10] Knudsen E. and Brainard M. "Creating a unified representation of visual and auditory space in the brain", *Annu. Rev. Neurosci.*, 18(1):19-43(1995).
- [11] Kornblum S., "Simple reaction time as a race between signal detection and time estimation: a paradigm and model", *Percept. Psychophys.*, 13(1):108-112(1973).
- [12] 장현경, 구성민, 김성은, 임덕환, "정상성인에서 대역교차음이 DPOAE Suppression 기능에 미치는 영향", *청능재활학회지*, 2006(2):147-154(2006).
- [13] 이지현, 김진숙, 박홍준, "감각신경성 난청인에서 청성지속반응 역치와 순음청력역치비교", *청능재활학회지*, 2006(2):65-71(2006).

## A Comparison of Pure-Tone Thresholds to the Pre and Post Fogging after Refractive Correction in Normal Eyes

Soo-Jin Cho, Seok-Hee Joo\*, Koon-Ja Lee\*\*, In-Sil Choi\* and Hyun-Sung Leem\*\*

Department of Speech-Language Pathology and Audiology, Daebul University

\*Department of Optometry and Vision Science, Daebul University

\*\*Department of Optometry, Eulji University

(Received July 25, 2009; Revised August 19, 2009; Accepted September 8, 2009)

**Purpose:** To purpose of this study was the pure-tone audimetry changes to compare pre and post fogging after visual correction in normally hearing adults. **Methods:** The estimated that no ocular and audioliar diseases, we selected (male: 30, female: 20) in corrected visual acuity over the 1.0 eye. Pre and post fogging were measured using the pure-tone audimetry. **Results:** To compared fre and post fogging, fre fogging was higher than fre fogging. The take value were just about every kind of Hz but 200 Hz, respectively which were statistically significant ( $p < .05$ ). Low Hz area in 250 and 500 Hz were  $6.8 \pm 8.4$ dBHL,  $4.3 \pm 6.6$ dBHL, there is not all the difference between any other area, 2000 Hz in the middle Hz area was  $0.8 \pm 4.5$ dBHL. **Conclusions:** The study presents different results of measurements in within normal limits. we thought that pure-tone thresholds to the pre and post fogging after refractive correction in normal adults and would be used basic data.

**Key words:** Refractive correction, Fogging, Pure-tone audiometry, Auditory change, Pure-tone threshold