

난청인의 통화 청취도 향상을 위한 전화기 개발연구

이상민*, 우효창**, 김동욱*, 송철규*, 이영목*, 김원기*

*삼성생명과학연구소 임상공학센터, **삼성의료원 이비인후과

A Study on the Development of Telephone for Improvement of the Hearing Impaired's Listening

S.M. Lee*, H.C. Woo**, D.W. Kim*, C.G. Song*, Y.M. Lee*, W.K. Kim*

* Biomedical Engineering Center, SAMSUNG Biomedical Institute,

** Dept. of ORL-HNS, SAMSUNG Medical Center

ABSTRACT

The impaired person and the elderly who has hearing loss have been continuously increased and these people's desire for participating society as a producer has been increased also. So they strongly request the aid device which can compensate their handicap. The hearing aid telephone is one of the basic aid devices that helps the hearing impaired to communicate with other people and to acquire useful information.

We design the new model of the hearing aid telephone and test it's efficiency in three fields - electrical, speech perception, user test. From the result of the test we certify that the new model is better for the hearing impaired to understand the meaning of telephone speech than the old general models.

We expect that the advanced hearing aid telephone can be developed by the research about speech perception characteristics of the hearing impaired in engineering and clinical side.

한되어 발생하는 현상이 아닌 장애로 난청장애인 또한 계속 늘어나고 있다[3][4]. 1995년 한국보건사회연구원은 장애인 실태조사에서 우리나라에는 100만명 이상의 장애인이 있으며 청각장애인은 약 20만명 이상이고 이들은 주로 대도시, 군부주변에 거주하고 있으며 청각장애인중 후천적으로 청각장애를 입은 경우가 86%이상이고 노인성난청이 그중 47%를 차지한다고 발표하였다[4]. 우리나라의 고령인 비율은 2000년 에는 인구의 10%를 넘을 것으로 예상된다. 인구의 노령화와 핵가족화는 개방사회에서 노인과 장애인 들의 자립생활을 필요하게 하고 있으며 이들은 자신의 신체적 기능저하를 보상해줄 각종보조기기를 요구하고 있다. 이들이 많은 지식과 경험을 가지고 있더라도 특정부분의 장애 또는 기능저하로 폐쇄적이고 의존적 생활을 하거나 생산적 활동에 제약을 받는것은 매우 안타까운 일이며 사회집단의 경쟁력을 높이기 위해서라도 이 인력들도 적극적으로 생산적 활동을 할수 있어야 한다. 통신기술과 컴퓨터 등의 첨단과학기술의 발전과 급신장되는 정보화 사회의 궁극적 목적은 인간의 복지증진에 있다고 할 수 있다. 그러므로 난청인들의 청각(聽覺)의 일부기능 저하 및 손실에 대한 극복은 재활개념과 더불어 복지개선 개념으로써 인식되어야 한다.

1. 서 론

난청인(難聽人)들의 청력향상을 위한 연구들이 여러분야에서 오래전부터 진행되어 왔으며 근래에는 신호처리기술의 발전으로 다양한 신호처리기법에 의한 보청 알고리즘 개발 연구가 활발히 전개되며 [1][2] 이를 바탕으로 난청인을 위한 여러 형태의 보청기가 판매되고 있다. 사회의 양적 질적 발전에 따른 부산물로 각종사고로 인한 장애인의 수와 고령인의 수가 꾸준히 늘어나고 있다. 생활주변의 산재된 각종 소음, 공해, 고출력 오디오 기기 등의 영향으로 난청은 특정 직업이나 특정부류의 사람에게만 국

2. 난청현상의 공학적해석

난청의 종류는 크게 전음성 난청 (Conduction hearing loss)과 감음성 난청 (Sensorineural hearing loss)으로 구분할 수 있는데 전음성 난청은 최소청역치(minimum hearing threshold level)가 상승하며 불쾌역치(uncomfortable hearing level)도 상승하여 청력의 동적범위(dynamic range)는 정상귀와 같아서 귀로 들어오는 음을 선형증폭함으로써 비교적 잘 보상이지만 감음성 난청은 최소청역치가 상승하는데 반해 불쾌역치는 정상귀와 비슷한 정도를 가진

다. 즉 청각 동적범위가 협소해진다. 노인성 난청은 주로 감음성 난청으로 분류되며 특히 고주파 대역에서 최소가청역치가 많이 상승하는 특성을 보인다. 이러한 난청은 단순한 선형증폭방법으로는 보상하기가 어렵고 비선형증폭과 압축 등의 신호처리방법을 동원하여야 하는데 난청인 개인의 특성차 극복 등의 문제는 매우 어려운 과제이다.

귀의 소리전달 과정을 소리신호 처리계라는 시스템으로 설명하면 소리수집계, 전달계, 변환계, 인식계로 나눌수 있는데 소리수집계는 귓바퀴를 비롯한 이개를 말하고 전달계는 외이도, 고막, 중이, 달팽이관의 난원창, 림프액이라 할 수 있다. 전달계의 소리전달특성은 외이도, 고막과 중이 그리고 달팽이관의 난원창과 림프액의 모양, 크기, 밀도 등의 특성에 의해 그 특성이 달라진다. 소리변환계는 기계적소리를 전기적소리로 바꾸어주는 역할을 하는데 귀에서는 달팽이관내의 2만여개의 헤어셀(hair cell)이 그 역할을 하고 있다. 이 헤어셀들은 수많은 협대역 대역통과필터기능의 트랜스듀서(transducer)라고 설명할 수 있는데 각 필터의 대역폭과 이득특성이 다르다. 소리인식계는 중추신경과 뇌부분을 지칭한다고 할수 있다. 각 부분이 난청의 원인을 제공하고 있는데 공학적으로 많이 연구하는 분야는 소리전달계와 변환계이다. 수집계의 경우는 외과적인 수술로 거의 극복 가능하고 인식계의 경우는 뇌작용과 밀접하게 연관되는 부분으로서 아직 밝혀지지 않은 부분이 매우 많기 때문이다.

4. 보청전화기의 구성

난청인들이 전화통화시 수신음성언어에 대한 인지도를 높이기 위하여 기존의 전화기를 틀을 유지하며 난청을 보상하기 위한 전화기를 개발하였다. 음성대역을 4개의 밴드로 나누었다. 밴드를 몇 개로 나눌 것인가 하는 문제도 많이 연구되고 있는데 일반적으로 3~4개밴드가 신호처리와 효과면에서 효율적이라고 발표되고 있다[5]. 각 밴드의 중심주파수는 심리음성학적 요소와 전화라인의 특성을 고려하여 500, 1000, 2000, 3000 Hz로 정하였으며 각 밴드의 최대이득은 20 dB 이상 되도록 하였다. 전화기의 송수화기 셋트내의 스피커의 고출력이 송수화기 마이크로 캐환되는것을 방지하기 위하여 DSP를 채용하여 측음(side tone)을 줄였다. 또한 보청기 착용자를 위하여 T(Telecoil)코일을 추가하여 자장에 의한 소리 픽업이 가능하도록 개발하였다. 블록도는 그림1과 같다.

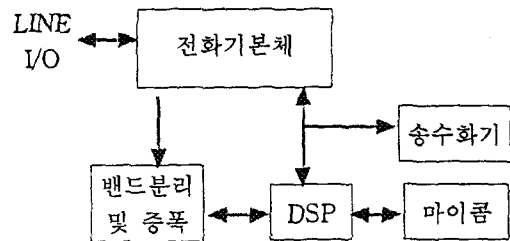


그림1. 보청기능전화기 블록도
FIG.1 Blockdiagram of hearing aid telephone

3. 일반전화 사용할 때 문제점

난청인에게 있어서 전화통화는 기능적으로나 심리적으로 매우 부담을 주는 일이다. 전화기는 통화당량과 수화당량에 대한 권장규격을 가지고 있는데 전송로의 이득이나 손실을 제외한 전화기의 송수화이득 규격치는 -9 ~ 7dB 범위이며 대개는 0 ~ 3 dB 정도이다. 또한 음질에 대한 구체적 규격은 없어서 현재의 전화기로는 난청인들이 원활한 전화통화가 어렵다. 전화기의 수화출력을 높이기 위하여 보조회로를 채용하거나 보조기가 개발되어 있으나 증폭도가 낮고 음성신호의 명료도가 나쁘다.

50dB SPL(Sound Pressure Level)정도의 손실을 가진 난청인의 경우 조용한 상태에서 전화통화가 가능하고 70 dB SPL의 손실을 가진 사람은 대체적으로 통화에 불편을 느끼며 80 dB SPL이상의 손실이 있는사람은 일반전화기를 통한 정확한 통화음성인지가 거의 불가능하다. 이들의 개선된 통화를 위해서는 전화기의 수화음성신호의 증폭도를 높이고 명료도를 개선하는 방법이 필요하다.

5. 시험 및 결과

5-1. 시험방법

개발전화기의 유용성을 평가하기 위하여 3가지 분야로 구분하여 시험을 수행하였다.

- 1) 전기적시험 : 이득, 필터특성, 신호대잡음비, 왜곡율을 시험한다.
- 2) 언어인지도시험 : 난청인을 대상으로 전화기를 통하여 2음절과 단음절에 대한 언어인지도 시험을 한다.
- 3) 사용자시험 : 난청인이 실생활에서 사용하여 본 후 설문서의 물음에 따라 개발품의 성능을 평가한다.

개발전화기는 일반전화기모드와 보청기능모드로 동작할수 있으며 4개 밴드의 각필터 이득을 최대, 최소로 조절할 수 있다. 여기서 전화기의 동작상태에 대한 용어를 다음과 같이 정의하기로한다.

- OFF상태 - 일반전화기 모드에서 동작하는 상태
- ON상태 - 보청기능 동작모드상태
- HIGH상태 - 보청기능 동작모드이며 4개 밴드의 이득조절스위치가 모두 HIGH인 상태
- LOW상태 - 보청기능 동작모드이며 4개 밴드의 이득조절 스위치가 모두 LOW인 상태

난청인의 통화 청취도 향상을 위한 전화기 개발연구

5-2. 시험결과

1) 전기적시험결과

LOW상태에 대한 HIGH상태의 전체적인 이득은 기본설계목표치 20dB 이상을 유지한다. 4개밴드에 대한 필터특성은 비교적 선명하게 구분되어 있었으나 중심주파수 2000Hz, 3000Hz 대의 필터이득이 3~4dB 정도 떨어지고 있었으며 중심주파수 3000Hz의 필터 대역폭이 4000Hz대에서 급격히 떨어지는 현상이 있었으나 음질에 큰영향을 미치지 못하였다. 그림2에 이득과 필터특성을 나타내었다. 신호대 잡음비는 입력-10dBm(1KHz, SINE파) 기준으로 OFF상태에서는 26dB, LOW상태는 35dB, HIGH상태는 54dB로 나타났다. 왜곡에 대한 시험결과 입력레벨 -10dBm에서 왜곡율은 OFF상태에서는 4.5%, LOW상태는 9%, HIGH상태는 15%이다. 상기내용을 표로 간략화하면 다음과 같다.

항 목	OFF	LOW	HIGH
이 득	○	○	◎
필터특성	-	-	○
신호대잡음비	○	○	◎
왜 곡 율	○	○	X

◎ 좋음 ○보통 X나쁨

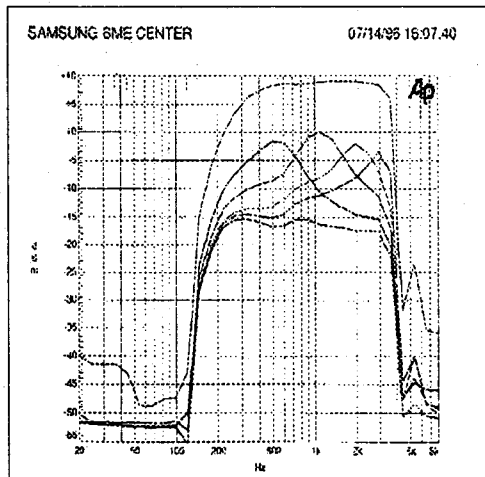


그림2. 개발전화기 필터특성

FIG.2 Gain & filter characteristic of the telephone

2) 언어인지도시험 결과

삼성의료원의 청력검사시설을 이용하여 청력검사용 2음절과 1음절 단어에 대한 언어인지도 시험을 난청인 7을 대상으로 수행하였다. 2음절단어의 경우 ON상태시 평균 3% 향상된 결과를 보였으며 1음절의 경우는 3.2% 향상된 결과를 얻었다. 한 시험자의 경우 전화기의 수신감도를 낮게 조정하여 1음절 시험시 신호왜곡 때문에 인식율이 떨어진 경우가 있었는데 2음절의 경우는 인식율이 상승한 결과가 있었다. 이는 어느정도 음이 왜곡되더라도 단어의 유추를 통해 단어인식을 향상시킬수 있음을 의미하며

2음절 단어인식도의 증가로 볼때 문장 청취력도 좋아질것이라고 판단된다.

	2음절시험		1음절시험	
	OFF상태	ON상태	OFF상태	ON상태
인식율	83.5 %	86.5 %	71.2 %	74.4 %

3) 사용자시험

시험자들에게 일정기간 사용하여본 후 수신크기, ON상태 동작만족도, 음질, 사용자편리성 등의 10개 항목에 대해서 설문조사를 하였다. 전기적시험, 언어인지도시험의 결과와 비교할때 사용자시험의 설문조사 결과는 상대적으로 좋은 평가를 받았다. 이는 난청인들의 보청기능 전화기 개발에 대한 지지라고 판단된다.

6. 결 론

같은소리에 대한 느낌과 만족도가 사람마다 다르고 동일인이더라도 시기에 따라서 환경에 따라서 다르게 판정하기 때문에 각 사용자의 특성에 맞게 조정하는 절차(fitting)가 필요한데 소리감성을 만족시키기는 대단히 어려운 것이 사실이다. 개발전화기는 일반전화기와 비교할 때 이득, 필터특성, 신호대잡음비는 좋은 결과를 보였으나 왜곡은 약간 나빠진결과를 보였다. 언어인지도 시험결과는 2음절, 1음절 시험결과 3%, 3.2% 향상된 결과를 얻었다. 또한 사용자 시험결과 좋은 점수를 받음으로서 사용자 만족도면에서도 일반전화기보다 좋은 평가를 받고 있었다. 향후 과제로는 수신증폭도의 향상과 측음억제기능, 주파수 대역 분할연구, 각 사용자의 보상패턴선택, 주파수별 심리음성학적 라우드니스(LOUDNESS)보상을 위한 자동이득조절에 대한 연구가 이루어져야하며 디자인 및 감성적면에서 감성공학의 적극적인 도입하여 노인 및 난청인을 위한 사용자 인터페이스에 대한 세련된 배려에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

1. 허승덕, "보청기 기초지식", 1권~4권
2. Harry Levitt, "Digital hearing aids: A tutorial review", Journal of Rehabilitation Research and Development, p7-20, Vol.24, No.4, 1987.
3. 강성훈 외, "장애인 및 고령인을 위한 복지통신 단말", 전자공학회지, p58~64, 1993.8.
4. 정기원 외, "1995년도 장애인실태조사", 한국보건사회연구원.
5. 鈴木陽一 外, "デジタル補聴器のための 信号處理と エレクトロニクス", BME, p37~45 Vol.7, No.7, 1993.
6. 尾野滄夫 外, "デジタル補聴器の 現況と 將來", 日本音響學會志, p778~784, 47권10호, 1991.
7. Y.M. Cheng and D.O'Shaughnessy, "Speech enhancement based conceptually on auditory evidence", Int. Conference on Acoustic, Speech, Signal Pro., p961~964, 1991.