



소음환경 하에서의 어음인지와 청력손실

산업안전보건연구원 직업병연구센터 / 김 규 상

주요내용

- ① 인간의 청력 ② 일반인의 소음 노출 ③ 환경소음과 도시소음의 문제
- ④ 일상생활에서의 저주파음의 노출과 건강영향 ⑤ 소음환경 하에서의 어음인지와 청력손실
- ⑥ 소음 노출과 일시적 난청 ⑦ 소아 아동의 소음 노출과 청력영향
- ⑧ 취미 및 스포츠 활동에 따른 소음 노출과 청력영향 ⑨ 청력의 연령효과와 노인성 난청
- ⑩ 건강행태(음주, 흡연 등)와 청력영향 ⑪ 일반 질병(당뇨, 신장질환 등)에 의한 청력영향
- ⑫ 화학물질의 이독성 ⑬ 소음 이외 물리적 요인(진동, 라디오파, 방사선 등)에 의한 청력영향
- ⑭ 특수 종사자의 청력영향(공공 근무 종사자, 군인, 음악가, 기타 등) ⑮ 청력보존프로그램의 평가
- ⑯ 소음성 난청의 청능재활

1. 소리의 인지과정

인간이 사회생활을 영위하는데 있어 의사소통은 가장 기본적인면서도 핵심적인 요소이다.

의사소통에는 청각, 시각, 언어, 사고능력과 다양한 신체 기능을 갖춰야 말(음성), 문자(기호), 표정이나 몸짓(그림 및 영상) 등을 인지하고 또한 그것들을 통해 자신의 생각을 표현할 수 있다.

의사소통은 주로 말과 음성으로 전달되는 정보의 전달과정이며, 이 과정은 소리가 그 기저를 이룬다. 청각기관은 소리를 수용하

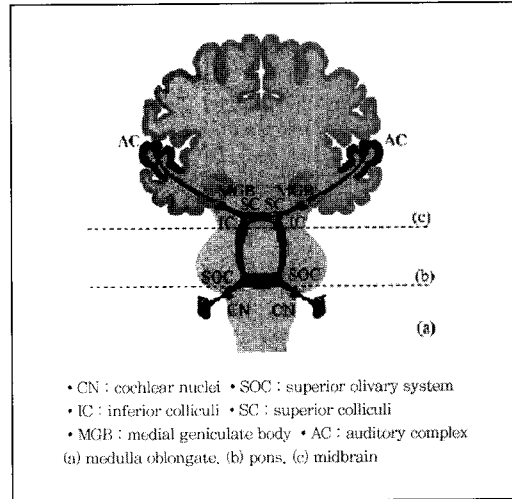
면서 동시에 음원의 방향과 잡음 속에서 특정한 소리나 음성 정보를 해석하는 역할을 담당한다. 청각정보를 해석하는 생리학적 기능은 청신경 말단 와우핵(cochlear nucleus)부터 청각피질에 이르는 부분인 청각 중추전달로에서 핵심적 역할을 수행한다.

중추 청각기관의 주요 진행 중추들(processing centers)은 와우핵(cochlear nucleus, CN), 상올리브복합체(superior olivary complex, SOC)의 핵(nucleus), 하구(inferior colliculus, IC), 내측슬상체

(medial geniculate body, MGB), 청각피질(auditory cortex, AC)로 이루어져 있다. 고막과 이소골, 난원창을 통해 내이로 들어온 소리 자극은 편측 와우핵에 위치한 청신경(cochlear nerve)을 경유하여 뇌간 하부로 들어가고 신경섬유들이 능형섬유체(trapezoid body)를 형성하여 뇌교(pons)에 있는 양측의 상올리브핵으로 전달된다. 상올리브핵에 도달한 신경섬유들은 아래 복측(inferior ventral subdivision)의 와우핵으로부터 반대편 상올리브핵 뿐만 아니라 동측으로도 향하도록 되어 있다.

배측(dorsal subdivision) 와우핵에서 파생된 한쪽 귀의 대측성 경로(monaural contralateral pathway)에서 유입된 청각 신호는 반대편의 하구로 들어가고, 하구에 있는 뉴런들은 대부분 반대 측 귀로부터 자극 정보(excitatory input)를 받고 동측에서 억제 정보(inhibitory input)를 받는다. 양측 하구도 하구 교련(commisure)에 의해 서로 연결되어 있다. 하구 신경원의 축삭(axon)은 내측슬상체에서 시냅스를 이룬다. 중뇌를 떠난 신호는 시상(thalamus) 내의 내측슬상체를 경유하여 양측 뇌 측두골(temporal lobe)의 위쪽 표면에 있는 청각피질에 도착한다.

청각기관에서 가장 상위 영역은 청각피질이며 1차 청각피질(primary auditory cortex; Brodmann's area 41/42, Heschl



〈그림 1〉 The major processing centers of the auditory system

gyrus, A1)과 2차 청각피질(secondary auditory cortex; Brodmann's area 22, Wernicke's area, A2)로 구분된다. 이들 영역에서는 A1이 혼합된 소리 해석(virtual pitch perception), 음색 변별(timbre discrimination), 공간처리(spatial localization), 잡음 여과(noise filtering) 등을 담당하고, A2는 청각정보를 처리하여 언어를 수용하는 역할을 담당하는 것으로 알려져 있다.

외부에서 소리의 자극을 인지하여 말초에서 뇌까지 전달되어 의미 있는 용어로 인지되기까지의 그 과정은 이처럼 복잡한 과정을 거친다.

어음이 인지되는 과정을 간단히 살펴보면

먼저, 청각적 자극이 내적 표상(internal representation)이 발생할 수 있도록 말초 단계에서 인코딩 과정이 일어난다. 이러한 자극은 그 해당 감각기억에 일시적으로 저장되고 다시 단기 기억 장치에 전달되어 저장되었다가 음운(phonology), 통사(syntax), 의미(semantics) 등과 같은 기능이 저장되어 있는 장기 기억장치에 입력이 된다. 이 단계 중 어느 한 곳에서 문제가 생기면 어음을 이해하는데 방해가 되는 요인이 될 수 있다.

2. 감각신경성 난청의 어음인지 특성¹⁾

소음 환경에서의 의사소통은 단순히 난청인들만의 문제가 아니라 정상 청력인의 의사소통과도 관계한다. 난청자의 소음 환경에서의 의사소통은 여러 보청기 회사들이 심혈을 기울여 노력하였으나 여전히 해결해야 할 과제로 남아 있다. 이 글에서는 소음이 어음 인지에 미치는 영향을 살펴보고 감각신경성 난청과 어음 인지도에 관한 일반적 고찰을 통해 살펴보고자 한다.

청력손실의 양상에서 고주파수 난청은 가장 보편적인 유형이다. 그 대부분은 노인성

난청이고 소음성 난청, 때론 이독성 약물에 의한 난청이 대표적인데 이와 같이 고주파수 난청은 감각신경성 난청으로 그 정도와 유형이 다양하다.

감각신경성 난청의 병변은 와우의 기저부에서 시작된 것으로 알려져 있고, 주 원인으로 정원창과 난원창이 기저부 가까이에 위치하므로 고음에 대해 등골 족판의 움직임으로 인한 압력의 변화, 정원창을 통한 감염이나 독성물질의 침입 또는 충분하지 못한 혈관 분포 등이 거론된다.

소음성 난청과 같은 감각신경성 난청의 일반적인 특징이 어음을 이해하는 개인의 능력에 큰 영향을 미친다. 듣기에 어려움이 있는 사람은 상대방이 더 크게 말할 것을 요구하지만 크게 말하여도 잘 이해하지 못한다. 큰 소리는 변별을 더 어렵게 만들 수 있으며, 이런 개인에게 왜곡은 말소리 변별에서 가장 큰 어려움의 원인이 되는 요소이다. 심한 청력손실에서 또 다른 중요한 장애는 소리가 나는 곳의 방향을 알지 못한다. 한쪽이 다른 쪽에 비해 현저히 나쁠 때, 이 어려움은 특히 더 심해진다.

고주파수의 손실이 두드러진 사람에게 있어서 가장 어려운 상황은 대화할 때 알아듣기 힘들고 특히 조용히 말하거나 주변소음이 시끄러울 때 더욱 그렇다. 특히 전화 소

1) 소음성 난청에 대한 주요 논점(대한청각학회지 2004;8(2):89-97) 중 '소음성 난청의 어음인지의 특성과 재활(청력보조기구의 사용)의 어려움은 어디에서 기인하는가?' 에서 일부 재인용

통시 부딪히는 어려움으로, 배경 소음이 많은 곳에서 전화를 할 때 거의 대부분 어음 변별이 떨어진다. 실제로 이러한 유형의 난청은 수술이나 치료가 불가능하므로 보청기의 착용이 최선책일 수 있다. 또한 지속적인 소음의 노출은 보청기나 인공와우와 같은 청력보조기구를 사용하는 난청인들에게 더욱 치명적이다. 소음이 자극음보다 상대적으로 높아질수록 자극 어음을 이해하는 능력이 떨어지기 때문이다.

말은 모음과 자음으로 구성되며, 모음은 1500 Hz 이하의 저주파수에 해당되고 자음은 1500 Hz 이상의 주파수에 해당한다. 또 모음은 보다 강하고, 자음은 보다 약하다. 따라서 모음은 발화에 힘을 실어주지만 자체로 의미가 없으며 자음이 모음에 산재되어 단어로서 뜻을 갖는다. 즉 모음은 누군가 말하고 있다는 것을 알려주고 자음은 청자에게 화자가 말하는 바를 이해하고 판별하는데 도움을 준다. 이는 모음은 저주파수대에 분포하여 음성 에너지와 관련이 있고 자음은 고주파수대에 주로 분포하여 명료도에 영향을 미치기 때문이다.

일반적으로 고주파수대의 난청은 마찰음과 초성의 파열음, 패쇄음에 약하고 자음의 주파수가 역치값 보다 높을 때와 /i/ 모음과 연결되어 있을 때 단어의 구별이 어렵다고 알려져 있다(Turner와 Cumming, 1999). 저음역은 거의 정상이나 고음역의 청력손실

이 특징적인 소음성 난청의 경우, 모음은 거의 정상적으로 듣게 되나 자음의 변별 또는 듣는데 어려움이 있다. 목소리를 높이면 음의 크기가 비정상적으로 크게 느껴지는 누가현상(recruitment)이 발생한다.

이와 같은 경우에는 큰 소리로 말하기보다는 화자가 좀 더 명확히 발음하고 자음을 구별하여 말하는 것이 중요하다.

정상이나 전음성 난청의 경우, 역치상 어음강도를 높여주면 최대명료도가 100% 정도에 이르나, 감각신경성 난청은 최대 명료도가 낮아지며, 특히 청신경종양과 같은 후미로성 난청은 최대명료도가 더욱 낮아지며 최대명료도 이상의 어음강도에서는 이보다 낮아진다(Roll-over phenomenon).

최소 가청역치로부터 소리를 점점 높여가며 가장 쾌적하게 들을 수 있는 강도를 쾌적역치(most comfortable level; MCL)라 하고, 쾌적역치에서 음을 점점 크게 하면 더욱 소리가 커져서 불쾌감을 느끼게 되는 크기에 도달하게 되는데 이를 불쾌역치(uncomfortable loudness level; UCL)라 한다. 정상적인 귀에 가장 듣기 좋은 정도의 음압은 60 dB SPL 정도이고 120 dB SPL 정도가 불쾌역치 수준이 된다.

감각신경성 난청의 경우는 쾌적역치와 불쾌역치의 간격(역동범위, dynamic range)이 좁아서 보청기의 선택이 어렵다.

일반적으로 저주파수는 거의 정상이나 고주파수 대역에서 손상이 있는 난청인은 고

주파수성 가청조건을 최대한 해준다 하여도 그것이 최고의 어음명료도를 제공하지 못하며 주파수 변별력도 반드시 향상되는 것은 아니다. 특히 65 dBHL 이상의 청력손실이 있는 감각신경성 난청자들에 있어서 어음 이해에 대한 어려움은 더욱 크게 나타나는 것으로 알려져 있다.

그것은 외우의 손상이 외유모세포에 국한된 것이 아니라 내유모세포에도 영향을 주기 때문에 역치상 강도에서의 주파수 변별력이 감소하고 청력역치와 불쾌역치 사이의 범위가 좁아지는 누가현상으로 인해 가청력이 저하되기 때문이다(Rankovic, 1991). 이는 실제로 고주파수 난청자들이 보청기를 착용할 경우, 고주파수에서 큰 이득을 제공하여도 반드시 어음이해도가 향상되지 않은 경우가 종종 있는데 그 이유를 설명해주고 있다.

3. 감각신경성 난청이 어음인지에 미치는 영향

- 노인성 난청을 중심으로

노인성 난청(presbycusis)은 연령증가에 따른 가장 흔한 감각신경성 기능저하의 한 질환으로서 우리나라가 점점 고령화 사회에 진입하면서 노인성 난청 인구가 차지하는 비중이 높아지고 있는 추세이다.

노인성 난청은 연령이 증가할수록 난청이 증가하고, 남성이 여성에 비해 발병률이 높

다. 청력손실 정도는 남성은 고주파로 갈수록 급격히 하강하고, 여성의 경우는 완만하게 하강하는 형태를 보인다(Moscicki 등, 1985).

대부분 노인들은 다양한 환경에서 어음 이해력의 어려움을 가지고 있으며, 특히 심한 소음이 있을 때는 더욱 두드러진다.

노인의 어음 이해력에 대한 청각적 요소와 인지적 요소 사이의 상관관계를 살펴본 결과, 고주파수 청력손실의 정도가 노인들의 어음 이해력의 차이를 발생시키는 주요 인이라고 하였다. 고주파수대의 청력손실이 특징인 노인성 난청의 경우, 자음명료도가 낮아 전체 어음재인능력에 영향을 받게 된다(van Rooij와 Plomp, 1992).

Humes과 Roberts(1990)는 감각신경성 난청이 어음인지에 미치는 영향을 비교하기 위해 정상 청력의 성인 그룹과 감각신경성 난청의 노인 그룹, 그리고 인위적으로 감각신경성 난청을 유발시킨 정상 청력의 성인 그룹으로 나누어 어음 인지도를 비교하였다.

이 연구에 의하면 감각신경성 난청을 유발시킨 정상의 성인그룹과 감각신경성 난청의 노인 그룹은 같은 어음인지를 보였다. 이러한 결과는 감각신경성 난청의 결과로 나타난 민감도의 저하 그리고 고주파수 자극에 대한 누가현상 때문이라고 설명했다. 소음을 이용하여 노인성 난청을 유발시킨 정상 청력인들과 노인성 난청인들과의 어음 인지도가 같았다는 것으로 보아 노인

성 난청인들의 어음 이해의 어려움은 연령에 따른 사고인지력(cognitive skills) 감퇴 보다는 감각신경성 난청의 원인에 그 근거를 둘 수 있다.

위 연구를 기초하여 Frisina와 Frisina(1997)는 네 가지 사항의 가정을 설정하여 각각을 증명하고자 하였다.

첫 번째 가정은 전음성 난청이 어음을 이해하는 능력을 저하시킨다는 이론에 맞서서 조용한 환경에서 어음청취 역치가 동일한 정상인 장년층과 노인층을 대상으로 하여 소음 환경에서 어음인지도를 측정하여 비교함으로써 소음환경에서 어음인지력에 영향을 미치는 것은 단지 전음성 난청에서만 기인된 것이 아니라는 것을 증명하고자 하였다.

이 두 그룹은 검사 주파수대에서 순음 역치가 서로 동일한 범위에 있었으나 소음환경에서의 어음 인지력에서는 장년층의 그룹이 노인층 그룹보다 현저하게 나은 점수를 보였다. 이 두 그룹에서 어음인지도의 차이는 청각 시스템의 말초신경 부위에서 기인한 것이 아님을 증명하는 것이다. 정상인 노인층의 저하된 어음 인지도는 말초 신경계의 손실과는 독립적으로 뇌간이나 청각피질의 기능장애로 인한 것이라는 이론을 뒷받침해주는 것이다.

인간의 청각 기능 장애는 단독적으로 전음성 난청에 기인한 것이 아니라 동물의 모델에서 관찰된 것과 마찬가지로 뇌간에서

노화의 과정으로 관찰되는 해부학적 및 생리학적 변화 때문에 생기는 것이라고 설명하였다. 실험 쥐에서 관찰된 것과 마찬가지로 와우핵에서 하구(inferior colliculus)로 전달되는 자극(input)의 효율성이나 자극의 개수가 감소함으로써 청각 정보가 온전히 전달되지 못하게 되는 것이다.

두 번째 가정은 소음환경에서 두 그룹간의 어음인지도의 차이는 사고인지력(cognitive skills)의 차이에 의한 것이 아니라는 것이다.

말초신경의 손실이 없는 가운데 정상인 장년층과 노인층의 수행도(performance)가 순음 평가나 어음역치에서 동일한 것으로 보아 소음 속에서 노인층의 저하된 어음인지도가 사고인지력의 차이에서 기인한 것으로 받아들이기 어렵다는 것이다. 따라서 노인층의 소음환경 어음인지도의 저하는 뇌간 부위에서 발생한 청각 기능 장애라고 보고하였다. 실험 과정 동안 흥미로운 사실은 노인성 난청 그룹의 점수가 조용한 검사 환경이나 소음 환경에서 정상인의 장년층이나 노인층보다 향상된 점수를 보였다는 것이다. 이것은 난청을 가진 사람들이 어음을 이해하려는 의지와 노력이 정상인들보다 높기 때문에 특히 소음 환경에서도 관찰된 바가 있음을 여러 연구가들이 보고하였다.

세 번째 가정으로써 살펴본 바는 말초신

경 단계의 난청으로 인해 고주파수대의 자극이 중지되면 이것은 장차 뇌간(brain-stem)이나 청각피질(auditory cortex) 부위까지 장애가 연결될 수 있다. 따라서 조용한 환경이나 소음 환경에서 노인성 난청인들의 어음 인지가 어려운 것은 말초신경 부위에서 기인될 수도 있다는 것이다.

네 번째 가정을 통해 증명한 바는 노인성 난청은 말초 및 중추신경에 기인한 기능 장애로 나이와 난청의 정도에 서로 관련이 있다고 보고했다.

노인성 난청의 한 가지 특징으로 나타나는 청각각의 저하를 개선하기 위해서 보청기나 기타 보조 장치들을 이용해 어음의 강도를 증가시키는 방법들이 사용되어 왔다. 그러나 단순한 손실에 대한 강도 증가가 모든 난청환자들이 어음을 더 잘 듣도록 충족시켜 주지는 않는다고 Turner와 Cumings(1999)는 보고하였다.

와우의 한 특정한 부분이 손상을 입게 되면 그 부분의 어음 정보는 아무리 높은 강도에서 자극되더라도 뇌까지 적절하게 전달되지 않게 된다. 즉 다시 말해서 정상 청력인이 적당한 강도에서의 대화를 최상으로 이해할 수 있듯이 난청인에게도 자신이 가진

난청의 특징으로 어음을 가장 잘 들을 수 있는 적당한 자극 강도가 있다는 말이다.

이 연구자들은 Fletcher나 Studebaker, Sherbecoe, McDaniel 등의 고심도 난청인들에 대한 보고를 인용하였는데, 이 연구에 의하면 어음인지력은 청력 손실을 보상해주기 위해 증가된 자극 강도 보다도 적당한 자극단계에서 어음을 인지하는 능력이 더 좋았다는 것을 알아내었다.

주파수별 난청의 정도에 따라 연구했을 때, 3000 Hz 이상의 고주파수대에서 55 dBHL 이상의 난청을 가진 환자들일 경우 그 주파수대에 필요한 청력 손실에 대한 보상을 해 준다하더라도 어음을 이해하는데 아무런 향상이 없었음을 보고하였다. 오히려 피드백(feedback)이나 불쾌감과 같은 현상만 초래하게 되었고 고주파수대 손실에 대한 보상은 어음을 이해하는데 영향을 미치지 못하였다. 하지만 저주파수부터 고주파수까지의 청력 손실이 비슷한 경우, 고심도의 손실이라 하더라도 저주파수에 충분한 이득을 해 주었을 때 어음 인지력이 향상되었다고 발표했다. 이와 같은 사례는 보청기의 적합 기술이 단순히 손실 주파수에 해당하는 손실만큼의 이득을 해 준다는 단순한 원리가 아니라 난청의 유형과 정도, 환자의 생활습관이나 생활환경이 모든 것이 보청기 적합시 고려되어야 한다.

4. 청력보조기구 사용 난청자의 어음인지

지속적인 소음의 노출은 정상인의 청력 변화에 영향을 줄 수 있지만 보청기나 인공와우와 같은 청력 보조기구들을 사용하는 난청인들에게는 더욱 치명적이다.

인공와우 시스템의 초점은 소음 환경에서도 향상된 어음 인지력을 돕는 시스템을 개발하는 것이다. 그러한 노력은 인공와우 제조회사들에 의해 다른 speech coding의 사용법이나 전극의 수를 늘리는 방법으로 접근되었고 종전의 장치보다 더욱 발달된 어음 처리 방식(예: SPEAK, CIS, ACE, SAS, PPS) 등이 도입되었다.

Fetterman과 Domico (2002)는 향상된 어음 처리 방식으로 구성된 인공와우가 소음 환경에서 어떻게 어음을 소음과 구별하여 증폭하고 처리하는지 인공와우 착용자를 대상으로 소음 환경에서의 어음 인지도를 세 가지 다른 환경에서 측정하였다.

어음 문장을 70 dB의 강도로 조용한 환경에서 주어지고 SNR이 10 dB와 5 dB인 환경에서 어음인지를 비교하였다. 이 세 가지 환경에서 얻은 결과의 차이는 통계학적으로 의미가 있는 것으로, 조용한 환경에서는 88%의 점수를 보였고 SNR이 10 dB 환경에서는 73%, 그리고 SNR이 5 dB인 환경에서는 47%의 정확성을 보였다.

따라서 소음이 자극을 보다 상대적으로 높아질수록 자극 어음을 이해하는 능력이 떨어짐을 알 수 있고 대부분의 인공와우 착

용자에게 소음 환경에서의 의사소통은 여전히 어려운 과제로 나타났다.

이 연구에 의하면 인공와우를 착용하던 당시의 나이나 착용 기간은 어음을 이해하는데 영향을 미치지 않았지만 고심도 난청의 기간과 어음 인지력 사이에서는 부정적 상관관계가 있음을 보고하였다. 즉, 고심도 난청을 겪은 기간이 길수록 어음을 인지하는 능력은 저하됨을 알 수 있다.

임상학적으로 난청의 초기에 인공와우 수술이 이루어지면 난청으로 자극의 전달이 이루어지지 않았던 말초에서 중추까지의 청각 정보 경로 중 어느 부분이 다른 정보의 기관으로 변이되거나 해부학적 및 생리적 변화를 일으키는 것으로부터 막을 수 있다고 밝히고 있다.

5. 정상 청력인에 있어서의 소음 환경에서 어음인지

인간의 일상생활은 늘 소음에 노출되어 있다. 어떤 소음은 개인의 성향에 따라 조절할 수 있으나 많은 경우 소음의 음원으로 인식되지 못하는 경우도 많다.

어떤 특수한 소음 환경에서의 의사소통은 단순히 난청인들만의 문제로만 국한되지 않고 정상 청력인들에게도 어려운 일이다. 정상인을 대상으로 한 전화 통화시 주변 소음에 따라 어음 명료도(word discrimination

score, WDS)의 변화를 비교한 연구(Holmes 등, 1983)에서 주변 소음이 증가할수록 WDS가 감소하며, 백색소음(white noise)보다 여러 사람이 이야기(multitalker)할 때 WDS가 더 감소하는 것으로 보고하였다. 그리고 소음 환경에서의 외국어 인지 능력은 특히 영향을 크게 받는다.

이러한 사례는 Shimizu 등(2002)에 의해 보고된 바 있다. 이 연구에서 일본어를 사용하는 정상 청력자들을 대상으로 소음 환경에서 영어 인지능력을 평가하였다. 미국의 CID W-22를 사용하여 대학교 수준 정도의 영어 학습 경험이 있는 정상 청력자들을 대상으로 하여 조용한 환경, 백색잡음(white noise), pink noise(low frequency weighted), 그리고 비행기 소음 환경에서 어음 인지도를 비교하였다.

연구의 결과는 신호대 잡음비(signal to noise ratio, SNR)가 내려갈수록 어음인지도 능력도 떨어진 것으로 나타났으며, 다른 소음 환경보다도 백색잡음 환경에서 어음을 인지하는 것이 가장 어려운 것으로 나타났는데 이것은 백색잡음이 고주파수대를 더 효과적으로 매스킹한 결과로써 나타난 것이다.

영어의 음소 중 소음 환경에서 구별하기 힘든 것으로 /m/, /n/, 그리고 /s/가 보고되었다. 또한 /east/와 /eat/, /hand/와 /and/, /aid/와 /ate/등과 같은 단어들 사이에서의 어음의 구별도 어려운 것으로 나타났다.

연령에 따른 청력의 변화를 고려할 때 노

인성 난청을 보이는 작업자들은 이러한 영어 어음을 이해하는데 더 큰 장애를 가질 것으로 예상되어 청년층을 대상으로 똑같은 환경에서의 어음 인지도를 노인그룹과 비교하는 연구를 통해서 큰 사고를 미연에 방지할 수 있을 것이라고 말했다.

Shimizu 등(2002)의 사례에서 비행기 이륙과 착륙시의 소음 환경에서 영어를 사용하여 작업을 하는 일본인들에게는 소음뿐만 아니라 영어라는 외국어 사용 또한 의사소통에 장애가 되는 요인이 되었다. 영어를 모국어로 사용하지 않는 정상 청력인을 대상으로 영어 어음을 사용하여 어음 인지도를 측정하는 연구가 몇몇 보고된 바 있다.

Gat과 Keith(1978)는 미국 거주 경험이 4년 미만인 정상 청력의 외국인을 대상으로 소음 환경에서의 어음인지 능력을 본토 미국인과 비교하는 연구를 하였다. 영어를 모국어로 사용하지 않는 외국인에 대한 소음 환경에서의 어음인지도는 미국 본토인에 비해 현저하게 점수가 낮았으며 어음인지도 평가는 피검사자의 모국어를 통해 이루어져야 한다고 강조하였다.

이와 비슷한 연구가 일본의 한 대학에서도 미국의 CID W-1과 W-22를 사용하여 일본 대학생을 대상으로 어음청취 역치와 어음 인지도를 비교하는 실험이 이루어졌다. 영어 어음을 사용하여 얻은 어음청취 역치는 순음역치와 3-5 dB 이내로 서로 비슷

해야 하나 순음역치보다 훨씬 더 나쁜 점수를 보였으며 일본어 어음을 이용한 어음청취 역치는 순음평균 역치와 상응하는 점수를 보였다. CID-22를 이용한 일본 대학생들의 어음 인지도 점수는 78에서 100% 범위에서 나타났고 89.5%의 평균을 보였으나 일본어 어음을 사용한 어음인지도에서는 실험대상 모두가 100%를 기록하였다(Shimizu 등, 1998).

6. 의사소통 능력 측정

인간이 일상생활에서 실제로 사용하는 소리는 언어로 구성되어 있고, 언어의 어음 인지 과정을 통하여 의사소통을 원활하게 수행한다. 따라서 소리로 구성된 언어를 이해하기 위해서는 소리듣기 능력, 청력이 중요하다.

청력을 평가하는 일반적인 방법으로 순음청력검사(pure tone audiometry)와 어음청력검사(speech audiometry)가 있는데, 순음을 사용하는 순음청력검사는 사람의 청각민감도(hearing sensitivity)에 대해서 대략의 정보를 제공하지만, 실생활에서는 말소리를 듣고 이해하는 능력을 측정하는 수단으로는 한계가 있다.

어음을 이용한 청력검사는 난청인의 청력에 대한 종합적인 듣기 능력 평가의 중요한 정보를 준다. 어음청력검사는 언어의 명료

도를 판정할 수 있을 뿐 아니라 청력장애 부위 진단의 보조적인 역할, 중추 질환의 진단 및 감별진단을 할 수 있으며, 어음재인도(word recognition score, WRS)는 청력검사의 목적에 필요한 중요한 정보를 제공한다. 또한 일상생활에서 실제로 사용하는 어음의 이해측정은 의사소통의 장애에 대한 정보 제공, 보청기 착용 효과 판단, 청각재활 계획 등에 있어서 순음청력검사 못지않게 가치있는 검사이다(박찬일과 한태희, 1985; 이종담, 1996).

언어의 이해정도는 이처럼 사회생활과 문화생활의 적응도를 판단할 수 있게 한다. 사회적응능력을 측정하는 데는 일정한 기준이 없으나 일반적으로 사회적응지수(social adequacy index)로 추정하는 경우가 많다.

Giolas(1966)는 정상 청력의 어음재인도의 산술평균치를 사회지수로 하여 94% 이상은 정상, 75%는 언어생활의 곤란을 느끼기 시작하는 기준, 33%는 언어생활 부적합 하한선, 10-15%는 언어생활 불능이라고 하였다. 그러나 현재 일반적으로 사용되고 있는 순음검사와 어음검사만으로 일상생활에서 이루어지는 의사소통 능력을 예측하는 것은 어렵다.

왜냐하면 검사실에서 이루어지는 위의 검사들은 일상 대화 환경처럼 소음이 포함되어 있지 않으며, 대화의 내용을 예측하여 반응할 수 있는 문맥 정보가 포함된 문장검사

가 아니라 단어 위주의 검사이기 때문이다.

이러한 단어 위주의 어음검사는 자극의 '음향-음성적 정보(acoustic-phonetic information)'에 의존하여 반응하게 되는데, 일상생활에서의 대화는 오히려 '문맥-상황적 측면의 정보(context-situational information)'를 더 많이 이용하게 된다.

기본적으로 문장을 이해하는 데에 있어서 두 가지의 조건이 포함된다.

하나는 청각시스템을 통한 음향 정보의 수용과 초기적 정보처리이며, 다른 하나는 기억에 저장된 언어학적 정보의 사용이다. 구어인지는 말초청각 메커니즘과 뇌의 구어 센터인 중추에서의 해석 매커니즘 능력, 두 가지 모두에 달려 있다.

청자의 문장 해석에서 한 가지 요소는 음향신호로부터 음성적 자질을 부분적으로 추출하는 것이다. 이러한 음성적 자질은 세부 처리에 이용되는 단기 기억에 저장된다. 장기 기억에서 이용할 수 있는 언어학적 정보는 언어에서 일어나는 음운론적, 어휘적, 구조적, 그리고 의미적 자질에 대한 지식을 포함한다. 이러한 종류의 정보가 실제 발화에 있어서 문맥에 많이 제공되면 될수록, 청자는 발화를 이해하기 위해서 음향신호의 세부자질에 덜 의존하게 된다. 그러므로 일상생활에서 구어를 이해하는 능력에 대한 검사는 정보처리의 음향-음성적 그리고 언어-상황적 요소 모두를 평가한 것이다.

일상생활과 비슷한 조건에서 문장 이해도를 검사할 수 있는 방법이 외국에서는 이미 1977년에 Kalikow에 의해 '소음 속에서의 어음인지도(speech perception in noise, SPIN)'라는 이름의 검사도구가 개발되었다.

이 검사는 신호 대 잡음비(signal to noise ratio, SNR)를 인위적으로 조작하여 일상생활과 유사하게 조작한 환경에서 '예측도가 낮은 문장(low predictability, LP)'과 '예측도가 높은 문장(high predictability, HP)'의 목표어음 이해도(percentage correct, %)를 측정하는 것이다.

여기서 LP 문항은 문맥단서가 없는 문장으로 표적단어에 대한 성취가 주로 음향신호의 상향식 처리과정에 의해 이루어지는 것이며, HP 문항은 문장 내에 존재하는 2-3개의 의미/구조적 문맥단서를 이용하여 표적단어에 대한 인지를 하향식 처리과정으로 하는 것을 의미한다.

SPIN검사와 관련하여 몇몇 흥미있는 연구 결과로는 노인들을 대상으로 한 Schum과 Matthews(1992)의 60-78세 난청인들의 18%가 HP 문항의 문맥을 기대했던 만큼 사용하지 못했다는 결과를 보였고, Newman 등(1994)은 청력손실이 있으면서 이명(tinnitus)이 있는 군에서 LP 수행도가 더 낮음을 발견하였다.

ASHA(1981)에서는 청력손실(hearing impairment)과 청각장애(hearing handicap)의 의미를 분류하고 있는데, 청력손실

은 정상 범위 이상의 청력역치를 의미하며 청력장애는 청력손실로 인한 영향을 의미하기 때문에 청각장애는 각 개인의 나이, 성별, 건강상태, 사회적인 인간관계 등에 따라서 달라질 수 있다고 한다. 그러므로 청력장애를 위한 재활관리에서 청력검사는 청력손실 정도만 측정되기 때문에 청각장애 정도를 측정하기 위해서는 별도의 검사가 필요하다. 즉, 순음검사와 어음검사 및 전기생리적인 청력검사는 청력장애로 인해 겪게 되는 사회생활의 어려움이나 정서적 측면에서의 영향까지는 나타내지 못한다.

노인의 청력장애는 단순히 유형이나 정도에 의해서만 영향을 받는 것이 아니라는 점을 유념할 필요가 있다. Marcus-Bernstein(1986)은 환자의 성격적 요인, 건강 요인, 경제적 요인, 삶의 방식 그리고 가족 구

성원 등 모든 요인이 청각장애의 개인적 영향을 결정한다고 하였다.

이는 노인의 청력을 평가할 때는 난청의 정도와 유형은 물론 정신적, 정서적, 사회적, 경제적, 환경적 요소를 모두 고려하여야 함을 뒷받침해주는 연구라 할 수 있다.

이러한 난청으로 인한 심리적, 사회적 영향에 대한 대표적인 표준화된 설문 도구로는 Demorest와 Erdman(1987)의 소음성 난청을 가진 젊은 성인에게 사용할 수 있도록 만든 설문지(Communication Profile for the Hearing Impaired, CPHI)와 Ventry와 Weinstein(1982)의 노인들의 난청으로 인한 심리·사회적인 영향을 미치는 것과 관련된 25개 문항을 이용한 설문지(The Hearing Handicap Inventory for the Eldery, HHIE)가 있다. ☺

참 고 문 헌

1. 김규상. 소음성 난청에 대한 주요 논점. 대한청각학회지 2004;8(2):89-97.
2. 박찬일, 한태희. 한국어 어음청력검사 단음절어음표의 규격화에 대한 연구. 한이인지 1985;28:269-278.
3. 이종담. 어음청력검사. 임상이비 1996;7(2):232-241.
4. American Speech and Hearing Association. On the definition of hearing handicap. ASHA. 1981;23(4):293-297.
5. Demorest M, Erdman SA. Development of the communication profile for the hearing impaired. J Speech Hear Disord 1987;52(2):129-143.
6. Fetterman BL, Domico EH. Speech recognition in background noise of cochlear implant

- patients. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2002;126(3):257-263.
7. Frisina DR, Frisina RD. Speech recognition in noise and presbycusis: relations to possible neural mechanisms. *Hear Res* 1997;106(1-2):95-104.
 8. Gat, I.B, Keith RW. An effect of linguistic experience: auditory word discrimination by native and non-native speakers of English. *Audiology* 1978;17(4):339-345.
 9. Giolas TG. Effectiveness of the social adequacy index. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1966;75(4):1111-1116.
 10. Holmes AE, Frank T, Stoker RG. Telephone listening ability in a noisy background. *Ear Hear* 1983;4(2):88-90.
 11. Humes LE, Roberts L. Speech-recognition difficulties of the hearing impaired elderly: the contributions of audibility. *J Speech Hear Res* 1990;33(4):726-735.
 12. Kalikow DN, Stevens KN, Elliot LL. Development of a test of speech intelligibility noise using sentence materials with controlled word predictability. *J Acoust Soc Am* 1977;61(5):1337-1551.
 13. Marcus-Bernstein C. Audiologic and nonaudiologic correlates of hearing handicap in black elderly. *J Speech Hear Res* 1986;29(3):301-312.
 14. Moscicki EK, Elkins EF, Baum HM, McNamara PM. Hearing loss in the elderly: an epidemiologic study of the Framingham Heart Study Cohort. *Ear Hear* 1985;6(4):184-190.
 15. Rankovic CM. An application of the articulation index to hearing aid fitting. *J Speech Hear Res* 1991;34(2):391-402.
 16. Schum DJ, Matthews LJ. SPIN test performance of elderly hearing-impaired listeners. *J Am Acad Audiol* 1992;3(5):303-307.
 17. Shimizu T, Makishima K, Yoshida M, Yamagishi H. Effect of background noise on perception of English speech for Japanese listeners. *Auris Nasus Larynx* 2002;29(2):121-125.
 18. Shimizu T, Makishima K, Yoshida M, Yamagishi H. Speech audiometry using the American Word Lists for Japanese subjects with normal hearing. *Nippon Jibiinkoka Gakkai Kaiho* 1998;101(7):879-883.
 19. Turner CW, Cummings KJ. Speech audibility for listeners with high-frequency hearing loss. *Am J Audiol* 1999;8(1):47-56.
 20. van Rooij JC, Plomp R. Auditive and cognitive factors in speech perception by elderly listeners. III. Additional data and final discussion. *J Acoust Soc Am* 1992;91(2):1028-1033.
 21. Ventry IM, Weinstein BE. The hearing handicap inventory for the elderly a new tool. *Ear Hear* 1982;3(3):128-134.