

한국어 이음절어표의 특징 주파수에 관한 연구

고려대학교 의과대학 이비인후-두경부외과학교실
권혁성 · 박무균 · 최창재 · 전형진 · 황순재 · 채성원

A Study for the Characteristic Frequency of Korean Disyllabic Word List

Hyuck Sung Kwon, MD, Moo Kyun Park, MD, Chang Jae Choi, MD,
Hyung Jin Jun, MD, Soon Jae Hwang, MD and Sung Won Chae, MD
Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Korea University College of Medicine, Seoul, Korea

ABSTRACT

Background and Objectives : Speech audiometry is a useful test for obtaining practical information which could not be gotten from the pure-tone audiometer test. Nowadays, Hahm's Korean disyllabic word lists are the most commonly used word lists for the speech reception threshold test in Korea. The disyllabic word lists should be composed of spondaic words (equally stressed words). The aim of this study is to evaluate the characteristic frequency of Hahm's disyllabic word lists. **Subjects and Method** : Two of the Hahm's disyllabic word lists were evaluated. The word lists were analyzed using an acoustic analysis program that has the MATLAB function. **Results** : The percentage of disyllabic words in the Hahm's disyllabic word lists that had the spondaic words pattern were 33%. The characteristic frequencies of these words were equally stressed above 1,000 Hz. Other disyllabic words showed an unequally stressed pattern. The percentage of words that had the first syllable stressed pattern was 31% and the percentage of second syllable stressed pattern was 36%. **Conclusion** : Some words, which are commonly used in the Hahm's disyllabic words lists, had an unequally stressed pattern. A new Korean disyllabic word list needs to use more balanced words that have the characteristic frequency of each word. (Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2008;51:1099-103)

KEY WORDS : Speech audiometry · Spondaic word · Characteristic frequency.

서 론

어음청취역치에 사용되는 이음절어는 쉽고 친숙한 명사로서 동일한 음이 반복되지 않으면서도 양양격단어(spondaic words)로 구성되어야 한다.^{1,2)} 한국어 이음절어 목록은 Hahm 등^{3,4)}이 CID W-1, 2(Central Institute for the Deaf W-1, 2)⁵⁾를 기초로 하여 36개의 이음절어를 제시한 이후 여러 번의 수정 및 보완의 과정을 거쳐 현재 어음청력검사에 널리 이용되고 있다. 이음절어표는 음향학적 측면보다는 언어학적 측면에 주안점을 두고 작성되었으며 강세가 없는 한국어이지만 주파수 분포에 따라 강하게 발음하는 특징이 있다.

따라서 한국어 이음절어표 중 가장 흔히 사용되는 합태영 이음절어표의 이음절어를 주파수별 분포 및 음향학적

특성에 따라 차이가 있는지 알아보고, 이음절 단어에서 전후 음절 모두 동등하게 발음되는 특징을 가진 단어 목록임을 확인하고자 하였다.

대상 및 방법

36개, 30개의 이음절어로 구성된 2개의 합태영 이음절어표를 이용하였다.^{3,4)} 이 중 두개의 이음절어표에서 중복되는 단어 5개를 제외한 총 61개의 이음절어를 연구대상으로 하였다.

이음절어의 음향적 분석은 이음절어표 61개 단어의 122개 단음절 발음을 남성 청각사의 목소리로 방음실에서 GSI 10 audiometer(VIASYS Healthcare Inc., Conshohocken, PA, USA)로 출력하여 이를 개인용 컴퓨터에 녹음한 후 MATLAB(Version 5.30, Math-Works Inc, Natick, MA, USA) 함수를 이용하여 만든 음향분석 프로그램으로 분석하였다. 각각의 음절을 고속 푸리에 변환(fast Fourier transformation) 후 분석화면에서 시간별 최고점 포만

논문접수일 : 2008년 6월 30일 / 심사완료일 : 2008년 10월 28일
교신저자 : 채성원, 152-703 서울 구로구 구로동 80
고려대학교 의과대학 이비인후-두경부외과학교실
전화 : (02) 2626-3186 · 전송 : (02) 868-0475
E-mail : schae@kumc.or.kr

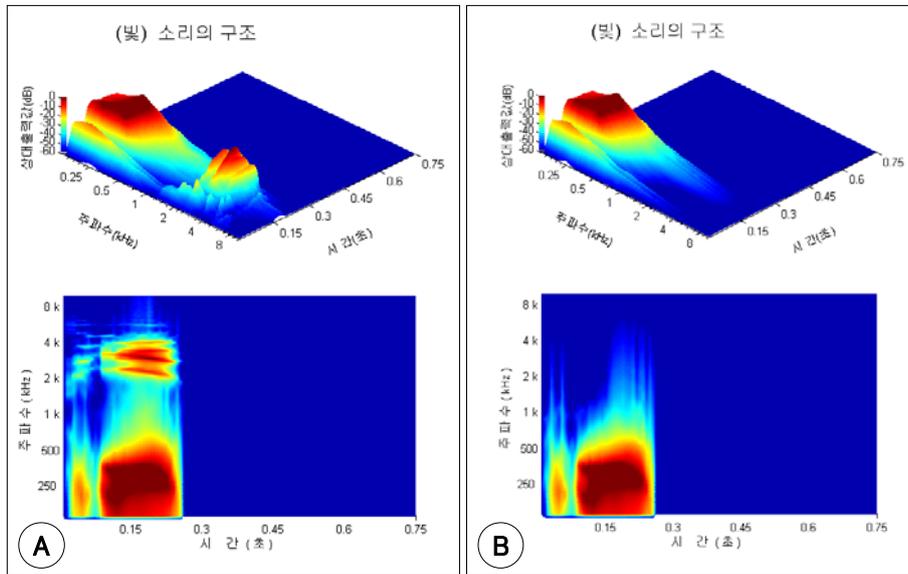


Fig. 1. Acoustic analysis of sample word '빛'. A : The sound spectrogram of sample word '빛' was obtained by acoustic analysis program that has the MATLAB function. B : The sound spectrogram is changed by MATLAB low-pass filter (cut-off frequency : 1,000 Hz). The high frequency characteristics of the sample word are removed.

트(peak formant), 주파수, 상대출력값을 측정하여 시간, 주파수, 상대출력값의 삼차원과 이차원영상을 얻었다. 이후 이음절어표 각각의 음절을 음향분석하여 250 Hz부터 4,000 Hz까지 250 Hz 간격으로 나누어 통과여과기[pass filter : MATLAB (version 5.30)]를 이용하여 특정 주파수를 제거하였다(Fig. 1). 특정 주파수 대역이 제거된 음을 청력검사기(Orbiter 922, GN Otometrics, Tastrup, Denmark) 헤드폰을 통해 출력한 후 정상 청력을 가진 8명의 검사자 중 4명이 음절이 다르다고 인지하는 주파수를 확인하였다. 단음절어표(Phonetically Balanced Word Lists)는 4개의 목록으로 구성되어 있는데 이들 각 목록간의 주파수 분포 특성을 연구한 결과와 함태영 이음절어표를 구성하는 각 단음절의 주파수 분포 특성을 비교하였다.

이음절어표 각 단음절이 강하게 발음되는지를 결정하는 1,000 Hz 이상에서의 특징 주파수(Characteristic frequency)를 찾아내고 이를 중심으로 각 단음절 간에 공통된 주파수 특징이 있는지 비교하였다. 공통 주파수를 나타내지 않는 이음절 단어를 확인하여 첫 음절만 강하게 발음되는 이음절 단어(stress on the first syllable)와 둘째 음절만 강하게 발음되는 이음절 단어(stress on the second syllable)를 분류하였다.

각 음절의 자음은 조음방법에 따라 파열음, 파찰음, 마찰음, 비음, 유음으로, 모음은 혀의 모양에 따라 평순모음과 원순모음으로 구분된다. 자음의 종류인 마찰음, 파찰음, 파열음, 비음, 유음에 따라 구분하여 이음절 단어의 강세가 발생하게 하는 특성이 자음의 조음방법에 따라 발생하는지를 확인하였다.

이음절어 각 단음절의 초성, 중성, 종성을 구성하는 음소

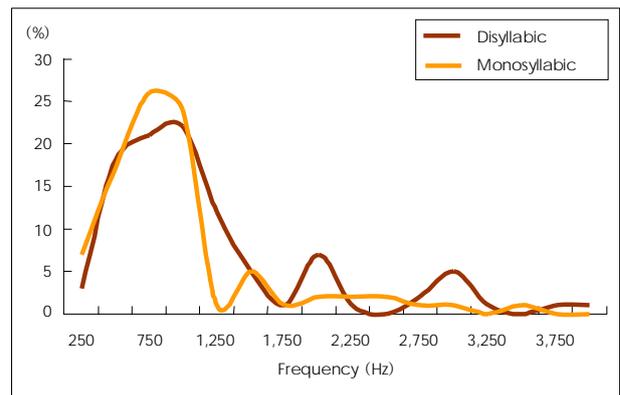


Fig. 2. Frequency distribution of Hahm's disyllabic word lists and Hahm's monosyllabic word lists. Hahm's disyllabic word lists and monosyllabic word lists show similar frequency distribution.

특성을 음절 유형별로 CVC, CV, VC, V 형으로 구분하였다. 단음절을 구성하는 자음과 모음의 특성이 이음절어 강세와 연관성이 있는지 확인하였다.

결 과

단음절어표와 이음절어표의 음향분석상 이음절어표의 각 음절의 음향분석 결과는 주파수별로 1,000 Hz 이하에서 64% (78개), 1,000 Hz와 2,000 Hz 사이에 25% (31개), 2,000 Hz 이상에 11% (13개)가 분포하였다(Fig. 2). 결과로 단음절어표와 이음절어표의 특징 주파수별 특성은 유사한 양상을 보였다.

이음절어표 각 음절의 특징 주파수(Characteristic Frequency) 비교를 위하여 음향분석을 통하여 확인한 결과 이음절어 중 33% (20개)에서 양음절에 공통된 특징 주파

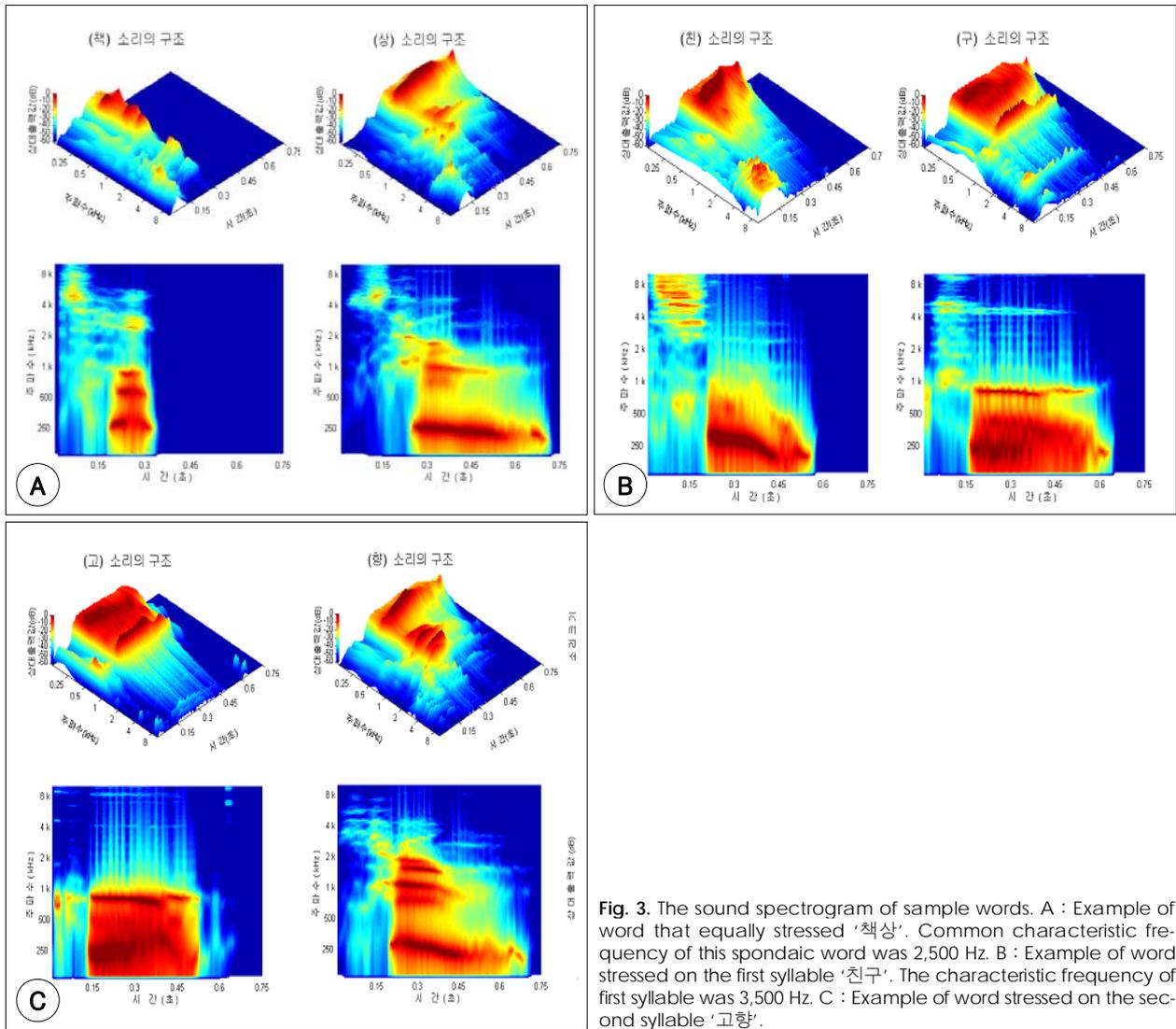


Fig. 3. The sound spectrogram of sample words. A : Example of word that equally stressed '책상'. Common characteristic frequency of this spondaic word was 2,500 Hz. B : Example of word stressed on the first syllable '친구'. The characteristic frequency of first syllable was 3,500 Hz. C : Example of word stressed on the second syllable '고향'.

수를 가진 것으로 확인되었고 양음절이 강하게 발음되는 이음절로는 /책상/, /땅콩/, /콩팥/ 등이었다. 이음절 단어 중 앞음절에만 1,000 Hz 이상에서 특징 주파수를 가진 경우는 31%(19개)이며 /친구/, /편지/, /찰떡/ 등이 해당되고 이음절어 중 뒤음절에만 1,000 Hz 이상에서 특징 주파수를 가진 경우는 36%(22개)로 /고향/, /단추/, /기차/ 등이었다(Fig. 3, Table 1).

이음절어표 각 음절의 자음 성분을 분석하였고 양양격, 전양격, 후양격에 따른 단음절 어음의 자음 특성 결과를 확인한 결과 양양격 단어 20개 중 앞음절은 마찰음 14%(3개), 파찰음 19%(4개)였고 뒤음절은 마찰음 24%(5개), 파찰음 9%(2개)였다. 후양격 이음절어 22개 중 앞음절은 마찰음 4.5%(1개), 파찰음 18%(4개)였고 뒤음절은 마찰음 32%(7개), 파찰음 23%(5개)였다. 전양격 이음절어 19개 중 앞음절은 마찰음 26%(5개), 파찰음 16%(3개)였고 뒤음절

은 마찰음 11%(2개), 파찰음 11%(2개)였다(Table 2).

이음절어표 각 음절의 음절 유형에 따른 차이로 전체 122개 단음절어 중 CVC형이 82개(67%), CV형이 26개(21%), VC형이 12개(10%), V형이 2개(2%)였으며 음절의 유형에 따른 강세의 차이는 확인할 수 없었다(Table 3).

고찰

어음청력검사의 검사 어음은 일상생활에서 자주 사용되는 어야 하고 발성학적, 음향학적으로 균형성을 갖추어야 한다. 한국어 어음청력검사의 음향분석은 Moon 등이 음향그래프(sonagraph)를 이용하여 음절의 주파수와 소리 크기 및 포먼트(formant) 등을 처음으로 측정하였고,^{6,7)} 이후 음향기술의 발전에 따라 다양한 분석이 이루어져 왔다.

발음되는 음성을 분석하는 방법은 시간에 따라 어음의 소

Table 1. The pattern of Characteristic Frequency among Hahm's disyllabic word lists

Equally stressed 33% (20 words)			Stress on the first syllable 31% (19 words)			Stress on the second syllable 36% (22 words)		
바다	안경	눈물	친구	편지	마음	연필	노래	거울
전화	땅콩	독약	사람	필통	시간	단추	장갑	그림
책상	육군	툰밥	신발	머리	약국	글씨	우유	고향
전투	송곳	딱총	학교	찰떡	팔죽	기차	동생	점심
뚜껑	합격	방석	양복	책상	국수	까치	접시	학생
목욕	엽서	콩팥	폭발	석탄	양말	극장	눈물	전차
색칠	잡쌀		꽃병			달걀	욕심	발톱
						빛깔		

Table 2. Frequency of consonant type of Hahm's disyllabic word lists (First syllable, Second syllable) according to the pattern of Characteristic Frequency

	Equally stressed 33% (20 words)		Stress on the first syllable 31% (19 words)		Stress on the second syllable 36% (22 words)	
	First	Second	First	Second	First	Second
Fricative	3	5	5	2	1	7
Affricate	4	2	3	2	4	5
Plosive	9	11	6	5	12	5
Nasal	4	2	5	6	5	3
Liquid	0	0	0	4	0	2

Table 3. Frequency of CVC classification of Hahm's disyllabic word lists (First syllable, Second syllable) according to the pattern of Characteristic Frequency

	Equally stressed 33% (20 words)		Stress on the first syllable 31% (19 words)		Stress on the second syllable 36% (22 words)	
	First	Second	First	Second	First	Second
CVC	16	15	12	13	13	13
CV	1	3	4	5	6	7
VC	3	2	3	1	2	1
V	0	0	0	0	1	1

C : initial consonant, V : vowel

리 크기가 변하는 양상, 즉 주파수와 진폭을 시간에 따라 표현하는 삼차원적인 분석방법이 사용되며 이러한 삼차원적 그림은 스펙트로그램(spectrogram)으로 표현할 수 있다. 스펙트로그램은 음향신호를 구성하는 각 주파수를 하나 하나 걸러낼 수는 없으나 특정 주파수 대역에서 강한 음향 에너지가 몰려 있는 포먼트를 확인할 수 있다.^{8,9)} 본 연구에서는 어음청력검사에 사용되는 양양격 단어를 구성하는 각 단음절을 디지털 녹음한 후 각 음절에서 특징 주파수(characteristic frequency)가 존재하는지를 확인하는 방법을 사용하여 음절의 강세(accent)를 확인하였다. 각 음절을 250 Hz부터 4,000 Hz까지 250 Hz 간격으로 나누어 통과여파기(low pass filter) 이용하여 음절이 다르게 인지되는 주파수를 확인하여 본 결과 대부분의 소리가 구별되는 주파수는 1,000 Hz 이상에 존재하였으며, 모음에 의하여 형성되는 1,000 Hz 이하의 저주파수가 소리의 구별에는 큰 영향을 미치지 못하고, 각 음절의 소리 특징을 형성하는 주파수는

1,000 Hz 이상에 존재함을 의미한다. 또한 고속푸리에 변환으로 얻은 3차원영상의 주파수별 상대출력값이 1,000 Hz 이상의 고주파수에서 높음을 확인할 수 있다(Figs. 1 and 3).

영어의 어음청력검사 이음절어표는 양음절에 균등하게 강세를 갖는 /Air-plane/, /Birth-day/, /Cow-boy/ 등의 양양격단어(spondaic word)로 구성되어 있으나 한글의 경우 이음절을 구성하는 각 음절 자체가 각각의 의미를 가지고 있지 않으므로 정확한 양양격 단어를 선정하는데 어려움이 있다.

이음절어표와 단음절어표 각 음절의 주파수별 분포를 비교한 결과 비슷한 분포 양상을 확인할 수 있어 각 단어가 의미를 지니는 유의미 단음절어표의 음절과 각 단어의 의미가 없는 무의미 음절로 만들어진 이음절어표의 구성 음절 사이에 주파수별 분포 차이는 거의 없는 것을 알 수 있었다(Fig. 2).

Byun 등이 합태영 이음절어표와 한국어 회화체의 음소

빈도를 비교한 연구에서는 이음절어 중 경음화 현상을 보이는 빈도가 전체 36개 중 14개(38.9%)로 실제 회화체에서 경음화 현상 비율인 2.9%보다 더 많은 것으로 보고¹⁰⁾ 하였으며 이는 함태영 이음절어표 단어는 양음절에 강세가 있는 이음절 단어를 선택하기 위해 경음, 격음 및 중성이 많은 이음절로 구성되었기 때문이다.

각 단음절이 강하게 발음되는지를 결정하는 1,000 Hz 이상에서의 특징 주파수를 가진 이음절어를 찾아내고 각 단음절 간에 공통된 주파수 특징을 가지는 지를 비교하였을 때 33%(20개)는 양음절에 공통된 특징 주파수를 가지고 있었고 대부분이 양양격 단어로 이루어진 영어의 양양격 단어와 비교하면 함태영 이음절어표의 양양격 단어 비율이 낮았다. 이음절어표의 단어 중 전양격은 31%(19개)이며, 후양격은 36%(22개)였다.

함태영 이음절어표의 자음과 모음의 특성을 분석한 결과와 주파수 분석결과와 비교해 보면 고주파수 특성을 가지는 음절에서 마찰음과 파찰음의 비율이 더 높은 양상을 확인 할 수 있었다. 추가적으로 이음절어 각 단음절의 초성, 중성, 종성을 구성하는 자음과 모음의 음절유형을 알아보았고 전체 122개 단음절어 중 CVC형이 82개(67%), CV형이 26개(21%), VC형이 12개(10%), V형이 2개(2%)였다. 각 단음절의 자음과 모음특성을 비교하여 보았을 때 이음절어의 강세위치에 따른 차이는 없음을 확인할 수 있었다.

본 연구의 제한점은 검사 단어의 각 음절을 단음절어로 발성시켜 얻은 결과이므로 음절이 문장 내에서 사용될 때와 차이가 있을 가능성이 있다. 양양격, 전양격, 후양격 3개의 대상군에서 어음청력검사를 시행할 때 결과값이 변화할 것인지에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결 론

영어의 이음절어표의 경우 양양격 단어로 이루어져 있으나 현재 임상에서 가장 많이 사용되는 함태영 이음절어표는 양양격 단어의 비율이 전체 검사의 33%만을 차지하여 영어 양양격 단어와의 차이점이 있음을 확인할 수 있었다. 차후 강하게 발음되는 양상에 따라 이음절어검사의 결과값이 달라지는지 확인하여 어음청력검사표 개선에 기초자료로 이용할 수 있을 것으로 생각된다.

중심 단어 : 어음청력검사 · 양양격 단어 · 특징 주파수.

REFERENCES

- 1) Brandy WT. *Speech Audiometry*. In: Kartz J, editor. *Handbook of clinical Audiology*. 4th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1994. p.96-109.
- 2) Hudgins CV, Hawkins JE. *The development of recorded auditory tests for measuring hearing loss for speech*. *Laryngoscope* 1947;57:57-89.
- 3) Hahm TY. *A study of Korean word lists for speech audiometry and speech discrimination*. *Catholic Med J* 1962;5:31-8.
- 4) Hahm TY. *Complementary study on construction of korean word lists for speech audiometry*. *Inje Med J* 1986;7:1-19.
- 5) Hirsh IJ, Davis H, Silverman SR, Reynolds EG, Eldert E, Benson RW. *Development of materials for speech audiometry*. *J Speech Hear Disord* 1952;17(3):321-37.
- 6) Park MK, Lee JH, Kwon HS, Im GJ, Woo JS, Lee NM, et al. *A study for the acoustic characteristics of PB word list according to frequency*. *Korean J Otolaryngol-Head Neck Surg* 2007;50(6):480-5.
- 7) Moon YI. *The sonographic analysis of normal consonants in Korean-alphabet*. *Korean J Otolaryngol-Head Neck Surg* 1973;16:257-62.
- 8) Shin JY. *Understand of sound for phonetics and phonology*. Seoul, Korea: The Institute of Language culture; 2000. p.125-62.
- 9) Borden GJ, Harris KS, Raphael LJ. *Methods of voice science*. In: Butler JP, editor. *Speech Science Primer*. Williams & Wilkins; 1994. p.255-66.
- 10) Byun SW, Chung SM, Kim HS, Go YM. *A survey of phonetically balanced words lists used in training hospitals in Korea*. *Korean J Otolaryngol-Head Neck Surg* 2005;48(9):1086-90.