

Aerodynamics of Speech using Aerophone II

— Aerophone II를 이용한 조음적 공기역학검사 —

전북대학교 의과대학 이비인후과학교실

홍 기 환

서 론

복잡한 음성장애를 이해하기 위해서는 음성관에 대한 여러 단계에서의 정량적인 검사가 이루어져야 한다. 이를 위하여 여러가지 검사법이 이용되고 있는데 예를들면 음성의 인지적 검사(perceptual intelligibility), 음향음성학적검사(acoustic analysis), 공기역동학적 검사(aerodynamic study), 후두구조물의 운동 관찰, 그리고 근과 신경의 기능 검사(electromyographic study)등이 있다. 이중 인지적 검사는 청취자들의 문제와 검사법에 대하여 문제점이 제기 되기도 하며 발화중 후두기능의 병태생리에 관한 추론적인 정보만을 제공한다는 문제점이 있다. 음향음성검사는 이미 잘 알려진 상태로서 많은 parameter들이 측정 되어온 것이 사실이나 그유용성에 대해서도 아직 논란이 있으며 단지 성대의 진동에 의해 나타나는 현상만을 이용한 검사로서 일종의 정지성 연구에 불과한 것이 사실이다.

그러나 일상생활시의 음성은 음성관의 역동적 운동에 의한 발화로서 최소한 단어 혹은 문장으로서 표현되는데 이는 성대의 진동에 의해 발생하는 음의 요소와 성대진동과 관계없는 음의 요소도 같이 발생하는 것이다. 예를 들면 모음의 발생시에는 성문 상부기관의 압력은 대기압과는 항상 같은 상태이지만 자음은 발생시 성문상부기관이 좁아짐으로써 공기의 흐름에 지장이 초래되어 여기를 통과하는 공기의 압력과 양이 변화하게 된다. 그러므로 실제 이러한 원리를 이용한 음성검사가 보다 이론적이며 실제적이라 하겠으며, 일반적인 발성장애의 경우 이같은 광범위한 정보가 보통 필요치 않으나 진단이 복잡하고 어려운 경우와 음성치료등의 치료에도 적절한 반응이 없는 경우에는 좀더 정량적이고 자세한 검사가 요구되어

진다.

많은 연구자들이 발화시 후두기능에 관한 정보를 얻기위하여 많은 공기역동학적 검사법을 보고하였다. 가장 초기에는 주로 지속적인 모음발성동안의 공기호기율을 측정하는 것이었으나 이는 발화시 후두의 역동적인 움직임에 대한 결과와는 잘 일치하지 않았다. 그후 발화시에 공기호기율과 성문하압력을 동시에 측정하였으나 초기에는 성대하 압력을 측정하기 위하여 기관내 침삼입법, 경성문법 혹은 경식도법등 기구를 직접 인체내에 삽입해야하는 많은 어려움이 있었지만 현재는 이러한 단점들이 잘 극복되어 현재 공기역학검사에 의한 정보는 질병의 평가, 치료, 진행 경과, 치료결과 평가등에 관련된 정보를 줄 수 있으며 특히 발화시의 성문하압과 성문호기율 및 성문저항도는 매우 유용한 정보로 이용되어지고 있다.

LEVEL of observation	Rechniques
Perceptual	Listener ratings
Acoustic	Fundamental frequency, amplitude, duration
Aerodynamic	Subglottal air pressure, laryngeal air flow, lung volume level
Movement	Fiberoptic laryngoscopy, stroboscope laryngoscopy
Muscle and neural innervation	Electromyography

Kinds of phonatory study

CLASSIFICATION

On the basis of method

A. Aerodynamic study during sustained vowel or not(Static)

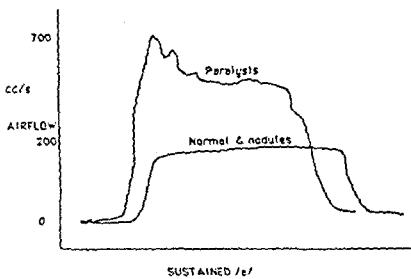
B. Aerodynamic study during speech(Dynamic)

PARAMETERS

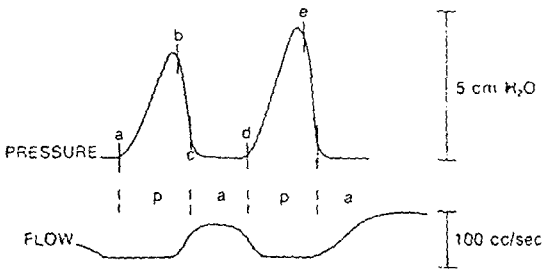
1. Air Flow(ml) ; ex, mean air flow rate
2. Air Pressure(mmHg) ; ex, supraglottal- and subglottal pressure
3. Laryngeal airway resistance(mmHg/L) ex, glottal resistance
4. Laryngeal efficiency
5. Phonation time ; ex, maximum phonation time

1. Measurement of Air Flow

- 1) air flow during sustained vowel (static)
- 2) air flow during continuous speech (dynamic)
- 3) nasal air flow



Airflow during sustained vowel



Airflow during continuous speech

2. Measurement of Air Pressure

종류 :

- A. Maximum intraoral pressure ; ex) lip paresis capability of respiratory system but can not evaluate the speech performance
- B. Supraglottal(intraoral) pressure
 1. advantage
 - ; evaluate the inadequate ventilatory activity
 - ; important for evaluating the entire speech sys-

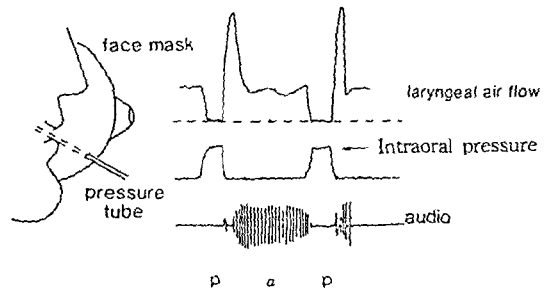
tem

2. Placing a sensing tube

; generally sensing tube placed in post oral cavity or oropharynx can use entire speech samples two methods ; through nasal cavity through buccogingival sulcus around the last molar but both methods may have trouble ; sensing tube placed in just behind the lip can use a limited speech sample(only labial consonants)

3. Measurements

; evaluate the each air pressure for each phonemes during speech ; Usually peaks indicate the consonants, and during vowels pressure is essentially zero.



C. Subglottal pressure

greater diagnostic and therapeutic value in speech disorders Methods : Three methods

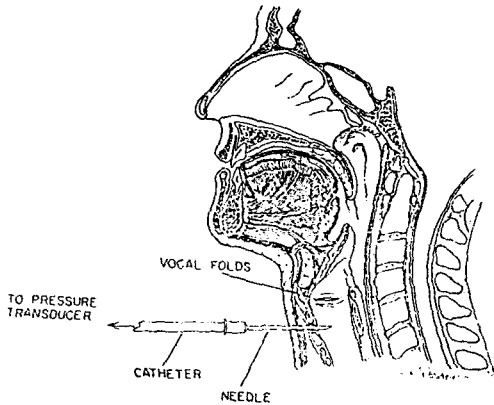
1. Speech measurements ; Direct methods

; sensing tube placed in the subglottal region through pharynx or trachea directly ; no special calibration due to direct measure ; some risk of damage or bleeding due to invasive method

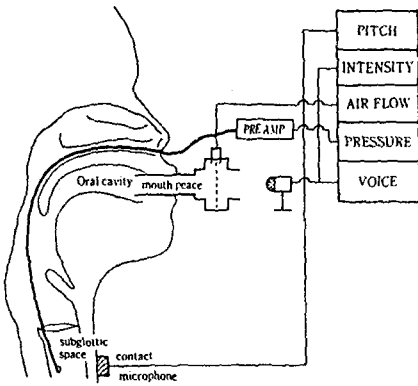
2. Speech measurements ; Indirect methods

; measure the estimate of Psub(EPsub) * Using Esophageal pressure ; sensing tube placed in the esophageal lumen ; the air pressure in esophagus reflect the tracheal (Psub) P.

; problems ; influence by intrathoracic pressure lung-volume-correction factor during speech or respiration esophageal pressure is always lower than the lung pressure different calibration method should be applied.



Direct method through trachea



Direct method through subglottic space

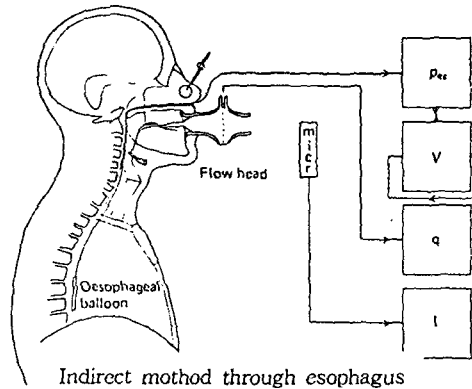
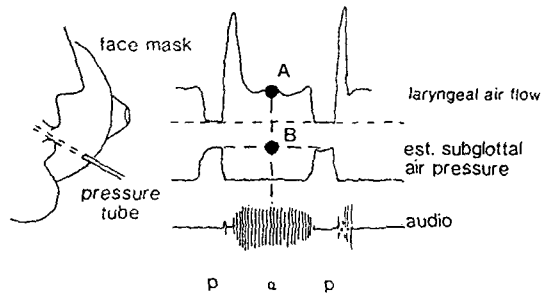
*Using oral pressure

- ; sensing tube placed in just behind the lip
- ; E_{sub} stands for pressure at peaks oral pressure

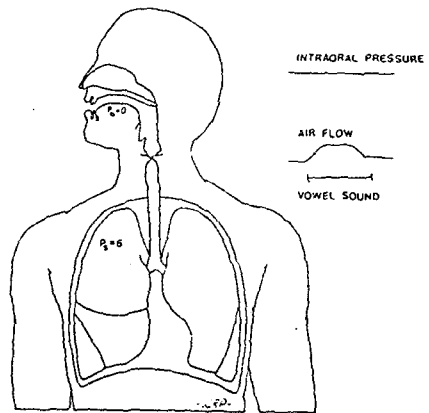
; extremely simple, non-invasiveness to patients
측정방법(By Smitheran & Hixon(1981))

발성시의 공기흐기율과 성문하압력을 비침습적이고 정확한 방법으로 측정하였는데 그방법은 피검자는 똑바로 앉은 자세에서 깨끗한 플라스틱 마스크를 착용하는데 이때 공기흐기율은 pneumotachography 을 통하여 측정되며, air pressure는 마스크를 통해 입술 안쪽에 위치한 폴리에틸렌 튜브에 의하여 감지된다. 성문하압력은 각각의 양순파열음 /pi/, /phi/, /p' i/에 대해 /p/의 무성음 발생동안에 얻어지는 최대구강압력으로부터 측정된다. 즉 /p/ 발생 동안에 입술과 연구개는 폐쇄되고 발성관은 충분히 열리게되어 구강압력과 성문하압력은 일치하게 된다. 피검자는 초당

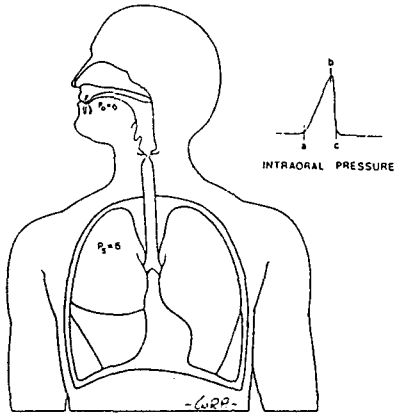
3번의 속도로 각각의 단어를 약 7번이상 반복하게 된다. 이때 피검자는 일상회화시의 음고와 음량으로 발성해야되는데 통상 vital capacity의 60~35% 정도에서 발성되어야한다. 발성시 공기흐기율은 각각의 단어에서 모음의 중간부위에서 얻어지며, 성문하압력은 각각의 단어에 대한 무성음 파열시의 최대 구강압력지점 2개를 연결하는 선과 모음 중간부위가 만나는 지점에서 측정된다.



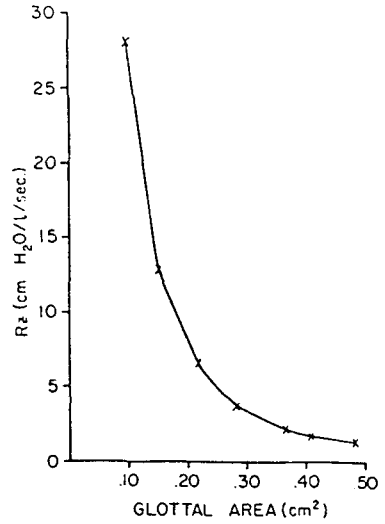
Indirect method through esophagus



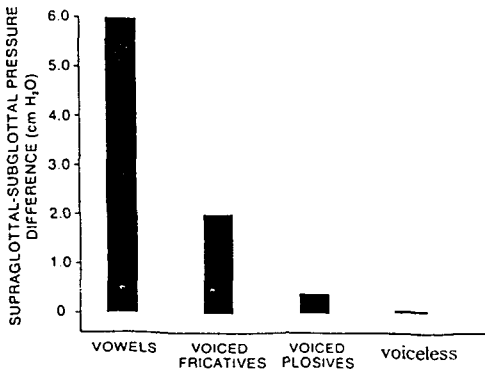
Aerodynamics of vowel production



Aerodynamics of voiceless plosive /p/



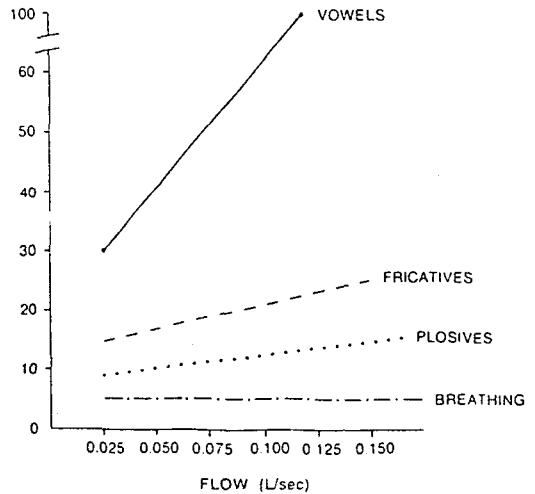
The relationship between glottal area and glottal resistance



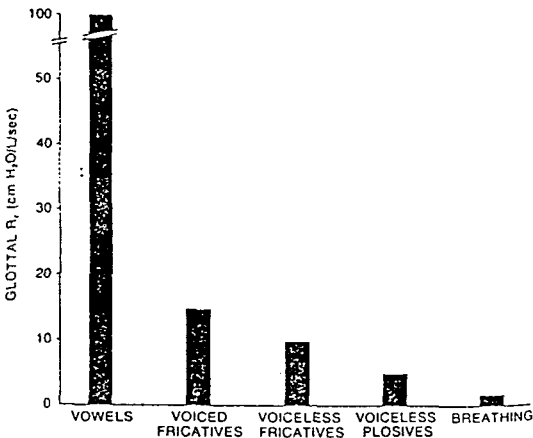
The supraglottal and subglottal pressure difference

3. Measurement of Glottal Resistance

정의 : Transglottal pressure divided by glottal air flow
 Transglottal pressure = subglottal pressure - supraglottal pressure



The relationship between glottal airflow and glottal resistance



CLINICAL APPLICATION(임상 응용)

1. Dynamic aspect of speech production

지속적인 모음발성시의 공기역학검사 결과는 static picture 만을 보여주지만 syllable를 반복하는것은 dynamic speech production에 관한 정보를 제공한다는 장점이 있겠다.

1) laryngeal air flow 는 fundamental voice frequency

ncy, subglottal air pressure 정도, open/closed quotient of individual glottal cycle, vocal fold stiffness 등의 영향을 받는다.

2) laryngeal air flow 값 단독으로는 부정확하고 잘못된 판단을 내릴 수 있으므로 subglottal pressure와 함께 측정하여 underlying laryngeal & respiratory function에 관한 정확한 정보를 얻도록 해야 한다

3) laryngeal airway resistance (Smitheran & Hixon)
; subglottal air pressure / laryngeal air flow (35.7 cmH₂O/LPS)

2. Understanding the disorder

Aerodynamic data는 음성장애의 병태생리를 이해하는데 필수적인 정보를 주며 각 환자의 pressure-flow data를 정상치를 포함한 그래프에 도시함으로써 정상값에서 어느정도 deviation 되는지를 쉽게 알 수 있다. 예를 들어 perceptual rating 과 aerodynamic data상에서 breathy한 음성은 pressure는 정상이나 flow가 400 cc/sec 이상일 때로서 불충분한 내전으로 비정상적인 과도한 flow를 야기시킨 결과이며 strained voice는 combination of low flow & excessive pressure 혹은 pressure가 10cmH₂O 이상일 때로서 과내전된 성대에 기인하고 rough voice는 combination of high flow & pressure

3. Planning therapy

그래프에 표시된 pressure-flow data는 정상치와의 비교를 쉽게 할 뿐 아니라 임상가가 치료 방향을 결정하는데 도움을 준다. 치료 시작 후 치료 종결 전까지의 사이에 공기 역동학적 검사를 시행하고 기록함으로써 치료 효과 기록, 치료 중의 변화 방향과 속도의 평가, 그리고 치료 종결 시기를 결정하는데 도움을 받을 수 있다.

4. Therapy

Aerodynamic data는 visual feedback으로 이용 가능하며 전통적인 음성 치료가 효과가 없는 경우에서 호전을 가져올 수 있다.

5. 결론

Laryngeal aerodynamic data는 여러 단계에서의 다른 검사법들과의 상호관계를 고려하여 평가되어야 하며, vocal pathophysiology의 이해, 치료 계획의 결정, feedback tool로서의 이용, 그리고 진행 경과 평가에 도움을 준다.

Aerodynamic Parameters using Aerophone II

1. Parameter definitions and calculations :

1) Peak flow :

The greatest peakflow value in the cursor-selected segment

2) Volume of the first second of forced expiration :

This value is important for lung physiologists, because it gives information about the free airway passage and the force of the expiratory activity of the lungs.

3) FEV1 in % :

The forced calculates the amount of air coming out during the first second of a forced expiration. This value is important same as in 2)

4) Vital capacity or volume :

If the result table contains more measurement, the greatest value is selected for computation of the phonation quotient.

5) Duration, maximum phonation time, or duration time :

The duration is calculated as the difference between the maximum and minimum cursor positions at the time axis, i. e. the length in milliseconds of the red bar.

6) Loudest and softest tone level :

The sampled data are low-pass filtered in software, and the maximum respective the minimum SPL values are found. The low-pass filter is designed as a simple FIR-filter with a running average over 20 samples.

7) SPL range :

The dynamic range of a cursor-selected segment is computed as the difference between the loudest and the softest tone level in dB SPL.

8) Average tone level :

The measurements are transformed to linear values which are averaged arithmetically in the cursor-defined

segment. Then, the linear average is transformed to the logarithmic measure dB SPL.

9) Mean airflow rate : (Selected in the Option Menu)

The volume of air in the cursor-selected segment is divided by the duration of the segment.

10) Phonatory airflow rate : (Selected in the Option Menu)

The average airflow rate measured during the loudest 6 dB of the SPL curve.

11) Mid pressure air flow rate : (Selected in the Option Menu)

The average flow rate of the vowel flow rate measured in an area of 50 ms (25 ms on both sides of the midline) between two maxima of oral air pressure measured in the [p] sounds in the nonsens word [ipipi].

12) Target air flow rate : (Selected in the Option Menu)

The average airflow rate of the mid 50% of the sampled flow values, measured during the loudest 6 dB of the SPL curve.

13) Phonatory SPL :

Phonatory SPL is the average SPL value in the upper 6 dB, whereas the max. SPL is the maximum value.

14) Average Pitch :

The arithmetic mean of the sampled pitch data in the cursor-selected segment.

15) Pitch-Sigma :

The distance is semitones between the 20% and the 80% percentiles, i. e. the middle 60% of the pitch data in a cursor-selected segment.

16) Glottal pressure :

The subglottal pressure is considered to be approximately equivalent to the oral pressure during the pronunciation of an aspirated [p^h] as in [ipipi], where the glottis is widely open. Therefore, in this situation the oral pressure can be considered as a substitute

for the subglottal pressure.

17) Glottal resistance (depends on the selected airflow type in the option menu) :

The glottal resistance is calculated as the maximum subglottal air pressure divided by the airflow rate through glottis.

$m R_g = P_{subg} / F_g$, When measured in [cm H₂O/litre/sec], (called an acoustic ohm by e. g. Rothenberg (1968)),

or $m^* R_g = P_{subg} / F_g * 0.10187$, When measured in the cgs-system with the unit [dyne *sec/cm⁵], (this unit is called an cgs acoustic ohm. But it is 1.87% greater than an acoustic ohm expressed in the unit [cm H₂O/litre/sec].)

or $m^* R_g = P_{subg} / F_g * 0.10187 * 10^6$, When measured in the mks-system with the unit [Newton*sec/m⁵].

The unit [dyne *sec/cm⁵] is the most commonly used unit for measurements of the glottal resistance in the phonetic and phoniatric literature at the moment (Hirano (1990), Sataloff (1991)). It is in agreement with normal convention to call this unit an acoustic ohm, as it is done in the result table. However, as the mks-system is preferred today by technicians, the results are stated in [Newton *second/meter⁵], which can be read as acoustic ohms, if the unit is 10⁵ * [N*s/m⁵].

18) Aerodynamic input power

The glottal input power is calculated as the subglottal air pressure (measured as explained above during the [p] closure) multiplied by the airflow rate. As there are three possible airflow rates (phonatory, mid pressure and target airflow rate, there will also be three different input powers).

$$Power_{aerodyn} = P_{subg} * F_g * 0.10187$$

(the constane 0.10187 is used for the transformation from cm H₂O to Newton/m²)

19) Glottal efficiency

Glottal efficiency is the relation between the acoustic output power and the aerodynamic input power.

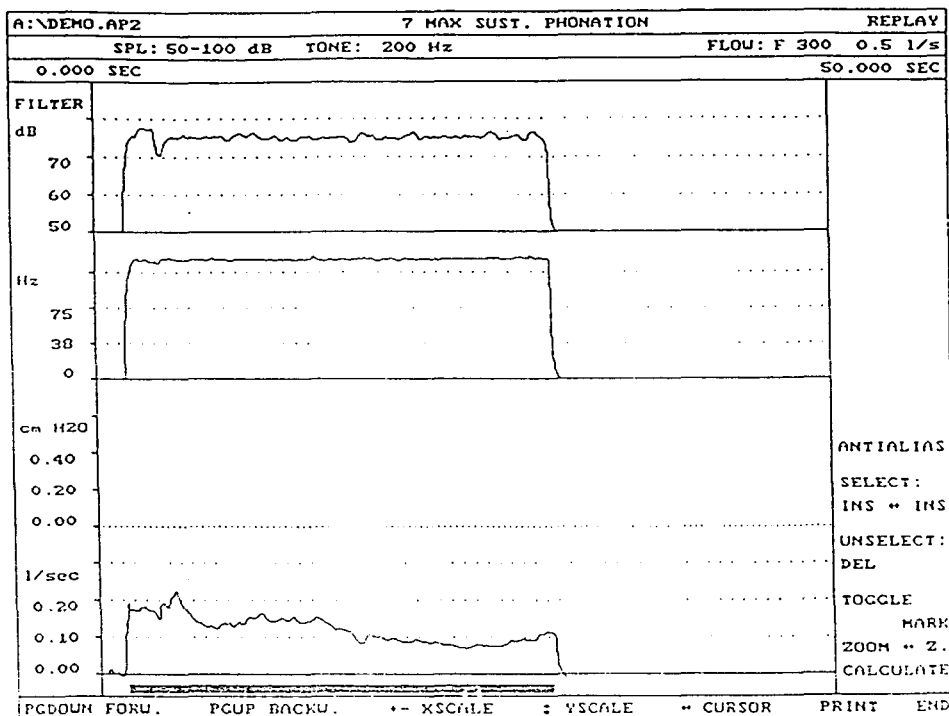
$$Eff_g = Power_{acoustic} / Power_{aerodyn}$$

20) Ad/abduction rate :

This parameter indicates the rate of closing-opening movements of the vocal fold in Hz (movements per second). The patient says [a'a'a'a] as fast as possible. The pronunciation may be either voiced or voiceless, but the results will differ from each other in the

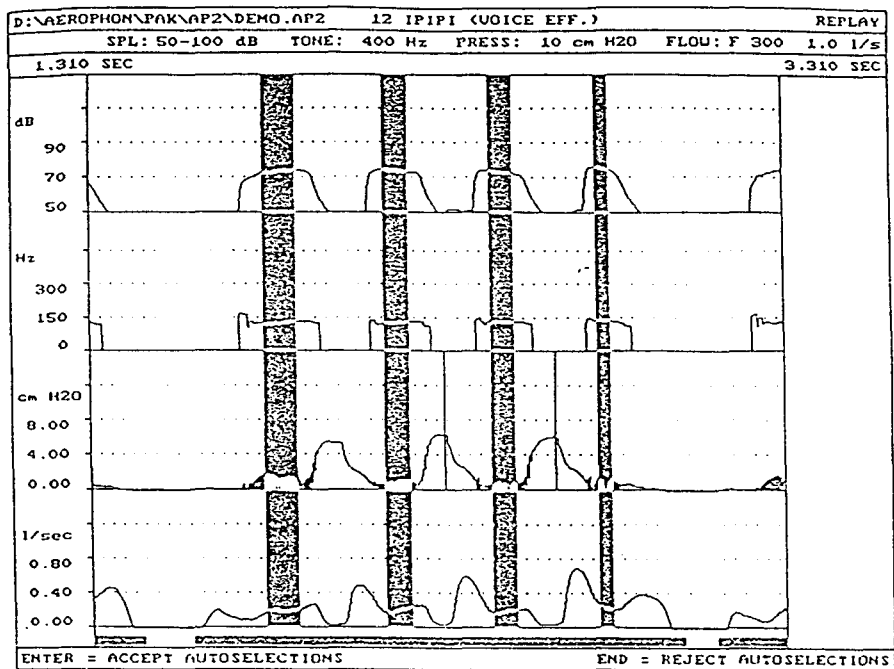
two cases. If the patient has a paralysis of the vocal folds the rate will be outside the normal range.

These calculations may also be used for registration of velar paralysis by measurements of the velar opening rate, i. e. when saying [bmbmbmbmbm] (as fast as possible with closed mouth) ; or facial paralysis when saying [pipipi] as fast as possible.

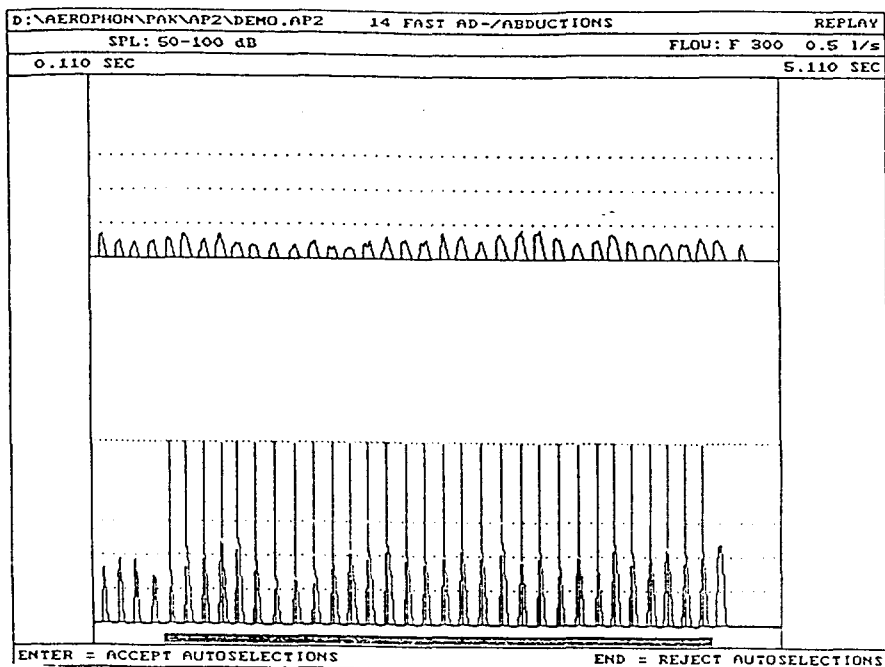


CONDITION: MAX SUST. PHONATION				RECORD No: 7
PARAMETER	FREQ.	LEVEL	TIME INTERVAL	VALUE
VOLUME	128 Hz	75 dB	1.812- 30.669 sec	3.470 litre
MAX PHONATION TIME				28.857 sec
PHONATION QUOTIENT				0.137 l/sec
MEAN AIRFLOW RATE				0.120 l/sec
MEAN SPL				75.2 dB
SPL RANGE				24.0 dB
AVERAGE PITCH				127 Hz
PITCH-SIGMA 20%-80%				0.2 semit

The aerodynamic datas during phonation of sustained vowel /i/



Target flow rate, power, glottal efficiency and glottal resistance can be calculated



Rate ad-/abductions of glottis can be measured in spasmodic dysphonia and unilateral vocal fold paralysis

Nasometer를 이용한 비음도에 대한 임상적 응용

— Clinical Applications of Nasality Using Nasometer —

서 론

성도는 크게 후두, 인두, 구강 및 비강으로 구성되어 있는데, 발음시 모든 숨결이 구강을 통해서 나오는 구강음에 비해 비강음이란 목젓이 아래로 내려와 숨결의 일부 혹은 전부가 비강을 통해 나오는 음을 말한다. 비강음(nasal sound)은 spectrogram을 이용하여 분석하면 구강 및 인강의 모양과 형태에 따라 일정한 주파수대에서의 음성에너지의 증대를 의미하는 비음형대(nasal formant)가 존재한다. 비음도(nasality)란 정상적인 비강음과는 달리 성도의 공명기관중 특히 비강과 구강에 연관된 공명장에서 나타나는 비강음 즉, 일종의 음성질환을 객관적으로 나타내는 하나의 척도로서 이용되는 청각적인 용어로서 특히 구강의과 영역에서 악안면 수술후 치료판정의 한 척도로서 이용되어지고 있으며 각종 비강 혹은 부비동의 질환중 숨결의 비강 통과장애를 일으키는 여러 질환은 이러한 정상적인 비강음의 발생에 영향을 주어 청각적으로 감소된 비음도를 나타내며, 감소된 비강의 공명판에 의해 비강음에 대한 비음형대에도 영향이 나타난다.

이러한 비음도의 정도와 비음형대의 변화를 객관적으로 측정하는 방법으로 최근들어 컴퓨터를 이용하여 측정하는 도구가 개발되어 사용되고 있는바, Nasometer와 sound spectrogram이 있다. Nasometer는 비강성에 이상이 있는 환자에 대한 연구 및 치료목적으로 개발된 컴퓨터로서 특히 상악의 변형 및 외상, 구개의 해부학적 결함, 구개의 신경학적인 운동장애, 편도에 의한 발성장애 및 비강의 해부학적인 변화에 의한 비강성의 변화를 측정하는데 도움이 되는 기구이다. Nasometer로서 측정할 수 있는 음향학적 요소로서 첫째 nasalance가 있는데 이는 발성된 음성의 구강음과 비강음의 음성에너지 합으로 비강 음성에너지를 나누어 백분율한 수치로서 예를들면 음성이 전부 구강을 통해 나오면 nasalance는 0%이며 전부 비강을 통해 나오면 nasalance는 100%이다. 둘째 비

강자음에 대한 nasogram의 경사도를 측정할 수 있는데 이것은 비강음 발생시 연구개의 운동상태를 간접적으로 반영하는 지표로 이용할 수 있는바 비강음 발생시작 지점으로 부터 구강음이 최초 발생되기 직 전까지의 경사도를 측정하여 연구개의 운동이 정상이거나 비강내의 공기의 흐름이 정상이면 경사도가 높게 나타나고 비폐색이 있어 비강내 공기흐름이 저하되면 낮은 수치를 보일것이다. 그러므로 비음도의 정도와 nasogram의 경사도측정은 비강 통과장애를 줄 수 있는 각종 비강질환에서 비폐색으로 인한 조음기능의 장애와 그 치료의 회복정도 등을 객관적으로 평가하는 자료로 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

이비인후과영역에서 흔히 볼 수 있는 만성편도비대 및 다발성 비용은 비폐색을 초래하여 비강을 통하여 공명되는 소리의 변화를 일으키게 되는데, 비폐색이 심할수록 음의 비강성이 저하되는 증상을 나타낸다. 기존에 사용하던 rhinomanometry나 acoustic rhinometry를 이용하여 특히 다발성 비용의 크기나 해부학적 폐색의 정도는 파악할 수가 있었으나 비폐색이 조음에 미치는 영향에 대한 기능적인 판단은 불가능하므로 최근에는 이를 객관적으로 파악하기 위하여 비음도를 음향학적으로 관찰하는 방법이 도입되고 있다. 비음도를 객관적으로 관찰하는 것은 다발성 비용으로 인한 비폐색이 조음에 장애를 일으키는 정도를 평가하고 또한 수술적 제거후에 비폐색의 호전과 조음기능의 회복 여부를 판단하는 지표가 될 수 있어 중요하다 하겠다.

Nasometer™

Developed by Drs. Samuel Fletcher, Larry Adams and Martin McCutcheon at the University of Alabama at Birmingham, Biocommunications Department,

General Characteristics

1) A computer-assisted instrument, was designed for both the assessment and the treatment of patients

with "nasality problems".

2) The objective measures of nasality derived from the ratio of acoustic energy output from the nasal and oral cavities of the speaker.

3) The ratio of nasal to oral plus nasal acoustic energy is calculated in terms of percentage and displayed in real-time graphic form on the host computer screen.

4) As nasality increases, the nasalance trace rises toward the top of the display screen, or the 100% nasalance mark. Subtle changes in the degree of "nasality" are reflected in the nasalance percentage.

The Nasometer is shipped with the following components :

- Nasometer, Model 6200-2
- Nasometer/IBM Interface Printed Circuit Board
- Nasometer Headset with Plastic Guard
- Calibration Stand
- Nasometer Program Diskette
- Interface Cable
- Instruction Manual

Applications

As an assessment tool and the treatment process, the Nasometer facilitates the investigation of nasalance over time, up to 100 seconds.

*Measures such as mean, standard deviation, maximum and minimum nasalance

1) Maxillofacial problem, anatomical and neurological cleft palate, VPI, tonsilloadenoid and muscle weakening

2) Obstruction of the nasal passageways

3) Dental prosthesis

Interpreting a Nasogram

If the mean and standard deviation scores are outside the normal standards, then examination of the configuration of the nasalance curve (usually the averaged Nasogram) can be beneficial. The following guidelines may be of help. Such information can also

be helpful in establishing the initial settings for treatment goals.

1. Look at the general level of nasalance.

(%, the ratio of nasal to oral plus acoustic energy)

2. Characteristics of the nasalance curve :

- High and flat, suggesting gross anatomical or neurological deficiency.

- Low and flat, suggesting obstruction of the nasal passageways.

- Gradual rise of the curve across time, suggesting muscle weakening as from myasthenia gravis.

- Marked variations in nasalance across time which may or may not be linked with occurrence of nasal consonants.

This suggests *discoordination in velopharyngeal valving.*

- Marked elevation of nasalance on specific phonetic elements such as the /i/ vowel, suggesting marginal velopharyngeal competency is being nullified by increased impedance to the sound stream when the tongue is raised to a high position within the oral cavity.

- Nasalance above 50% (on a non-nasalance passage such as the Zoo passage), suggesting high, posterior posture of the tongue combined with marked velopharyngeal deficiency. (Nasalance should reach a theoretic limit of 50% since that would represent equal flow of the sound stream through the oral and nasal passageways.)

- Nasalance variability not linked closely with the phonetic characteristics of the spoken materials, suggesting reduced sensory awareness of nasal versus oral air flow as in the deaf.

- Less than 10% difference in nasalance level with and without an obturator in place, suggesting that the obturation is insufficient to produce optimal reduction of nasalance.

A. Nasometer Normal Datas using Standardized Reading Passage

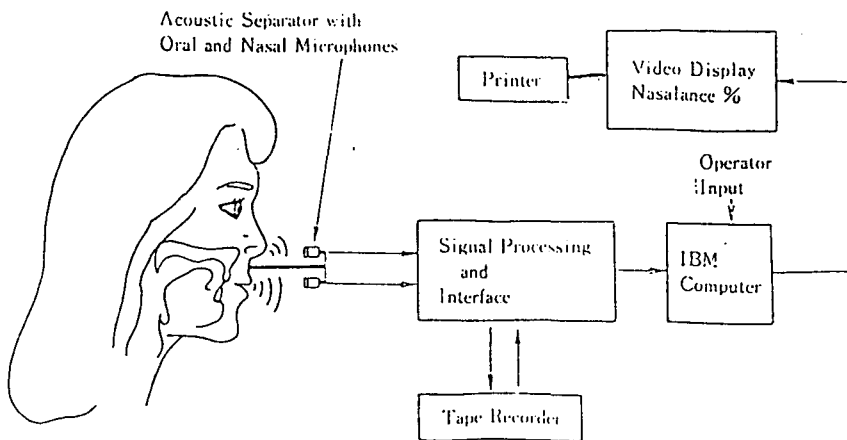
1. in USA and Canada		
Test passage	Mean nasalance	SD of Mean
1. in USA and Canada		
Zoo passage	15.5 %	4.8
Rainbow Passage	35.6 %	5.2
Nasal sentence	61.0 %	6.9
2. in Korea		
Rabbit(토끼와 거북이) passage	17.4 %	3.8
Baby(아기) passage	32.6 %	6.1
Mamma(엄마) passage	54.7 %	5.8

B. Speech materials

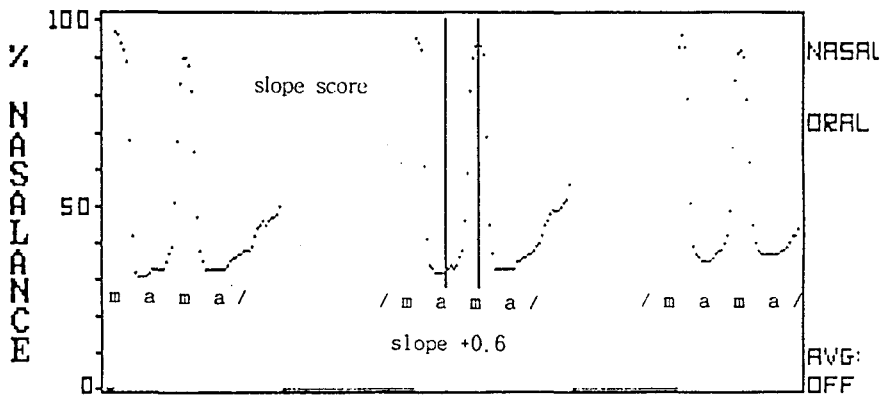
Table 1. Speech materials

Oral sustained vowel : /a/, /i/	
Nasal consonants bilabial	마마 /mama/
alveolar	나나 /nana/
velar	나나 /anan/
Rabbit passage (NCR : 0%)	거북이와 토끼의 달리기 이야기죠 /kɔpukiwa tʰokiwi talliki iyakicjo/ 토끼가 자기하고 달리기 시험하자고 /tʰok'ika cakhako talliki sihaphacako/ 크게 소리치자 거북이가 그러자고 했어요 /kʰwke solicʰica dɔpukika kwɔcako hetɔjo/
Baby passage (NCR : 11.7%)	아기가 엄마품에 잠들어 있을까요 /akika ɔmmaphume camtwɔ itwɪk'ajo/ 우리아기 예쁜아기 새근새근 잠자요 /uliaki jep'wnaki sekwn sekwn camcajo/
Mamma passage (NCR : 34.7%)	엄마는 항상 레몬쥬스를 만들어 /ɔmmanwn hanɕan lemoncɛmwɪ mantwɔ 이모랑 누나랑 나누어 줍니다 /imolah nunalah nanuhupnita/ 우리엄마 좋은 엄마 /ulioɔmma cown ɔmma/

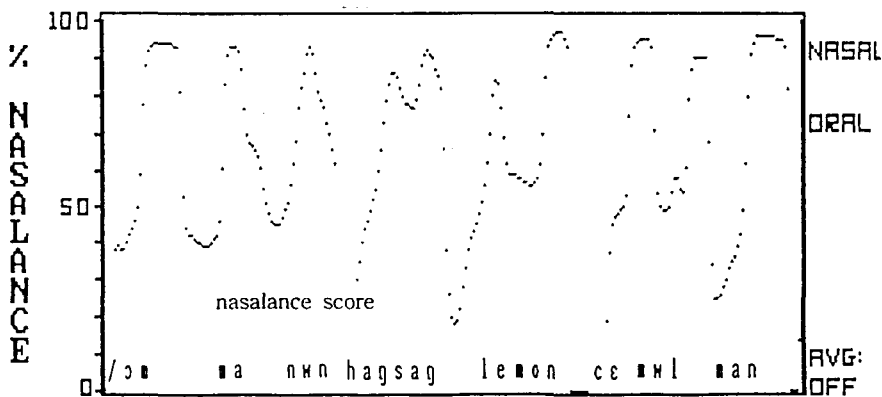
*NCR means nasal consonant ratio in nasonant ration in nasometer passage



Hardware configuration of Nasometer



████████████████████ 33% RIGHT CURSOR 93%



████████████████████ % RIGHT CURSOR %

Clinical Applications

A. for the Chronic tonsillar hypertrophy

“Effect of tonsillectomy on formant and nasality”

(대한이인지, 37 : 543-552, 1994, 홍기환, 김영중, 김영기)

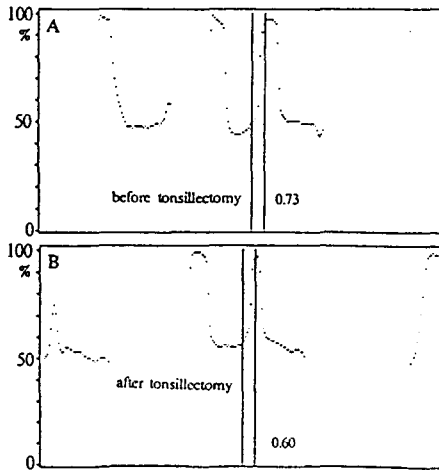


Fig. 3. The slope of alveolar nasal consonant before(A) and after(B) tonsillectomy.

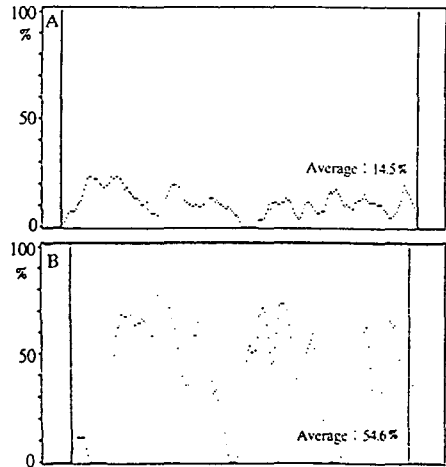


Fig. 4. The nasalance with rabbit(A) and mamma passages(B) before tonsillectomy.

Table 3. The values of nasalance(%) with sustained vowel /a/ and /i/

	Sustained /a/		Sustained /i/	
	pre.	post.	pre.	post.
Mcan	11.1	19.3	23.4	34.4
Maximum	27.6	47.4	53.0	76.8
Minimum	4.2	4.4	7.8	9.1
S.D.	7.4	12.2	12.7	16.7
P : p-value	p<0.01*		p<0.01*	
NP : p-value	p<0.05*		p<0.05*	

Table 5. The values of nasalance(%) with nasometer passages

	Rabbit passage		Baby passage		Mamma passage	
	pre.	post/	pre.	post/	pre.	post/
Mean	14.5	21.0	31.4	37.4	53.3	59.9
Maximum	26.1	50.3	43.3	57.0	67.0	74.7
Minimum	6.4	6.5	23.9	24.7	36.8	39.1
S.D.	6.2	9.8	5.5	8.9	7.3	8.7
P : p-value	p<0.01*		p<0.01*		p<0.01*	
NP : p-value	p<0.05*		p<0.05*		p<0.05*	

P : paired t-test, NP : non-paired t-test

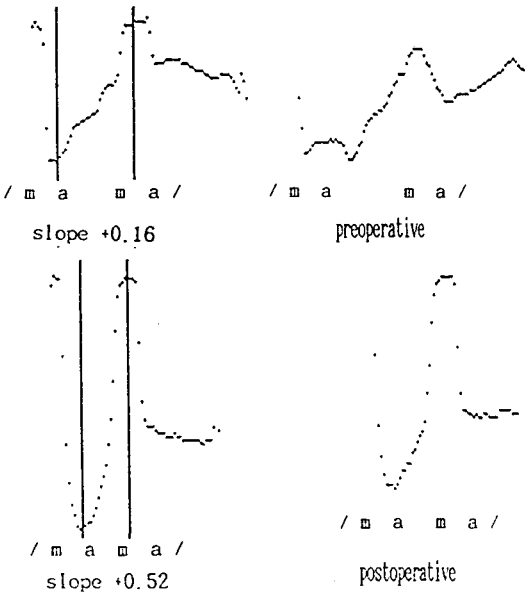
* : statistically significant

S.D. : standard deviation

B. for the nasal polyposis

“Assessment of nasality changes after surgery of nasal polyposis”

(대한이인지, 38 : 1049-1057, 1995, 홍기환, 정상술, 정길양 et al)



slope score before and after operation

C. for the Orthognathic(악교정) surgery

“Nasometric characteristics for pre-and post orthognathic surgery patients ”

대조군, 악교정 술전 후 과비음/저비음의 평균 비교

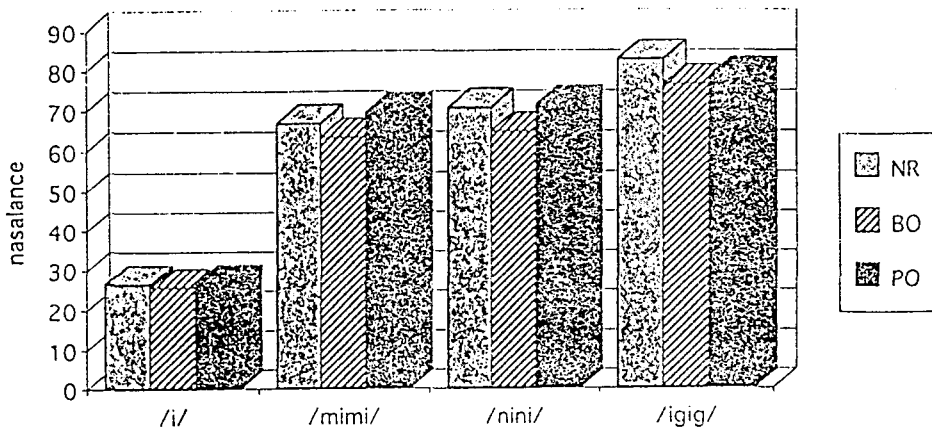


Table 2. Nasalance scores for mamma passage

	Nasalance(%)		
	Control	Preop	Postop
Mean	54.7	45.7	57.8
Maximum	63.3	62.2	69.0
Minimum	47.3	34.9	52.0
SD*	5.8	6.9	3.9

Normal vs Preop. : $p < 0.01$

Normal vs Postop. : $p > 0.05$

Preop. vs Postop. : $p < 0.01$

Preop. : Preoperative group of nasal polyposis

Postop. : Postoperative group of nasal polyposis

SD* : standard deviation

Table 3. Nasogram slope scores for nasal consonants (mean±SD)

Consonants	Control	Preop	Postop
Bilabial	0.79±0.17	0.40±0.15	0.69±0.14
Alveolar	0.80±0.12	0.37±0.15	0.63±0.13
Velar	0.56±0.12	0.29±0.11	0.45±0.08

Normal vs Preop. for all consonants : $p < 0.01$

Normal vs Postop.

for alveolar and velar consonants : $p < 0.01$

for bilabial consonants : $p > 0.05$

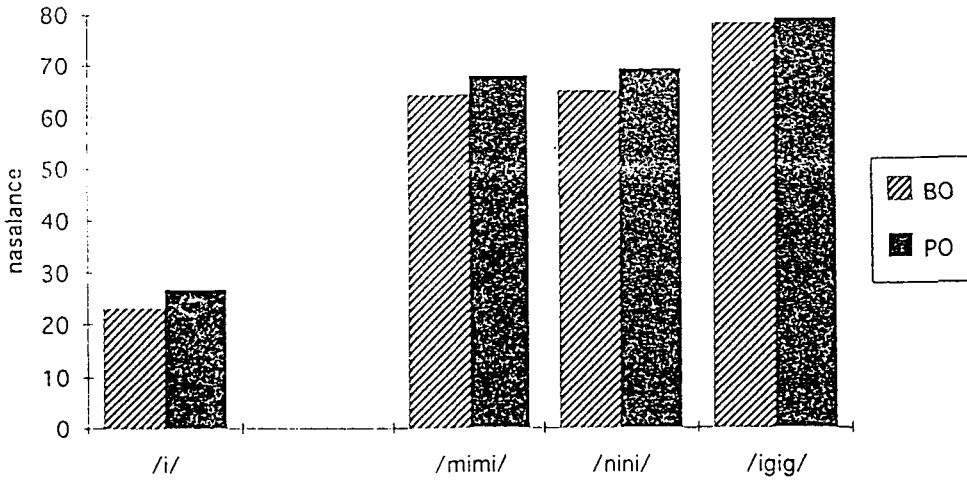
Preop. vs Postop. for all consonants : $p < 0.01$

Preop. : Preoperative group of nasal polyposis

Postop. : Postoperative group of nasal polyposis

(전북대학교 박사학위논문집, 1994년, 전북대학교 치과대학 구강외과, 최병하, 신효근)

악교정 수술전 후 비음도의 변화



References

- 1) 홍기환 · 정상술 · 정길양 등 : 다발성 비용수술후 비강음의 변화에 대한 연구. 한이인지 38 : 1049-1057, 1995
- 2) 홍기환 · 김영중 · 김영기 : 편도적출술이 음형대 및 비음도에 미치는 영향. 한이인지 37 : 543-551, 1994
- 3) Larry Adams : Samuel Fletcher and Martin McCutcheon of the University of Alabama at Birmingham in, "Cleft palate speech assessment through oral-nasal acoustic measures, Communicative Disorders Related to Cleft Lip and Palate, Kenneth Bzoch, ed., Boston : College Hill Press, pp246-257, 1989
- 4) EJ Seaver, et al : A study of nasometric values for normal nasal resonance, JSHR, Vol. 34, August pp715-721, 1991
- 5) Curtis JF : The acoustics of nasalized speech. Cleft Palate J 7 : 380-396, 1970
- 6) Fletcher SG : Nasalance vs listener judgements of nasality. Cleft Palate J 13 : 31-44, 1976
- 7) Fletcher SG : Theory and instrumentation for quantitative measurement of nasality. Cleft Palate J 7 : 601-609, 1970
- 8) Fujimura O : Analysis of nasal consonants. J Acoust Soc Am 34 : 1865-1875, 1962
- 9) Paker AJ, Maw AR, Szallis F : An objective method of assessing nasality : A possible aid in the selection of patients for adnoidectomy. Clin Otolaryngol 14 : 161-166, 1989
- 10) Williams RG, Eccles R, Hutchings H : The relationship between nasalance and nasal resistance to airflow. Acta Otolaryngol(Stockh) 110 : 443-449, 1990
- 11) Ludlow C, Hart M : Proceedings of the Conference on Assessment of Vocal pathology. American Speech-Language-Hearing Association Report No. 11, Rockville, Maryland, 1981
- 12) Chait D, D'Antonio L, Lotz W, et al : Physiologic evaluation of speech disorders. Nebraska Med J 69 : 294-298, 1984
- 13) Sawashima M, Hirano M : Clinical evaluation of voice disorders. Annu Bull Res Inst Logoped Phonia 15 : 165-171, 1981
- 14) Muller E, Brown W : Variations in the supraglottal air pressure waveform and their articulatory interpretation, in Lass H(ed) : Speech and Language : Advances in Basic Research and practice, Vol 4, New York, Academic Press, pp315-389, 1980
- 15) Netsell R : Subglottal and intraoral air pressures during the intervocalic contrast of /i/ and /d/. Phonetica 20 : 68-73, 1969
- 16) Shipp T : Intraoral air pressure and lip occlusion in midvocalic stop production. J Phonetics 1 : 167-170, 1973
- 17) Smitheran J, Hixon T : A clinical method for estimating laryngeal airway resistance during vowel production. J speech Hear Disord 46 : 138-146, 1981
- 18) Izdebski K, Shipp T, Dedo H : Predicting postoperative voice characteristics of spastic dysphonia patients. Otolaryngol Head Neck Surg 87 : 428-434, 1979

- 19) Darley F, Aronson A, Brown J : *Motor speech disorders. Philadelphia, WB Saunders Co, 1975*
- 20) Netsell R : *Physiologic recording in the evaluation and rehabilitation of dysarthria, in Communicative Disorders : An Audio journal of Continuing Education. New York, Grune & Stratton, 1978*
- 21) Netsell R, Hixon T : *A noninvasive method for clinically estimating subglottal air pressure. J Speech Hear Disord 43 : 326-330, 1978*