

Dr. Speech Science를 이용한 정상 및 후두질환 환자의 음향분석

한양대학교 의과대학 이비인후과학교실
이형석 · 태 경 · 장경진 · 김경우 · 김경래 · 박철원

= Abstract =

Acoustic Analysis of Normal and Vocal Pathologic Voice Using Dr. Speech Science

Hyung-Seok Lee, M.D., Kyung Tae, M.D., Kyung-Jin Jang, M.D.,
Kyung-Woo Kim, M.D., Kyung-Rae Kim, M.D., Chul-Won Park, M.D.
*Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, College of Medicine,
Hanyang University, Seoul, Korea*

Background : For example, aerodynamic study, vibratory study, acoustic study, neuromuscular test and psychoacoustic evaluation, a number of objective methods are now available for assessing pathologic voice change. They help to differentiate pathologic condition from normal condition and to monitor pathologic and aging change. These laboratory analyses are used commonly to monitor speech therapy and to follow a patient's recovery after surgery.

Objectives : We investigated the values of jitter, shimmer and NNE of normal person and hoarseness patients in Korea. The values of jitter and shimmer might be meaningful parameters distinguishing pathologic vibration from normal and recovery after surgery.

Materials and Methods : Statistical significance between normal control and 48 subjects taken microlaryngeal surgery were compared with Dr. speech science program that is computerized system for acoustic analysis of voice production employed to determine vocal characteristics of pitch perturbation(jitter) and amplitude perturbation(shimmer).

Results : The mean normal values of jitter and shimmer were $0.226 \pm 0.110(\%)$, $2.200 \pm 0.421(\%)$ in male and $0.164 \pm 0.060(\%)$, $2.063 \pm 0.575(\%)$ in female. In patients with vocal nodule, the preoperative and postoperative values of jitter and shimmer were valueless. In patients with vocal polyps, the preoperative and postoperative values of jitter and shimmer were valuable.

Conclusion : Dr. speech science program was effective to monitor laryngeal disease and aging changes.

KEY WORDS : Dr. speech science · Shimmer · Jitter · Vocal polyp · Vocal nodule.

서 론

음성장애 및 후두질환의 정확한 진단과 치료를 위해서 시행하는 후두기능검사의 일환인 음성검사에는 공기 역학적 검사, 음향 검사, 성대 진동 검사, 근 신경 검사, 청각 심리 검사 등이 있다. 현재까지는 청각인상에 기인한 평가법으로서 GRBAS척도를 표준으로 정했으나 주관적인 평가법에 의한 평가의 애매성이나 불안전성을 피할 수가 없어 저자들은 정상인과 후두병변을 가진 환자의 음향 검사에서 정량적인 검사의 객관성 확립에 도움을 주고자 본 연구를 시행하였다. jitter는 기본 주기의 흔들림이 빠른 성분으로 거친 목소리(harsh voice quality)반영하고 shimmer는 진폭 흔들림이 빠른 성분으로 애성(hoarse voice quality)반영한다. 이비인후과의사, 언어 병리학자, 음성학자를 위해 언어, 음성 평가 및 음성 훈련용으로 개발된 Dr. Speech science program for windows는 16 bit sound card가 장착된 desktop의 PC에서 사용될 수 있는 비교적 편리한 program이다. 그러나 한국인에서 정확한 jitter, shimmer의 정상 범위가 측정된 적이 없으므로 정상 대조군에서 jitter, shimmer의 정상 범위를 측정하고 이것과 성대결절 및 용종으로 수술 받은 48명의 후두질환군의 수술전후의 측정치와 비교분석하였다.

대상 및 방법

정상대조군으로는 기왕력상 폐질환이나 신경계질환, 후두질환을 앓은 적이 없으며 정상 청력을 가지며 현재 상기도 감염증상이 없고 섬유광시(fiberoptic) 후두경 검사상 정상 후두 소견을 보인 10대 이하에서 50대 이상까지 10살 간격으로 6군으로 분류하고 각 군당 5명씩, 남녀 각각 30명씩을 대상으로 하였다. Dr. Speech science program for windows 음성의 채취는 편안한 좌위상태에서 입술에서 20cm 떨어진 곳에 마이크로폰을 위치시키고 5초간 지속적으로 모음 [이]를 발음하게 하였으며 Dr. Speech science program for windows를 이용하여 jitter, shimmer, NNE의 평균치를 측정하였다. 또한 후두질환 환자의 음향분석을 위해 성대 결절 및 용종으로 후두 미세수술을 받은 48명(남녀 20, 30, 40, 50대 각각 3명씩)을 대상으로 술후 2개

월에서 6개월까지 기간사이에 1개월에 한번씩 검사한 평균치의 jitter, shimmer 값의 수술 전후치를 비교하여 환자의 음질 향상 여부를 Paired samples T test 를 사용하여 객관적으로 조사하였다.

결 과

1. Jitter

성대진동의 주기마다 시간의 불규칙성인 jitter의 정상 한국인에서의 평균치는 남자 0.226%, 여자 0.164%이었으며 남녀 모두에서 10대 이하, 10대, 50대 이상에서 의미있게($p < 0.05$) 증가했고, 20대와 40대에서는 평균치보다 감소되었다. 그 중 40대에서 가장 낮게 나왔고 30대는 평균보다 약간 증가되었다. 남녀의 차이는 여자에서 약간 낮게($p > 0.05$) 나왔다(Table 1).

후두결절 환자군에서는 술전에 남자는 $0.36 \pm 0.04\%$ 여자는 $0.24 \pm 0.06\%$ 로 정상 평균치와 통계적으로 차이는 없었으나($p > 0.05$) 술후에는 남자는 $0.22 \pm 0.03\%$ 여자는 $0.15 \pm 0.05\%$ 로 정상대조군보다 약간 감소되는 소견을 보였고, 후두용종 환자군에서는 술전에 정상 평균치보다 통계적으로 의미있게 증가($p < 0.05$)하였고 술후에는 술전보다 많이 감소($p < 0.05$)되는 소견을 보였다(Table 4, 5). 술후 1개월 정도에 설문지를 통해 얻은 자료인 환자가 느끼는 주관적인 증상도 후두용종(78%)에서 후두결절(66%)보다 술후 더 호전되는 경향을 보였다.

2. Shimmer

성대진동의 주기마다 강도의 불규칙성인 shimmer의 정상 한국인에서의 평균치는 남자 2.20%, 여자 2.063%이었으며, 20, 30, 40대에서 평균보다 감소된 소견을 10세 이하, 10대, 50대 이상에서 증가된 수치를

Table 1. Normal values(%) of jitter in Korean

Age	Mean \pm SD	
	Male	Female
≤ 9	0.296 ± 0.151	0.200 ± 0.130
10 - 19	0.223 ± 0.212	0.255 ± 0.049
20 - 29	0.106 ± 0.050	0.136 ± 0.089
30 - 39	0.262 ± 0.164	0.120 ± 0.069
40 - 49	0.086 ± 0.058	0.076 ± 0.030
≥ 50	0.387 ± 0.053	0.197 ± 0.046
Average	0.226 ± 0.110	0.164 ± 0.060

Table 2. Normal values(%) of shimmer in Korean

Age	Mean ± SD	
	Male	Female
≤9	3.053 ± 0.312	4.670 ± 0.710
10 - 19	2.523 ± 0.655	2.115 ± 0.724
20 - 29	1.490 ± 0.625	1.090 ± 0.587
30 - 39	1.910 ± 0.246	1.196 ± 0.748
40 - 49	1.856 ± 0.276	1.190 ± 0.511
≥50	2.413 ± 0.412	1.910 ± 0.174
Average	2.200 ± 0.421	2.063 ± 0.575

Table 3. Normal values(dB) of NNE in Korean

Age	Mean ± SD	
	Male	Female
≤9	-10.06 ± 3.80	-9.81 ± 3.60
10 - 19	-11.32 ± 2.30	-9.72 ± 3.60
20 - 29	-13.37 ± 0.77	-11.53 ± 1.60
30 - 39	-10.94 ± 3.38	-11.82 ± 1.52
40 - 49	-15.39 ± 1.60	-12.93 ± 1.02
≥50	-11.49 ± 4.45	-13.66 ± 1.67
Average	-12.09 ± 2.71	-11.58 ± 2.19

Table 4. Values(%) of jitter in patients with vocal nodule

Age	Mean ± SD	
	Male	Female
Average	preop 0.36 ± 0.04	0.24 ± 0.06
	postop 0.22 ± 0.03	0.15 ± 0.05

*preop : preoperation *postop : postoperation

Table 5. Values(%) of jitter in patients with vocal polyp

Age	Mean ± SD	
	Male	Female
Average	preop 0.38 ± 0.10	0.25 ± 0.08
	postop 0.21 ± 0.09	0.19 ± 0.07

*preop : preoperation *postop : postoperation

보였다(Table 2). 후두결절과 후두용종 환자군에서도 jitter치와 비슷한 결과를 보였는데(Table 6, 7) 후두결절에서는 수술전에는 각 연령군에서 정상치와 통계적으로 차이는 없었으나 수술후에는 수치상 약간 호전되는($p > 0.05$) 소견을 보였고, 후두 용종에서는 수술전에는 각 연령군에서 정상치에 비해 통계적으로 차이있게 증가($p < 0.05$)하였으며 수술후에는 수치상으로 많이 호전되는($p < 0.05$) 소견을 보였다.

Table 6. Values(%) of shimmer in patients with vocal nodule

Age	Mean ± SD	
	Male	Female
Average	preop 2.23 ± 0.29	2.15 ± 0.49
	postop 2.09 ± 0.31	1.94 ± 0.39

*preop : preoperation *postop : postoperation

Table 7. Values(%) of shimmer in patients with vocal polyp

Age	Mean ± SD	
	Male	Female
Average	preop 2.12 ± 0.96	2.71 ± 1.05
	postop 1.85 ± 0.73	1.99 ± 1.01

*preop : preoperation *postop : postoperation

Table 8. Values(dB) of NNE in patients with vocal nodule

Age	Mean ± SD	
	Male	Female
Average	preop -10.25 ± 3.00	-10.28 ± 2.65
	postop -11.57 ± 2.93	-11.23 ± 2.63

*preop : preoperation *postop : postoperation

Table 9. Values(dB) of NNE in patients with vocal polyp

Age	Mean ± SD	
	Male	Female
Average	preop -8.50 ± 3.12	-10.18 ± 3.87
	postop -9.68 ± 3.10	-10.77 ± 3.12

*preop : preoperation *postop : postoperation

3. NNE(Normalized Noise Energy)

기식음성(breathy voice)을 나타내는 NNE치의 정상 한국인에서의 평균치는 남자 -12.09 ± 2.71dB, 여자 -11.579 ± 2.19dB이었고(Table 3), 후두결절에서는 술전 남자 -10.25 ± 3.00dB, 여자 -10.28 ± 2.65dB 술후치는 남자 -11.57 ± 2.93dB, 여자 -11.23 ± 2.63dB(Table 8), 후두용종에서는 술전 남자 -8.50 ± 3.12dB, 여자 -10.18 ± 3.87dB, 술후치는 남자 -9.68 ± 3.10dB, 여자 -10.77 ± 3.12dB(Table 9)로 후두결절과 용종환자에서 술후 호전된 정도는 비슷했다.

고 질

음향 분석에 의한 음성 검사의 중요한 목적의 하나는 음성의 음질이 치료 전후 혹은 치료 과정에서 어떻게 변화했는가를 객관적으로 기술하는 것이다. 병적음성

의 음향분석에 관한 기본적인 연구는 1960년대에 Liberman에 의한 음성의 기본 주기의 불규칙성의 연구¹⁾에서 시작되었다. 정상 성대는 규칙적인 진동을 보이지만 병변이 있는 사람들은 진폭과 시간에 있어서 주기마다 다른 진동을 보이게 되어 이들의 목소리는 거칠고 꺾끄럽다고 표현되며, 음성의 떨림을 객관적으로 측정하기 위해 Horri²⁾는 jitter와 shimmer를 언급한 바 있다. 병적 음성의 음향 분석의 목적은 후두질환과 음향 특성의 관계, 그 연장으로서의 음향 분석에 의한 후두질환의 검출, 좀 더 발전하여 음향 특징에 기인한 후두질환의 감별 진단 등이다. Computer기술과 음향신호처리 기술의 급속한 발전에 자극을 받아 후두질환의 검출이나 감별에 관한 연구가 활발하게 진행되어왔고, 최근 컴퓨터 공학의 발달로 값싸고 성능 좋은 개인 컴퓨터가 대중화되고 음성파의 분석을 위한 많은 소프트웨어의 개발로 인하여 음성파형 분석이 보다 용이해지고 있다.

애성의 청각인상에 기인한 평가법으로서 일본 음성언어의학회등에서는 GRBAS척도를 표준으로 정했으나 주관적인 평가법에 의한 평가의 애매성이나 불안정성을 피할 수가 없고 이 방법은 오랜 기간 교육을 받은 경험있는 전문가가 필요한 단점이 있다. 거기에 대처할 수 있는 객관적인 평가법으로서 음향분석에 의한 평가법이 필요했으며, 음성외과를 포함하여 음성의 치료 기술의 급속한 진보에 따라서 치료 전후 또는 치료중 음성의 객관적인 평가의 필요성이 늘고 있다. 음성을 듣고 후두질환의 병태를 어느 정도 추정할 수 있는데, 이것은 음향현상으로서의 음성파에는 후두의 병태에 관한 정보가 포함되어 있는 것을 의미하며 음향분석에 따라서 질환의 병태를 추정할 가능성을 시사한다.

음향분석중 음성녹음의 방법으로는 첫째, 입술의 바로 앞 약 20cm정도 떨어진 곳에서 마이크로폰으로 측정하는 방법과 둘째 흉골 위의 기관전벽의 진동을 접촉형 마이크로폰으로 측정하는 방법이 있는데 후자의 경우는 환경소음이 커서 공중에 방사된 음성을 녹음하기가 부적합한 경우에 사용된다. 세계로 Rosenberg³⁾가 연구한 마스크와 2개의 감지기에 의해 얻어낸 입술에서의 체적류도 음향분석의 신호원으로서 사용된다.

음성 분석을 위한 자료로는 1~2초 정도 지속 발성한 모음 [e]가 널리 이용되며, 보다 자연스러운 발성상태에서의 음향특징을 조사하는 것이 좋다는 이유에서 장시간의 낭독음성을 적극적으로 이용하려는 시도도 있

었다⁴⁾.

지속모음을 발음시 유사한 파형의 반복을 보이는데 이 같은 파형이 반복하는 최소한의 반복주기를 기본주기(fundamental period, [초]), 그 역수를 기본주파수(fundamental frequency [Hz])라고 한다. 기본주기의 흔들림이 낮은 성분을 기본주기의 trend, 빠른 성분을 jitter라고 하며 거친 목소리(harsh voice quality)를 반영한다. 또 진폭 흔들림이 낮은 성분을 진폭의 trend, 빠른 성분을 shimmer라고 하며 애성(hoarse voice quality)을 반영한다. 병적 음성의 흔들림의 특징은 jitter, shimmer⁵⁾⁶⁾⁷⁾에 있다고 알려져 있으나 이들은 병적 음성의 한 면만을 나타내며, 병적 음성은 여러 측면에서 표현되어야 한다. Peak 진폭 흔들림이 빠른 성분인 shimmer가 후두질환에 관계되어 있으며, 흔들림이 느린 성분인 trend는 정상 음성에도 존재하며, 일반적으로 성대의 기질적 병변에는 관계가 없다. 예를 들면 폴립양 병변의 경우는 기본 주기의 평균치가 발성자의 연령, 성별에 맞지 않게 이상하게 커지거나 성대압과 같이 성대점막층이 경화되면 기본주기의 평균치는 발성자의 연령, 성별의 비례 이상하게 작아지는 경우가 있다. 최 등⁸⁾은 Cspeech program을 이용한 검사에서 정상 남자의 jitter는 0.03~0.015 msec, 여자는 0.007~0.008 msec의 범위를 보이며 후두용종환자 남녀모두에서 10배정도 까지 증가하였다고 보고했다. Paul등⁹⁾의 연구에서는 정상인에서 jitter는 평균 0.019 msec, shimmer는 평균 19 dB였고, 성대결절 환자에서는 jitter는 평균 0.026 msec, shimmer는 평균 19 dB로 정상인과 결절 환자의 jitter, shimmer 치를 비교하면 각각의 평균치가 서로의 표준편차내에 위치하고 있어 별차이가 없다고 보고하였다. Moya등¹⁰⁾의 결과에 따르면 정상인에서 남자의 평균 jitter치는 0.07 msec, shimmer치는 4.9% 여자에서는 jitter치는 0.6 msec, shimmer치는 4.7%를 보였다. 본 연구의 결과에서 jitter의 정상 평균치는 남자 0.201%, 여자 0.131%, shimmer는 남자 2.046%, 여자 1.18%로 여자에서 수치가 더 낮아 더 안정된 소리를 보였다.

본 연구에서는 각 연령별 성대결절 및 용종환자의 수가 적었고 술후 추적 관찰기간이 단기간이라는 단점이 있었지만, 후두결절에서는 수술전에는 각 연령군에서 정상치와 통계적으로 차이는 없었으나 수술후에는 약간 호전되는 소견을 보였고, 후두 용종시는 수술전에는

정상치에 비해 통계적으로 차이있게 증가($p < 0.05$)하였으며 수술후에는 많이 호전($p < 0.05$)되는 소견을 보였다. 환자가 느끼는 주관적인 증상도 후두결절에서보다 용종에서 더 많은 호전 증세를 느꼈다. 일반적으로 성대결절은 수술후 초기에는 음성이 불안정하고 더 약한 경향이있으며 용종은 수술직후 현저한 음성호전을 보이며 재발율도 더 낮다.

병변에 의한 기질적 변화에 따라서 성대의 물리 특성의 균일성이나 대칭성이 변화하면 성대진동에 특정한 흔들림이 나타나며, 흔들림의 질적인 면은 그 주파수의 특성으로서 빠른 흔들림은 주파수가 높은 성분에, 느린 흔들림은 낮은 성분에 대응하며, 늦은 흔들림은 정상음성에서도 자연히 포함되는 것에 대해 빠른 흔들림은 병적 음성에 현저하고, 그것이 규칙적인가 불규칙적인가에 따라서 성대의 병태나 음성의 청각인상이 상당히 달라진다.

후두잡음의 발생에 관해 발표된 설⁹⁾이 있는데 음성 생성 과정에서 생기는 난류잡음에는 후두잡음 뿐 아니라 성도 도중의 좁아진 곳에서 생기는 마찰성 잡음, 성도 도중의 급격한 개방에 수반되는 파열성 잡음 등이 있다. 후두잡음과 마찰성 잡음 사이의 큰 차이는 난류잡음원 위치의 차이, 그러므로 공명공의 전달함수의 차이에 의한 입술에서 방사되는 잡음음압의 주파수 spectrum의 차이에 의한다. 일반적으로 후두잡음은 모든 모음이나 유성잡음의 발생과 공존하는 데에 반하여 마찰성 잡음은 성대도중의 충분한 좁힘이 형성되지 않으면 생성되지 않는다. 그러나 성대병변이 진전됨으로써 발생시에 후두잡음과 마찰성잡음이 공존하는 등 상당히 복잡한 현상을 보이기도 한다.

NNE는 발성시 성대사이로 공기가 누출되어 생기는 거칠은 잡음의 정도를 반영하며 병변이 있을 때는 정상보다 더 수치가 높게 나타난다. 본 연구 결과에 의하면 후두결절에서는 술전 남자 -10.25 ± 3.00 dB, 여자 -10.28 ± 2.65 dB 술후치는 남자 -11.57 ± 2.93 dB, 여자 -11.23 ± 2.63 dB였고(Table 8), 후두용종에서는 술전 남자 -8.50 ± 3.12 dB, 여자 -10.18 ± 3.87 dB, 술후치는 남자 -9.68 ± 3.10 dB, 여자 -10.77 ± 3.12 dB(Table 9)로 후두결절과 용종환자에서 술후 호전된 정도는 비슷했다.

음성은 성장함에 따라 변화해 가는 것으로 알려져 있다. 성도 전체 형상의 연령적 변화를 보면, 어려서는 인

두강이 좁고, 후두의 위치가 높다. 연령이 증가함에 따라서 후두가 하강하고 인두강의 길이가 늘어난다. 연령과 함께 후두가 성장하여 전후 지름에 해당하는 성대의 길이도 증대되어 간다. 20세경에는 성대의 전 길이 및 막양부의 길이의 증대가 정지한다. 후두는 태아기에서부터 사춘기까지 상하방향과 전후방향 사이에서 일정한 상관을 유지하면서 성장하지만, 그 성장속도는 전후방향에서 좀 더 크며 성대길이는 연골각부의 성장 또는 신장, 체중의 증가 등과 일정한 상관을 나타내고 있다 한다. 성대의 층구조의 변화는 신생아에서부터 20세기 경까지 점막상피에는 특기할 만한 변화를 볼 수 없었지만 점막고유층의 변화는 현저하여, 15세가 되면 고유층의 중간층과 심층은 확실히 분화된다. 후두는 사춘기가 되면 전후경, 좌우경 모두 확대되며 후두용기가 남자에 게서 눈에 띄게 급속히 확대되는데 이는 제2차 성징의 한 면이며 남성 호르몬의 영향하에 있으며, 여자에게 있어서도 후두가 발달하지만 그 속도나 정도가 남자에 비하여 매우 작으며, 또 발육의 방향이 주로 후두의 상하 축을 따라 일어나기 때문에 성대의 신장은 별로 없다. 이 시기에 남자에게선 신장의 발달이 현저하고 체중의 증가는 현저하지 않다.

변성기에서의 음성의 변화를 보면 변성이란 음성의 높이가 비교적 급격하게 변화하는 것을 총칭하며, 성대의 길이의 신장에 수반하여 음성이 낮아지는 것을 가리키며, 변성이 정상적으로 진행된 경우 남자에게서는 성역 전체에 걸쳐서 약 1옥타브의 저하를 볼 수 있고 여자의 경우는 그다지 변화가 눈에 띄지 않고, 있어도 저음역이 약 3도 정도 넓어지는 정도이다. 변성의 기간은 평균 3개월에서 1년 정도이며 경과는 보통 초기, 중기, 후기로 나누어진다. 변성초기에는 고음을 내기 어려워지고, 목이 쉬고, 후두부의 위화감 등이 생기며 중기에는 성역이 좁아지고 강약의 변화도 부족하고, 여성이나 발성 중에 갑자기 가성이 섞이는 현상을 볼 수 있는데 이는 후두 구조의 발육증대가 급격하게 진행되는 것에 대하여 후두근군의 발육이 여기에 수반되지 않고, 또 형태적 조건이 갖춰져도 근의 기능적 제어가 새로운 환경에 충분히 적응되지 않은 것 때문이라고 생각되며, 변성 후기에는 성역의 하한이 하강하여 성량이 풍부해짐과 함께 저음이 안정되어 나올 수 있게 된다.

변성기의 후두경 소견을 보면 초기부터 중기에 걸쳐 성대의 부종, 충혈을 보이는 경우가 많고, 점액의 분비

가 향진되는 생리적 염증 증상을 나타낸다.

음성의 노화는 신체의 각종 생리기능에서 볼 수 있는 노화의 하나라고 볼 수 있으며 음성을 듣는 것만으로도 어느 정도 정확하게 그 사람의 연령을 추정 가능하여 Shipp등¹¹⁾은 남자만을 대상으로 연구하여 음성을 듣는 것만으로 남자의 연령 추정이 상당히 높은 비율로 가능하다는 결론을 냈다. 일반적으로 노인 남자에게서는 연령과 함께 화성위가 높은 쪽으로 이동해 가는 경향이 있고, 여성에서는 일정한 경향이 확인되지 않았으며, 이는 건강상태 특히 심폐기능, 흡연결과라고 추정된다. 노인이 되면 음성이 불안정하고 변동하기 쉬워지는 경우가 있다는 보고¹²⁾가 있는데, 지속모음 발성중의 기본 주파수 변동을, 즉 jitter ratio를 추정한 보고¹²⁾에 의하면, 남녀노인들에서 변동을, 즉 주파수의 흔들림이 높았고 음성의 세기의 변동을인 shimmer에 관해서도 역시 노인이 되면 건강여하에 불구하고 음성의 세기의 흔들림이 커진다고 한다.

발성기관인 후두의 노화 변화를 성대의 층구조를 중심으로 생각하면 점막상피에서는 일정한 변화는 없지만 고유층중 천층의 두께가 증가하여 부종성 변화가 강해지며, 특히 남자에게서 현저하며, 중간층에서는 두께가 감소하고 탄성섬유의 밀도가 감소하여 위축이 오는데 이러한 변화는 특히 40세 이상의 남자에게서 현저하다고 한다. 성대근은 근단면적의 감소, 근섬유수의 감소, 리포푸신(lipofuscin)의 침착 등이 관찰되며, 후두 경검사에서는 점막전체의 색조의 변화, 부종, 위축경향이 지적되고 있다. 그 외에도 인두강의 확대 경향¹³⁾, 후두위치의 하강경향¹³⁾ 등이 관찰된다.

노인에서의 애성에 대한 연구¹⁴⁾에 의하면 생리적으로 발생하는 애성보다는 오히려 양성성대 병변이나 약물작용 혹은 감염에 의한 염증성 질환, 전신질환 등과 밀접한 관계가 있다한다. Murray¹⁵⁾는 남자에서의 노인성 변화는 결체조직의 퇴화로 인하여 위축성 변화를 일으키고 여자에서 있어서는 레인케씨 부종이나 성대의 용종변화가 더 많다고 보고하였다.

Segre¹⁶⁾는 발성의 주위기관의 기능에 의존하며 연령 증가에 따라 이들 주위기관의 변화가 음성의 변화에 영향을 미친다고 하였고, Endres등¹⁷⁾은 노인 음성에 있어서 기본진동수, jitter등이 변화를 보인다고 하였는데 이는 신경과 근육계의 조절 능력 감소나 후두 및 호흡기계의 조절능력 감소로 인하여 나타날 수 있다 하였

Table 10. Some normative data of jitter factor(msec) of Raymond C.¹⁹⁾

Age	Mean ± SD	
	Male	Female
20 - 29	0.78 ± 0.4	0.55 ± 0.41
40 - 49	0.99 ± 0.61	0.63 ± 0.44
60 - 69	0.91 ± 0.63	0.66 ± 0.52

다. 진 등의 연구¹⁸⁾에 의하면 젊은 성인 남자에 비하여 노인 남자에 있어 jitter와 shimmer가 의미있게 증가되었고(p<0.05) 여자의 경우 jitter만 의미있게 증가되었다고 보고하였다(p<0.05).

Raymond등의 연구¹⁹⁾에 따른 연령별 jitter의 평균치(Table 10)에 의하면 남녀 모두에서 20대에서 안정된 수치를 보이며 연령증가와 함께 수치가 증가된다 하였다.

본 연구 결과에 의하면 정상인의 평균치는 남녀 모두 10대 이하, 50대 이상에서 jitter, shimmer가 평균치보다 증가된 소견을 보였고, 20대 및 40대에서는 평균치보다 감소된 소견을 보였는데 그 이유로 추정되는 것은 10세 이하에서는 해부학적인 차이 및 발생시 협조 부족, 50대 이상 남자에서는 지속된 흡연의 누적 효과 및 노화에 의한 것으로 생각된다.

결 론

Dr. Speech science program for windows을 이용해서 정상인과 후두질환 환자의 수술전후의 jitter, shimmer, NNE를 측정된 결과 정상인에서는 연령별로 보면 노인에서 성대가 더 불안정하여 jitter, shimmer 수치의 증가를 볼 수있었고, 남녀간에는 여자에서 수치가 약간 더 낮았다. 후두질환환자중 성대결절환자의 수술전후치는 의미있는 변화가 없었고 용종환자에서 수술 전후에 수치에서의 차이가 의미있게 나타났으며 환자가 느끼는 주관적인 증상도 용종환자에 더 큰 호전을 느꼈다. 이로써 Dr. Speech science program for windows은 후두 질환 환자의 screening 검사로 민감도는 떨어지나 수술전후 음성변화의 객관적 평가방법으로 사용이 가능하며 후두내시경이나 Stroboscope 등으로 판별하기 힘든 성대의 미세 변화나 노화에 의한 변화 등을 감지하는데 좋은 검사 방법으로 사료된다.

References

- 1) Liberman P : *Some acoustic measures of the fundamental periodicity of normal and pathologic larynges. J Acoust Soc Am.* 1963 ; 35 : 344-353
- 2) Horri Y : *Vocal shimmer in sustained phonation. J Speech and Hearing Research.* 1980 ; 23 : 202-209
- 3) Rosenberg M : *A new inverse-filtering technique for deriving the glottal air flow waveform during voicing. J Acoust Soc Am.* 1973 ; 53 : 1632-1645
- 4) Askenfelt A, Hammarberg B : *Speech waveform perturbation analysis : A perceptual-acoustical comparison of seven measures. J Speech Hearing Res.* 1986 ; 29 : 50-64
- 5) 안희영 역 : *음성 검사법(기초편), 발성의 음향분석, 제 2 판, 일본음성언어학회, 군자출판사.* 1996 : 119-151
- 6) Nobuhiko I : *Phonosurgery(Theory and practice), Acoustic analysis of the hoarseness voice, assessment of vocal function, Tokyo. : Springer-Verlag.* 1989 : 36-42
- 7) Robert FO, Joel CK : *Principles of experimental phonetics. Structure and function of the larynx, vocal stability, USA. : Mosby-year book Inc.* 1996 : 144-145
- 8) Hong-Shik Choi, Mi-Sook Chang, Jeong-Joon Lee : *Acoustic measures from normal and vocal polyp patients. J Korean Society Logopedics Phoniatrics.* 1994 ; 5 : 38-44
- 9) Paul HM, Daine MB, Linda AR : *Vocal fold physiology. Acoustic, perceptual, and physiological aspects of voice mechanisms, Acoustic and perceptual characterization of vocal nodules, USA. : University of Wisconsin-Madison.* 1991 : 265-272
- 10) Moya LA : *Manual of voice treatment. Clinical competence series, Assessment. Comparison data on pathologic voices. Indiana University, Singular Publishing Group Inc.* 1995 : 1-82
- 11) Shipp T, Hollien H : *Perception of the aging male voice. J Speech Hear Rec.* 1969 ; 9 : 273-277
- 12) Ramig L, Ringel R : *Effects of physiologic aging on selected acoustic characteristics of voice. J Speech Hear Res.* 1983 ; 26 : 27-30
- 13) Kiuchi S, Sasaki J, Arai T, Suzuki T : *Functional disorders of the pharynx and esophagus. Acta Otolaryngol* 25(suppl), 1969
- 14) Cheol-Min Ahn, Kee-Hwan Kon : *Clinical study of aged patients with hoarseness. J Korean Society Logopedics Phoniatrics.* 1996 ; 7 : 27-31
- 15) Murray D, Morrison MD, Gore-hickman P : *Voice disorders in the elderly. J Oto-laryngol.* 1986 ; 15 : 231-234
- 16) Segre R : *Senescence of the voice. EENT Monthly.* 1971 ; 50 : 223-227
- 17) Endres W, Bambach W, Flosser G : *Voice spectrograms as a function of age, voice disguise and voice imitation. J Acoustic Soc Am.* 1971 ; 49 : 1842-1848
- 18) Sung-Min Jin, Kee-Hwan Kwon, Hyun-Gun Kang : *Acoustic and stroboscopic characteristics of normal person's voices with advancing age. J Korean Society Logopedics Phoniatrics.* 1997 ; 8 : 44-48
- 19) Raymond C, Janina KC : *Understanding voice problems. A physiological perspective for diagnosis and treatment. Some normative data on the voice 2nd ed. Baltimore Library of congress cataloging in publication data.* 1996 : 352-361