

T1a 병기 성문암의 방사선 치료 후 음성에 관한 연구

전남대학교병원 이비인후과*, 전남대학교 의과대학 방사선종양학교실†

이 준 규* · 정 응 기†

목적: 후두암에서 방사선 치료는 음성을 보존할 수 있기 때문에 조기 성문암의 일차적인 치료법으로 사용된다. 이에 T1a 병기 성문암에서 방사선 치료가 환자의 음성에 미치는 영향을 알아보려고 하였다.

대상 및 방법: 조기 성문암(T1a)으로 진단 받고 방사선 치료를 받은 후 최소 1년이 지난 17명의 남자 환자들을 대상으로 객관적인 음성검사들(음향분석, 공기역학검사, 후두 스트로보스코피)을 이용하여 음성을 평가하였고, 이것을 성별과 연령을 맞춘 정상 대조군과 비교하였다. 음향분석으로는 평균 기본주파수(Fo), jitter, shimmer, 잡음 대조화음 비율(Noise to Harmonics Ratio)을 측정하였다. 공기역학적 검사로는 최대발성지속시간, 평균호기류율, 음강도, 성문하압, 성문저항, 성문효율, 성문력을 측정하였다.

결과: 방사선 치료를 받은 환자에서 음향분석의 shimmer만이 통계학적으로 유의하게 높았다. 그 외 다른 검사나 공기역학검사에서는 두 군 간에 통계학적인 유의성이 없었다.

결론: 본 연구에서는 단지 shimmer만이 방사선 치료 환자군에서 높았기 때문에 T1a 병기 성문암에서의 방사선 치료는 음성의 질에 큰 영향을 미치지 않은 것으로 사료된다.

핵심용어: 음성의 질, 방사선 치료, 후두암, 성대, 음향

서 론

조기 성문암의 치료법으로는 수술과 방사선 치료가 있는데, 이 중에서 방사선 치료는 발성을 보존할 수 있으며 생존율 또한 높기 때문에 일차적인 치료법으로 인정되어 왔다.^{1~3)} 그러나 방사선 치료 후에 음성에 관한 연구는 그리 많이 이루어지지 않았다. 그 연구들은 주로 환자의 주관적인 느낌에 기초한 연구들이었으며, 75~90%의 방사선 치료를 받은 환자가 정상적인 음성을 갖게 된다는 것이었다.^{4~10)} 최근 몇몇 연구자들은 객관적인 방법을 사용하여 음성의 질을 연구할 수 있다고 보고하였는데, 후두 스트로보스코피와 공기역학적인 검사, 그리고 음향분석들이 그것이다.^{11~16)}

몇몇 연구자들이 이런 객관적인 검사들-주로 음향분석-을 사용하여 방사선 치료 후의 음성을 연구하였는데 정상 대조군과 별 차이가 없다는 보고^{11,17)}가 있는 반면에 상당

한 차이를 보인다는 보고들^{12~16,18,19)}도 있다.

음향분석과는 다르게 공기역학적인 검사를 통한 음성 연구는 영문 문헌상 Lehman 등¹³⁾의 연구가 있을 뿐이다. 그는 환자군에서 최대발성시간이 유의하게 감소하였고, 음강도의 범위는 조금 제한되었고 성문하압은 증가한다고 보고하였다.

이에 본 저자는 이런 객관적인 음성의 질을 관찰하는 검사인 음향분석, 공기역학검사, 그리고 후두 스트로보스코피를 이용하여 방사선 치료를 받은 조기 성문암 환자와 정상인의 음성을 비교하고자 하였다.

대상 및 방법

본원에서 조기 성문암(T1aN0M0 glottic carcinoma)으로 진단 받고 일차적인 치료로 방사선 치료를 받은 후 최소 1년 이상이 지난 17명의 남자 환자와 연령이 비슷한 정상 남자 17명을 대상으로 하였다.

대조군의 평균나이는 62.6세(범위: 52~79)였으며, 10명(58.8%)이 흡연자였고, 평균 흡연력(pack years)은 32.3년이 었다. 환자군의 평균나이는 63.4세(범위: 52~77)였으며, 모두가 흡연자였고, 평균 흡연력은 44.0년이 었다. 3명은 방사

이 논문은 2005년 1월 25일 접수하여 2005년 2월 26일 채택되었음.
책임저자: 정응기, 전남대학교 의과대학 방사선종양학교실
Tel: 062)220-6858, Fax: 062)226-4443
E-mail: wkchung@chonnam.ac.kr

Table 1. Acoustic Voice Analysis in Two Groups

Variable	RT group (mean ± SD)	Control group (mean ± SD)	p-value
Fo (Hz)	134.30 ± 80.83	112.00 ± 21.79	0.547
Jitter (%)	3.69 ± 3.94	1.94 ± 1.96	0.071
Shimmer (dB)	0.75 ± 0.40	0.53 ± 0.39	0.02
NHR (dB)	0.22 ± 0.14	0.15 ± 0.06	0.82

RT: radiotherapy, Fo: fundamental frequency, NHR: noise-to-harmonics ratio

선 치료 후에도 흡연하였으며 흡연기간은 0.1~1년이었다.

진단 당시 17명의 환자 중 12명(70.6%)이 좌측 성문암이었고, 5명은 우측 성문암이었다.

환자들은 하루에 2 Gy씩, 일주일에 5일, 총 6.5주 동안 33회 시행 받아서 66 Gy의 방사선 치료를 받았으며, 치료 후 1달 간격으로 외래 추적 관찰하였다. 음성검사는 방사선 치료가 끝난 후 최소 12개월(평균: 25.8개월, 범위: 12~60개월)이 지난 시점에서 시행되었고, 당시 암의 재발은 없었다. 방사선 치료의 합병증은 4명(23.5%)에서 있었는데, 2명은 성대부종, 1명은 점막염, 1명은 궁형 성대를 보였다.

음성 검사는 환자군과 대조군 모두에서 음향 분석과 공기역학검사를 시행하였고, 환자군에서는 후두 스트로보스코피를 시행하였다.

음향 분석은 가장 편한 세기로 모음(/아/)을 길게 내게 한 후 Kay Elemetrics' Computerized Speech Lab (model CSL #4300, NJ, USA)을 이용하여 기본주파수(Fo), jitter, shimmer, noise-to-harmonics ratio (NHR)를 측정하였다.

공기역학검사는 편안한 자세에서 충분한 흡기 후 편안한 발성(/아/)을 가능한 길게 시키고, 또한 '이-피피'(i-/p/p) 발성을 시킨 후에, Kay Aerophone II voice analyzer를 이용하여 최대발성시간(maximal phonation time, MPT), 평균호기류율(mean flow rate, MFR), 음강도(intensity), 성문하압(subglottal pressure), 성문저항(glottal resistance), 성문효율(glottal efficiency), 성문력(glottal power)을 측정하였다.

후두 스트로보스코피는 후두 스트로보경(stroboscope)에 부착된 마이크로폰을 환자의 목 앞부분에 부착한 후 발성 시킨 다음 음성의 기본주파수가 전자파(electronic pulse)로 전환될 때 이를 제논광원(xenon lamp)에 전도시켜 같은 횡수로 섬광이 반복해서 발광하게 한 다음 이 빛을 이용해서 성대를 관찰하였다.

통계학적인 분석은 Mann-Whitney test를 이용하여 p값이 0.05 이하인 것을 유의 있는 것으로 하였다.

Table 2. Aerodynamic Test in Two Groups

Variable	RT group (mean ± SD)	Control group (mean ± SD)	p-value
MPT (sec)	14.70 ± 4.65	17.70 ± 6.68	0.228
MFR (L/sec)	0.27 ± 0.18	0.19 ± 0.14	0.228
Intensity (dB)	70.48 ± 5.39	72.07 ± 4.62	0.641
Subglottal pr. (cmH ₂ O)	14.69 ± 5.39	14.20 ± 5.19	0.756
Glottal res. (Ns/m ²)	375.70 ± 822.08	222.10 ± 221.40	0.959
Glottal eff. (ppm)	5.27 ± 5.50	8.13 ± 9.23	0.326
Glottal power (Watt)	0.21 ± 0.24	0.19 ± 0.16	0.931

RT: radiotherapy, MPT: maximal phonation time, MFR: mean flow rate, pr.: pressure, res.: resistance, eff.: efficiency

결 과

1. 음향분석(acoustic analysis)

환자군의 기본주파수가 대조군의 기본주파수보다 더 높게 나타났지만, 통계학적인 의미는 없었다(p=0.547). 환자군의 jitter가 대조군보다 더 높게 나타났지만, 통계학적 의미는 없었다(p=0.071). 환자군에서 shimmer는 통계학적으로 유의 있게 높았다(p=0.02). NHR은 방사선 치료를 받은 군에서 더 높게 나타났지만, 통계학적으로 의미가 있지는 않았다(p=0.82)(Table 1).

2. 공기역학검사(aerodynamic test)

최대발성지속시간은 환자군에서 더 짧았지만 통계학적 의미는 없었다(p=0.228). 평균호기류율, 음강도, 성문하압, 성문저항, 성문효율, 그리고 성문력은 환자군과 대조군 간에 큰 차이가 없었다(Table 2).

3. 후두 스트로보스코피(laryngostroboscopy)

방사선 치료를 받은 환자군에서 시행한 성대진동검사는 다음과 같이 대체적으로 양호하게 나타났다. 대칭성에서는 13명(76.5%)이 대칭을 보였고, 규칙성에서는 14명(82.4%)이 규칙적 성대 운동을 보였다. 성문폐쇄는 11명(64.7%)에서 완전하였으며, 2명은 완전하지 않았고, 4명은 일정하지 않았다. 진폭은 12명(70.6%)에서 정상이었고, 4명은 양측 성대에서, 1명은 좌측 성대에서 작은 진폭을 보였다. 점막파동은 13명(76.5%)에서 정상이었고, 1명은 좌측 성대에서, 3명은 양측 성대에서 작은 점막파동을 나타내었다. 12명(70.6%)에서는 비진동부위가 없었고, 2명은 양측 성대의

앞쪽에서 비진동부위가 있었고, 좌측 성대의 앞쪽, 그리고 양측 성대의 뒤쪽에서 각각 1명씩 비진동부위가 있었고, 1명에서는 양측 성대에서 일정치 않은 비진동부위가 있었다.

고안 및 결론

후두암의 치료는 크게 수술, 방사선 요법, 수술과 방사선 치료의 병합 요법이 있으며 원발 병소의 위치, 침윤 범위, 종양의 분화도, 경부 림프절 전이, 언어와 연하기능, 환자의 전신 상태 등에 따라 치료 방법을 선택한다. 일반적으로 초기 후두암에서 수술과 방사선 치료의 성적은 비슷한 것으로 알려져 있으며 진행된 암에서는 수술과 방사선 치료를 병합해서 치료하는 것을 선호한다. 초기 후두암을 치료할 때에는 치료의 효율성 및 생존율을 높이는 것 이외에도 재발, 목소리의 보존, 발성 상태 등이 고려되어야 한다.

방사선 치료는 종양 내의 악성 세포의 감소, 종양 주위의 잔재 병소 제거, 수술에 따른 주위 조직으로의 종양 세포 파급과 혈류를 통한 원격 전이를 방지하고, 기능적이나 해부학적으로 결손을 주지 않아 음성을 보존할 수 있고, 마취 후유증의 위험성이 없고, 외래 통원 치료가 가능하기 때문에 초기암 치료에 자주 이용된다.

비록 치료 진과 완전히 같지는 않지만 대부분의 환자는 방사선 치료 후에 비교적 양호한 음성을 갖는다고 보고되어 있다.^{4-8,20)}

방사선 치료 도중에는 종괴의 양이 제거되어 감에 따라, 종괴의 감소와 다양한 정도의 방사선으로 유도된 성대 부종 때문에 성대의 기본 진동 형태에 변화를 초래하게 된다.^{12,21)} 따라서 다음과 같은 세 가지 형태의 음성반응이 나타나게 된다.¹²⁾ 첫째, 치료 초기에는 발성장애가 증가하였다가 치료 말기에는 음성이 호전되는 형태, 둘째, 종괴가 감소하면서 음성이 호전되다가 치료 말기에 방사선으로 인한 성대 부종 때문에 발성부전이 되는 형태, 셋째, 치료 도중에 음성이 변동하는 형태가 있다.

방사선 치료는 그 자체와 종괴의 흡수로 인해 성대에 반흔 조직을 형성하게 만들고 그 후 어느 정도 섬유화가 진행되어 성대긴장도가 증가하게 된다.^{16,21)} 그러나 이러한 성대긴장도 정도는 89%에서 정상범주에 해당하며, 따라서 대부분의 환자는 성대 긴장성이 증가해도 음성기능은 양호하게 된다.²²⁾ 실제로는 방사선 치료 후 첫 4개월만에 80% 환자가 음성을 회복하고, 12% 환자는 6개월 이상 지난 후에 호전되며, 나머지 8%에서만 음성에 곤란을 겪게 된다.⁸⁾

몇몇 서로 다른 연구자들은 방사선 치료 후에 70~90% 환자들이 정상 음성을 얻게 된다고 보고하였다.⁴⁻¹⁰⁾ 그러나 이것은 환자의 주관적인 표현에 의해 이루어졌으며, 객관적인 방법을 통한 연구는 현재까지 영문 문헌상으로 그리 많지 않은 환자에서 행해져왔다.¹¹⁻¹⁹⁾ 이들 객관적인 방법은 대부분 음향분석이었다. 음향분석(acoustic analysis)은 호기류와 성대의 역동적 상호 작용의 결과로서 나타나는 에너지를 평가하는 것으로 기본 주파수(fundamental frequency), jitter, shimmer, NHR (noise-to-harmonics ratio)를 비교한다. 컴퓨터를 사용하여 후두에 병적 상태를 갖는 환자의 후두 기능을 묘사하는데 정밀하고 유용하게 이용할 수 있다. 지금까지의 연구결과는 다음과 같이 다양하다. 성대 전체의 단순한 진동에 의해 생성되는 음의 주파수인 기본 주파수가 환자군에서 증가되었다는 보고^{14,16-18)}가 있는 반면, 변화가 없다고 하는 연구자들^{11,13,19)}도 있었고, 오히려 감소한다는 보고¹⁵⁾도 있었다. 저자의 연구에서는 환자군에서의 기본주파수가 대조군에 비해 더 증가되었지만 통계학적 의미는 없었다. 성대 진동의 각 주기마다의 시간의 불규칙성을 나타내는 jitter는 대부분의 연구¹³⁻¹⁸⁾에서 증가하였으며 본 연구에서도 증가하였지만 통계학적 의미는 없었다. Jitter값이 큰 차이가 없다는 보고¹¹⁾도 있다. Jitter는 음성의 조조성(roughness)과 관계가 밀접한 인자로서 본 연구에서 jitter값이 방사선 치료군과 정상군 간에 차이가 없었다는 것은 방사선 치료가 음성의 조조성에 영향을 미치지 않는다는 것을 암시한다. 성대 진동의 주기마다의 강도의 불규칙성을 나타내는 shimmer 역시 대부분의 연구^{13,15,16,18,19)}에서 증가하였으며 본 연구에서도 통계학적으로 의미 있게 증가하였고, 반면에 차이가 없다는 보고¹¹⁾도 있었다. 음성과형 내에서의 잡음의 정도를 나타내는 잡음 대 조화음 비율(noise-to-harmonics ratio, NHR)은 어떤 연구^{13,15,16,18)}에서는 증가하였으나 어떤 연구^{11,17,19)}에서는 별 차이가 없었으며, 본 연구에서도 통계학적인 의미가 없었다. 특히 NHR은 청각심리적 검사(perceptual analysis)에서 애성의 등급과 밀접한 상관관계가 있기 때문에 본 연구에서 환자군의 NHR값이 대조군과 차이가 없다는 결과는 환자군과 대조군과의 음성이 실제 생활에서 별 차이가 없음을 시사한다. 또 Miller 등¹²⁾은 모든 변수(parameter)들이 방사선 치료 도중과 1년 후에 변동한다고 하였으며 저자들의 증례도 방사선 치료 후 1년이 경과한 증례만을 대상으로 하였다.

발성의 공기역학적 측면은 성문 하부압, 성문 상부압, 성문 저항, 그리고 성문 부위의 공기체적 유속의 4가지 인자에 의해 특징지어지는데, 이것에 대한 검사가 음성에 관한 기능의 분석에 유용하게 이용된다. 방사선 치료는 성대조

직의 변화를 만들고 불완전한 폐쇄를 유발해 최대발성시간과 음강도가 감소되고, 평균호기율이 증가되며, 발성 시 이를 보상하기 위해 힘을 주기 때문에 성문하압과 성문력이 증가할 수 있으리라 생각된다. Lehman 등¹³⁾은 방사선 치료를 받은 환자들이 정상인에 비해 최대발성시간이 의의 있게 감소하였고, 음강도의 범위는 조금 제한되어 있었으며 성문하압은 증가하였다고 보고하였다. 본 연구에서는 최대발성시간이 감소하였지만 통계학적으로 의의는 없었으며 다른 변수들인 평균호기률, 음강도, 성문하압, 성문저항, 성문효율, 그리고 성문력도 환자군과 대조군 간에 큰 차이가 없었다.

후두 스트로보스코피에서는 Lehman 등¹³⁾은 약한 진동을 보고하였고, Hirano 등²³⁾은 대부분의 환자들이 불규칙 진동을 나타낸다고 하였다. Tsunoda 등²⁴⁾은 성대진동검사를 기초로 하여 음성의 좋은 결과를 보고하였는데, 치료 1년 후 모든 환자들에서 점막파동이 관찰되었다고 하였다. 본 연구에서는 대부분 환자들이 양호한 성대진동을 나타내었다.

방사선 치료와 레이저 성대 절제술(cordectomy) 후에 음성을 비교한 연구들도 있다. Tamura 등²⁵⁾은 방사선 치료를 받은 8명과 레이저 성대 절제술을 받은 22명의 음성을 비교하여 두 군이 비슷하다는 결과를 얻어 성대 절제술을 해도 음성에 큰 영향이 없다고 보고하였고, Brandenburg²⁶⁾도 성대 절제술 후의 음성이 방사선 치료 후와 비슷하기 때문에 비용 절감 차원에서 성대 절제술을 권장하였다. Lee 등²⁷⁾은 성대 절제술을 받은 군이 정상군에 비해 음향분석 변수는 높지만 최대발성시간이나 언어 변수 등은 비슷하여 음성이 양호한 편이라고 주장하였다. 반면 Krengli 등²⁸⁾은 27명의 방사선 치료군과 30명의 성대 절제술군을 비교하였는데, 후두 스트로보스코피상 방사선 치료군은 25%에서 심한 성대 불충분(inadequacy)을 보인 반면, 성대 절제술군은 65%에서 부족한 가성대의 보상과 피열 연골(arytenoid)의 과내전(hyperadduction)을 보였다. 전기음향적인 검사에서도 방사선 치료군은 25%에서 발음 장애를 보인 반면, 성대 절제술군은 75%에서 발음 장애를 보였다. Lee 등²⁹⁾도 최대발성시간과 shimmer가 방사선 치료군과 성대 절제술군 간에 차이가 있다고 보고하였다. 저자들의 연구에서는 성대 절제술군이 없기 때문에 객관적인 분석을 할 수는 없지만 실제 임상에서 환자를 대할 때 방사선 치료를 받은 환자들이 성대 절제술을 받은 환자들에 비해 더 나은 음성을 가진다고 판단하였다.

본 연구를 통하여 방사선 치료를 받은 조기 성문암 환자는 객관적인 음성검사에서도 대체적으로 양호한 음성을 보존한다는 사실을 확인하였다. 그러나 각 문헌에 따라 이견

이 많았기 때문에 향후 더 많은 환자군을 대상으로 하여 장기적인 추적관찰연구가 필요하리라 생각한다.

참 고 문 헌

1. Ahn YC, Park CI, Kim KH. Radiation therapy of early glottic cancer. J Korean Soc Ther Radiol 1990;8:51-58
2. Kim JC, Park IK. Radiotherapy results of stage I glottic cancer. J Korean Soc Ther Radiol Oncol 1998;16:245-250
3. Chung WK, Ahn SJ, Nam TK, Nah BS, Cho JS, Lim SC. Prognostic factors for local control in early glottic cancer treated with radiation therapy. J Korean Soc Ther Radiol Oncol 2000;18:226-232
4. Morgan DA, Robinson HF, Marsh L, Bradley PJ. Vocal quality 10 years after radiotherapy for early glottic cancer. Clin Radiol 1988;39:295-296
5. Llewellyn-Thomas HA, Sutherland HJ, Hogg SA, et al. Linear analogue self-assessment of voice quality in laryngeal cancer. J Chron Dis 1984;37:917-924
6. Sutherland HJ, Llewellyn-Thomas H, Hogg SA, et al. Do patients and physicians agree on the assessment of voice quality in laryngeal cancer? J Otolaryngol 1984;13:325-330
7. Karim AB, Snow GB, Siek HT, Njo KH. The quality of voice in patients irradiated for laryngeal carcinoma. Cancer 1983;51:47-49
8. Stoicheff ML. Voice following radiotherapy. Laryngoscope 1975;85:608-618
9. Fletcher GH, Klein R. Dose-time-volume relationship in squamous-cell carcinoma of the larynx. Radiology 1964;182:1032-1042
10. Perez CA, Mill WB, Ogura JH, Powers WE. Irradiation of early carcinoma of the larynx. Significance of tumor extent. Arch Otolaryngol 1971;93:465-472
11. McGuirt WF, Blalock D, Koufman JA, et al. Comparative voice results after laser resection or irradiation of T1 vocal cord carcinoma. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 1994;120:951-955
12. Miller S, Harrison LB, Solomon B, Sessions RB. Vocal changes in patients undergoing radiation therapy for glottic carcinoma. Laryngoscope 1990;100:603-606
13. Lehman JJ, Bless DM, Brandenburg JH. An objective assessment of voice production after radiation therapy for stage I squamous cell carcinoma of the glottis. Otolaryngol Head Neck Surg 1988;98:121-129
14. Hoyt DJ, Lettinga JW, Leopold KA, Fisher SR. The effect of head and neck radiation therapy on voice quality. Laryngoscope 1992;102:477-480
15. Benninger MS, Gillen J, Thieme P, Jacobson B, Dragovich J. Factors associated with recurrence and voice quality following radiation therapy for T1 and T2 glottic carcinomas. Laryngoscope 1994;104:294-298
16. Dworking JP, Aref A. Voice laboratory measures following radiation therapy for T1N0 glottic carcinoma. J Med Speech-

- Language Pathol 1997;5:59-74
17. **Rovirosa A, Martinez-Celdran E, Ortega A, et al.** Acoustic analysis after radiotherapy in T1 vocal cord carcinoma: a new approach to the analysis of voice quality. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2000;47:73-79
 18. **Aref A, Dworkin J, Devi S, Denton L, Fontanesi J.** Objective evaluation of the quality of voice following radiation therapy for T1 glottic cancer. *Radiother Oncol* 1997;45:149-153
 19. **Hocevar-Boltezar I, Zargi M.** Voice quality after radiation therapy for early glottic cancer. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2000;126:1097-1100
 20. **Rovirosa A, Martinez-Celdran E, Ortega A, et al.** Acoustic voice analysis and subjective patient impression after radiotherapy in T1 vocal cord carcinoma. In: *First World Congress on Head and Neck Oncology (abstract book)*, Spain; 1998:99
 21. **Colton RH, Sagerman RH, Chung CT, Yu YW, Reed GF.** Voice change after radiotherapy. Some preliminary results. *Radiology* 1978;127:821-824
 22. **Harrison LB, Solomon B, Miller S, Fass DE, Armstrong J, Sessions RB.** Prospective computer-assisted voice analysis for patients with early stage glottic cancer: a preliminary report of the functional result of laryngeal irradiation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1990;19:123-127
 23. **Hirano M, Hirade Y, Kawasaki H.** Vocal function following carbon dioxide laser surgery for glottic carcinoma. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1985;94:232-235
 24. **Tsunoda K, Soda Y, Tojima H, et al.** Stroboscopic observation of the larynx after radiation in patients with T1 glottic carcinoma. *Acta Otolaryngol Suppl* 1997;527:165-166
 25. **Tamura E, Kitahara S, Ogura M, Kohno N.** Voice quality after laser surgery or radiotherapy for T1a glottic carcinoma. *Laryngoscope* 2003;113:910-914
 26. **Brandenburg JH.** Laser cordectomy versus radiotherapy: an objective cost analysis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2001;110:312-318
 27. **Lee HH, Lee KD, Lee HK, Pyo KB, Ahn KM, Lee YS.** Treatment results and voice analysis after laser cordectomy for glottic T1 cancer. *Korean J Otolaryngol* 2002;45:805-810
 28. **Krengli M, Policarpo M, Manfreda I, et al.** Voice quality after treatment for T1a glottic carcinoma-radiotherapy versus laser cordectomy. *Acta Oncol* 2004;43:284-289
 29. **Lee YS, Kim CJ, Kim JC, Kim BK, Kim SY, Nam SY.** Comparison of the voice and treatment results after laser cordectomy or radiotherapy on T1a staged glottic cancer. *J Korean Soc Logo Phon* 2002;13:139-144

Abstract

Quantitative Analysis of Voice Quality after Radiation Therapy for Stage T1a Glottic Carcinoma

Joon-Kyoo Lee, M.D.* and Woong-Gi Chung, M.D.†

Departments of *Otolaryngology-Head and Neck Surgery, †Radiation Oncology, Chonnam National University Medical School, Chonnam National University Hospital, Gwangju, Korea

Purpose: To evaluate the voices of irradiated patients with early glottic carcinoma and to compare these with the voices of healthy volunteers.

Materials and Methods: The voice samples (sustained vowel) of seventeen male patients who had been irradiated for T1a glottic squamous carcinoma at least 1 year prior to the study were analyzed with objective voice analyzer (acoustic voice analysis, aerodynamic test, and videostroboscopic analysis) and compared with those of a normal group of twenty age- and sex-matched volunteers. Average fundamental frequency, jitter, shimmer, and noise-to-harmonic ratio were obtained for acoustic voice analysis. Maximal phonation time, mean flow rate, intensity, subglottic pressure, glottal resistance, glottal efficiency, and glottal power were obtained for aerodynamic test.

Results: The irradiated group presented higher values of shimmer in acoustic voice analysis. There was no significant difference between two groups in other parameters.

Conclusion: In this study all the objective voice parameters except shimmer were not significantly different between the irradiated group and the control group. These results suggest that the voice quality is minimally affected by radiation therapy for T1a glottic carcinoma.

Key Words: Voice quality, Radiotherapy, Laryngeal neoplasms, Vocal cords, Speech acoustics