

Comparison of Voice Outcomes in Early Glottic Cancer Patients after Laser Surgery or Radiotherapy

Su Hyun Ahn¹, Jun Hyun Kim², Su Hyun Lee³, Woo Jin Kim³,
Dong-Hoon Kim³, Young Hak Park³ and So-Yoon Lee³

¹Department of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, Incheon St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Incheon; and ²Department of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, Seoul St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul; and

³Department of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, Yeouido St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

조기 성문암 환자에서 레이저 절제술 또는 방사선 치료 후 음성학적 결과 비교

안수현¹ · 김준현² · 이수현³ · 김우진³ · 김동훈³ · 박영학³ · 이소윤³

가톨릭대학교 의과대학 인천성모병원 이비인후과학교실,¹ 가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원 이비인후과학교실,²

가톨릭대학교 의과대학 여의도성모병원 이비인후과학교실³

Received July 20, 2012

Revised September 28, 2012

Accepted October 15, 2012

Address for correspondence

So-Yoon Lee, MD

Department of Otorhinolaryngology

Head and Neck Surgery,

Yeouido St. Mary's Hospital,

College of Medicine,

The Catholic University of Korea,

62 Yeouido-dong, Yeongdeungpo-gu,

Seoul 150-713, Korea

Tel +82-2-3779-1066

Fax +82-2-786-1149

E-mail irin0207@daum.net

Background and Objectives Radiotherapy and laser surgery are the main treatment modalities for early glottic cancer. However, which treatment has better voice outcome is unclear. Few studies have considered the effect of radiation dose on voice outcomes after radiotherapy. The purpose of this study was to compare voice outcomes in early glottic cancer patients between two treatment modalities and to identify whether radiation dose affects voice outcomes.

Subjects and Method From January 1995 to December 2010, 66 patients with the early glottic cancer who underwent laser surgery (n=27) or radiotherapy (n=39) were retrospectively investigated. Voice quality was assessed using Computerized Speech Lab and F0, Jitter, Shimmer and noise to harmonic ratio were evaluated. For aerodynamic test, maximum phonation time was also evaluated.

Results F0 differed statistically between the laser surgery group and radiotherapy group. In laser surgery group, F0 was elevated after surgery. On the other hand, F0 decreased statistically after radiotherapy. In the radiotherapy group, the dose was statistically different between the lower and higher dose groups. In T2 stage disease, which received a higher radiation dose, voice outcomes were poorer than in T1a or T1b stage diseases.

Conclusion In early glottic cancer, F0 differed statistically between the laser surgery group and the radiotherapy group: F0 decreased statistically after radiotherapy. In the radiotherapy group, voice quality was affected by radiation dose as the higher dose resulted in poorer voice outcomes.

Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2012;55:701-6

Key Words Early glottic cancer · Laser surgery · Radiation dose · Radiotherapy · Voice.

서 론

조기 성문암은 일반적으로 경부 전이가 없는 T1a, T1b, T2 병기로 정의된다. 1972년 Strong과 Jako 등에 의하여 CO₂ 레이저 절제술이 조기 성문암 치료에 최초로 사용된 이후,¹⁾ 레

이저 절제술과 방사선 치료는 조기 성문암의 주된 치료법이 되어 왔다. 레이저 절제술과 방사선 치료의 치료 성적을 비교한 많은 연구에서 두 치료 방법 간에 유사한 국소 재발 조절률과 생존율을 보고하였으며,²⁻⁶⁾ 따라서 조기 성문암의 치료 방법 선택에 있어, 치료 후 음성 기능의 보존은 중요한 요소 중

하나라 할 수 있다. 많은 연구에서 두 치료 방법 간의 치료 후 음성 기능을 비교하여 다양한 결과를 보고하였으나, 레이저 절제술을 시행한 군에서는 절제 범위, T 병기에 따라 음성학적 결과를 비교한 반면,⁷⁻²¹⁾ 방사선 치료군에서 T 병기나 방사선 조사량에 따른 음성학적 결과의 차이를 고려한 연구는 거의 없었다.

이에 본 연구에서는 본원에서 조기 성문암을 진단받고, 레이저 절제술 또는 방사선 치료로 초 치료를 시행 받은 환자들을 대상으로 치료 방법에 따른 치료 전후의 음성 결과를 비교해 보았으며, 각 치료 방법에서의 치료 전후의 음성 결과의 차이 및 T 병기에 따른 차이 여부, 그리고 방사선 치료군에서 방사선 조사량에 따라 음성 결과의 차이가 있는지 여부를 확인해 보고자 하였다.

대상 및 방법

대 상

1995년 1월부터 2010년 12월까지 본원에 내원하여 조직학적 검사상 성문의 편평상피세포암을 진단받은 환자 중 치료 전후에 음성 검사가 가능하였던 환자를 대상으로 후향적 의무 기록 조사를 시행하였다. 초 치료 전 CT 또는 MRI의 영상학적 검사를 시행하였으며, 2006년 American Joint Committee on Cancer 분류에 따라 T1-T2N0M0의 조기 성문암 환자, 단일 치료법(single-modality treatment)으로 레이저 절제술 또는 방사선 치료를 시행 받은 환자, 치료 후 음성 검사시 재발의 증거가 없는 환자(cancer free state), 음성 검사시 성대 폴립, 결절, 육아종 등 음성에 영향을 미치는 양성 병변이 없는 자, 그리고 생존자를 대상으로 하였다. 진행성 성문암 환자와 복합 치료법(multi-modality treatment)을 시행 받은 환자는 대상에서 제외하였다.

전체 68명의 환자 중, 여성 2명을 제외한 66명의 환자를 대상으로 하였으며, 평균 연령은 63.57세(범위, 35~86세)였다. T1a 병기에 49명, T1b 6명, T2 11명이 분포하였으며, 레이저 절제술을 시행 받은 환자는 27명(40.9%)으로 T1a, T1b, T2 병기는 각각 24, 1, 2명이었다(Table 1). 유럽후두학회의 분류에 따라 I형 절제술이 22명, II형이 2명, III형이 2명, V형이 1명에서 시행되었다. 방사선 치료를 받은 환자는 39명(59.1%)이었으며, T1a, T1b, T2 병기는 각각 25, 5, 9명이었다.

방 법

레이저 절제술은 CO₂ 레이저(Sharplan Medol C30, Tel Aviv, Israel)를 continuous super pulse mode로 1-2 watt의 출력을 사용하였고, 음향 분석을 위해서 Computerized Speech

Lab을 이용하여 평균 기본주파수(F0), 주파수 변화율(jitter), 진폭 변화율(shimmer), 배음 대 소음 비율(noise to harmonic ratio, NHR)을 측정하였으며, 공기역학적 검사 항목으로 최장 발성 지속 시간(maximum phonation time, MPT)을 측정하였다. 치료 전과, 치료 후 평균 17.87개월[standard deviation (SD), 15.55개월]에 각각 음성 언어 분석 검사를 시행하였다. 추적 기간은 평균 46.16개월(범위, 12~165개월)이었다.

방사선 치료군은 모두 고식적인 방사선 치료(conventional radiotherapy)를 시행 받았으며, 평균 방사선 조사량은 6756 cGy(범위, 5940~7660 cGy)로 평균 33 분할(fraction) 이상으로 시행되었다. 평균 방사선 조사량인 6756 cGy를 중심으로, 조사량을 알 수 없었던 환자 1명을 제외하고, 저조사량군과 고조사량군의 두 그룹으로 나누어 음성 언어 분석 결과를 비교하였다. 통계학적 검정은 SPSS version 18.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였으며, Student's t-test, chi square test, Fisher's exact test, analysis of variance, 대응 표본 T 검정을 사용하였으며, *p*값 0.05 이하를 통계적으로 유의하다고 판정하였다.

결 과

두 치료 방법에 따른 각 T 병기의 분포를 보면, T1a는 방사선 치료군에서 25명, 레이저 절제술군에서 24명이었으며, T1b는 방사선 치료군에서 5명, 레이저 절제술군에서 1명, T2는 방사선 치료군에서 9명, 레이저 절제술군에서 2명으로, 방사선 치료군에서 높은 병기로 분류되는 환자가 더 많이 포함되었으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다(*p*=0.048)(Table 1). 치료 후 합병증 발생은 레이저 절제술군에서는 28명 모두 합병증이 발생하지 않았던 반면, 방사선 치료군에서는 1명에서 폐렴이 발생하였다(*p*=0.591). 치료 후 국소 재발을 보인 환자는 66명 중 16명(24.24%)으로, 레이저 절제술을 받은 환자에서는 4명(14.81%), 방사선 치료를 받은 환자에서는 12명(30.76%)으로 두 그룹 간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다(*p*=0.149).

방사선 치료군과 레이저 절제술군의 음성 결과 비교

치료 전 음성 언어 분석 검사에서 두 치료군 사이에 평균 기본주파수(F0)는 통계적으로 유의한 차이가 없었으나(*p*=0.684),

Table 1. The distribution of patients according to T stage and treatment modality

	cT1a	T1b	T2	<i>p</i> -value
Laser	24	1	2	0.048
RT	25	5	9	

RT: radiotherapy

Table 2. Voice assessment results of laser resection and radiotherapy in early glottis cancer patients

	Laser (n=27)	RT (n=39)	p-value
Age	63.25 (SD, 10.83)	63.79 (SD, 11.63)	0.851
Pre-F0	152.77 (SD, 37.39)	157.42 (SD, 39.52)	0.684
Post-F0	181.03 (SD, 87.00)	125.28 (SD, 30.68)	0.031
Pre-jitter	3.25 (SD, 1.93)	3.02 (SD, 2.45)	0.155
Post-jitter	3.02 (SD, 2.45)	2.46 (SD, 3.08)	0.578
Pre-shimmer	6.61 (SD, 6.35)	2.50 (SD, 1.51)	0.058
Post-shimmer	8.08 (SD, 8.22)	4.89 (SD, 4.81)	0.204
Pre-MPT	11.27 (SD, 6.14)	16.65 (SD, 9.19)	0.029
Post-MPT	11.55 (SD, 5.04)	15.26 (SD, 7.70)	0.127
Pre-NHR	0.482 (SD, 0.404)	0.453 (SD, 0.344)	0.814
Post-NHR	0.281 (SD, 0.259)	0.287 (SD, 0.307)	0.950

F0: mean fundamental frequency, MPT: maximal phonation time, NHR: noise to harmonic ratio, SD: standard deviation, RT: radiotherapy, Pre-: pre-treatment, Post-: post-treatment

치료 후 음성 언어 분석 검사에서 평균 기본주파수(F0)는 레이저 절제술군에서 181.03(SD, 87.0) Hz, 방사선 치료군에서는 125.28(SD, 30.68) Hz로 방사선 치료군의 평균 기본주파수(F0)가 레이저 절제술군의 그것보다 통계적으로 유의하게 낮았다($p=0.031$)(Table 2). 각 치료군 내에서 치료 전후의 평균 기본주파수(F0) 결과를 비교하였을 때, 레이저 절제술군은 치료 전 평균 기본주파수(F0)가 152.77(SD, 37.39) Hz에서 치료 후 181.03(SD, 87.0) Hz로 증가한 반면, 방사선 치료군에서는 치료 전 평균 기본주파수가 157.42(SD, 39.52) Hz에서 치료 후 125.28(SD, 30.68) Hz로 감소하였으며, 방사선 치료군의 치료 전후 평균 기본주파수(F0)는 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p=0.018$).

T1a에 해당하는 49명의 환자에서 치료 방법에 따른 음성 언어 분석 검사 결과를 비교해 보았다. 레이저 절제술군과 방사선 치료군은 각각 24, 25명이었으며, 두 치료군 사이에 통계적으로 유의하게 차이를 보이는 측정인자는 없었으나, 앞서 비교한 결과와 유사하게 레이저 절제술군은 평균 기본주파수(F0)가 치료 전 148.71(SD, 37.83) Hz에서 치료 후 182.30(SD, 93.65) Hz로 증가한 반면, 방사선 치료군에서는 평균 기본주파수(F0)가 치료 전 161.57(SD, 44.94) Hz에서 치료 후 124.73(SD, 33.11) Hz로 감소하는 경향성을 보였다($p=0.056$)(Table 3). 이외의 치료 후 음성 언어 분석 측정 인자들은 두 치료군 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다.

레이저 절제술군의 치료 전후 음성 결과 비교

레이저 절제술군을 유럽후두학회 분류에 따라 I~V형으로 나누었을 때 각 분류에 따른 음성 결과의 비교는 대상 환자수의 부족으로 불가능하였으나, I형 레이저 절제술을 받은 환자가 22명으로 가장 큰 비중을 차지하였으며, 이들의 치료 전

Table 3. Voice assessment results of laser resection and radiotherapy in T1a stage early glottis cancer patients (n=49)

	Laser (n=24)	RT (n=25)	p-value
Age	64.75 (SD, 10.15)	64.08 (SD, 12.28)	0.836
Pre-F0	148.71 (SD, 37.83)	161.57 (SD, 44.94)	0.354
Post-F0	182.30 (SD, 93.65)	124.73 (SD, 33.11)	0.056
Pre-jitter	3.17 (SD, 1.94)	2.16 (SD, 1.39)	0.078
Post-jitter	3.26 (SD, 2.55)	2.25 (SD, 2.55)	0.346
Pre-shimmer	6.75 (SD, 6.56)	1.70 (SD, 1.89)	0.004
Post-shimmer	8.36 (SD, 8.83)	5.44 (SD, 5.45)	0.333
Pre-MPT	10.80 (SD, 6.12)	16.07 (SD, 7.19)	0.025
Post-MPT	11.45 (SD, 4.87)	16.58 (SD, 7.65)	0.072
Pre-NHR	0.428 (SD, 0.374)	0.436 (SD, 0.364)	0.953
Post-NHR	0.253 (SD, 0.235)	0.339 (SD, 0.360)	0.506

F0: mean fundamental frequency, MPT: maximal phonation time, NHR: noise to harmonic ratio, SD: standard deviation, RT: radiotherapy, Pre-: pre-treatment, Post-: post-treatment

Table 4. The distribution of patients according to T stage and lower and higher radiation dose

	cT1a	T1b	T2	p-value
Low dose (n=18)	15	3	0	0.002
High dose (n=20)	9	2	9	

후 음성 언어 분석 검사 결과를 비교해 보았다. 치료 전후 통계적으로 유의하게 차이를 보이는 측정인자는 없었으나, 평균 기본주파수(F0)는 치료 전 146.52 Hz에서 치료 후 189.21 Hz로 증가하는 양상이었다. 레이저 절제술군에서 국소 재발을 보인 환자는 4명(14.81%)으로 모두 T1a 병기였으며, I형 레이저 절제술을 시행 받은 환자였다.

방사선 치료군의 치료 전후 음성 결과 비교

저조사량군에 속하는 환자는 18명으로 평균 조사량은 6430(SD, 226) cGy였고, 고조사량군에 속하는 환자는 20명으로 평균 조사량은 7051(SD, 186) cGy로 두 그룹 간 방사선 조사량은 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.001$). T 병기에 따라 분류하였을 때 두 그룹 간 통계적으로 유의한 차이를 보였으며($p=0.002$), 저조사량군은 모두 T1 병기였던 반면, T2 병기에 속하는 환자는 9명 모두 고조사량군에 포함되었다(Table 4). 조사량을 알 수 없었던 환자 1명을 제외하고, 국소 재발을 보인 환자는 모두 11명으로 그 중 3명(16.66%)이 저조사량군, 8명(40.0%)이 고조사량군에 포함되는 환자였으며, 두 그룹 간 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p=0.130$).

방사선 조사량에 따른 두 그룹 간의 음성 언어 분석 검사 결과를 비교했을 때, 통계적으로 유의한 차이를 보이는 치료 후 측정 인자는 없었다(Table 5). 그러나 각 그룹 내에서 치료 전후 결과를 비교했을 때, 고조사량군에서는 치료 후 주파수 변화율(jitter)과 진폭 변화율(shimmer)의 증가 소견이 확인되

었으며, 평균 기본주파수(F0)는 통계적 유의성은 없으나 감소되었으며, 배음 대 소음 비율(NHR)이 감소되는 경향성을 보였다. 반면에, 저조사량군에서는 평균 기본주파수(F0)가 치료

Table 5. Voice assessment results in patients who underwent lower or higher radiation dose

	Low dose	High dose	p-value
Age	60.77 (SD, 11.63)	67.50 (SD, 11.1)	0.192
Pre-F0	171.33 (SD, 40.01)	124.17 (SD, 13.93)	0.042
Post-F0	127.04 (SD, 24.44)	112.38 (SD, 35.24)	0.301
Pre-jitter	2.87 (SD, 1.66)	2.70 (SD, 1.55)	0.809
Post-jitter	1.09 (SD, 0.61)	3.47 (SD, 3.95)	0.097
Pre-shimmer	6.86 (SD, 7.25)	2.36 (SD, 1.35)	0.606
Post-shimmer	3.81 (SD, 3.28)	8.07 (SD, 4.63)	0.226
Pre-MPT	15.31 (SD, 4.37)	13.85 (SD, 2.33)	0.557
Post-MPT	17.14 (SD, 6.55)	13.81 (SD, 5.98)	0.775
Pre-NHR	0.476 (SD, 0.404)	0.370 (SD, 0.510)	0.918
Post-NHR	0.177 (SD, 0.885)	0.130 (SD, 0.124)	0.714

F0: mean fundamental frequency, MPT: maximal phonation time, NHR: noise to harmonic ratio, SD: standard deviation, Pre-: pre-treatment, Post-: post-treatment

전 171.33(SD, 40.01) Hz에서 치료 후 127.04(SD, 24.44) Hz로 통계적으로 유의하게 감소하였으며($p=0.002$), 주파수 변화율(jitter)도 치료 전 2.87(SD, 1.66)%에서 치료 후 1.09(SD, 0.61)%로 통계적으로 유의한 감소를 보였고($p=0.030$), 최장 발성 지속 시간(MPT)도 치료 전 15.31초에서 치료 후 17.14초로 증가하였으며, 치료 후 진폭 변화율(shimmer)과 배음 대 소음 비율(NHR)은 감소하는 경향성을 보였다(Table 6).

방사선 치료군에서 T 병기에 따른 평균 방사선 조사량은 T1a에서 6632.50(SD, 332.83) cGy, T1b에서 6680(SD, 334.66) cGy로 T1a와 T1b 사이에는 통계학적으로 유의한 차이가 없는 반면($p=0.952$), T2에서 평균 방사선 조사량은 7131(SD, 257.70) cGy로 T1a($p<0.001$), T1b($p=0.029$)와 각각 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(Table 7). 음성 검사 결과를 비교하였을 때, T1에서는 치료 전 평균 기본주파수(F0)가 T1a 161.57 Hz, T1b 147.29 Hz에서 치료 후 각각 124.73 Hz($p=0.007$), 114.87 Hz($p=0.032$)로 통계적으로 유의하게 감소하였으나, T2에서는 평균 기본주파수(F0)가 치료 후 증가하는 양

Table 6. Voice assessment results of pre- and post-treatment according to radiation dose

	Low dose	p-value	High dose	p-value
Pre-F0	171.33 (SD, 40.01)	0.002	124.17 (SD, 13.93)	0.490
Post-F0	127.04 (SD, 24.44)		112.38 (SD, 35.24)	
Pre-jitter	2.87 (SD, 1.66)	0.030	2.70 (SD, 1.55)	0.789
Post-jitter	1.09 (SD, 0.61)		3.47 (SD, 3.95)	
Pre-shimmer	6.86 (SD, 7.25)	0.408	2.36 (SD, 1.35)	0.151
Post-shimmer	3.81 (SD, 3.28)		8.07 (SD, 4.63)	
Pre-MPT	15.31 (SD, 4.37)	0.493	13.85 (SD, 2.33)	0.994
Post-MPT	17.14 (SD, 6.55)		13.81 (SD, 5.98)	
Pre-NHR	0.476 (SD, 0.404)	0.064	0.370 (SD, 0.510)	0.493
Post-NHR	0.177 (SD, 0.885)		0.130 (SD, 0.124)	

F0: mean fundamental frequency, MPT: maximal phonation time, NHR: noise to harmonic ratio, SD: standard deviation, Pre-: pre-treatment, Post-: post-treatment

Table 7. Mean radiation dose and voice assessment results according to T stage

	cT1a (n=25)	cT1b (n=5)	cT2 (n=9)	p-value
Age	64.08 (SD, 12.28)	54.40 (SD, 13.46)	66.00 (SD, 8.70)	0.506
RT dose	6632.5 (SD, 332.83)	6680 (SD, 334.66)	7131 (SD, 257.70)	0.001
Pre-F0	161.57 (SD, 44.94)	147.29 (SD, 9.15)	140.28 (SD, 5.47)	0.462
Post-F0	124.73 (SD, 33.11)	114.87 (SD, 15.72)	162.60 (SD, 17.43)	0.432
Pre-jitter	2.16 (SD, 1.39)	3.78 (SD, 1.18)	3.04 (SD, 2.49)	0.532
Post-jitter	2.25 (SD, 2.55)	0.941 (SD, 0.505)	5.87 (SD, 6.80)	0.207
Pre-shimmer	1.70 (SD, 1.89)	11.69 (SD, 7.19)	1.22 (SD, 1.58)	<0.001
Post-shimmer	5.44 (SD, 5.45)	3.23 (SD, 2.55)	4.35 (SD, 5.02)	0.794
Pre-MPT	16.07 (SD, 7.19)	11.55 (SD, 1.38)	19.49 (SD, 13.77)	0.081
Post-MPT	16.58 (SD, 7.65)	17.10 (SD, 3.11)	15.20 (SD, 7.29)	0.141
Pre-NHR	0.436 (SD, 0.364)	0.320 (SD, 0.225)	0.825 (SD, 0.190)	0.238
Post-NHR	0.339 (SD, 0.360)	0.136 (SD, 0.011)	0.227 (SD, 0.116)	0.604

F0: mean fundamental frequency, MPT: maximal phonation time, NHR: noise to harmonic ratio, SD: standard deviation, RT: radiotherapy, Pre-: pre-treatment, Post-: post-treatment

상이었다. 이외에 T1에서 치료 후 최장 발생 지속 시간(MPT)이 증가한 반면, T2에서는 감소한 양상을 보였고, T2에서 치료 후 주파수 변화율(jitter)과 진폭 변화율(shimmer)은 증가를 보였다.

고 찰

조기 성문암은 레이저 절제술, 방사선 치료법 모두 국소 재발 조절과 생존율에서 우수한 결과를 보이므로 치료 후 음성 기능의 손상에 관심이 모아지고 있다. 조기 성문암의 치료 후 음성 검사 결과에 영향을 미치는 요소들은 여러 가지가 있다. 일반적으로 레이저 절제술은 수술 후 흉터를 남김으로써 성대 진동에 영향을 미치고, 조직 손실은 성문의 틈(glottal gap)을 야기시킴으로써 음성에 영향을 주며 이는 절제 범위와 관련이 있다고 알려져 있으며,⁷⁾ 방사선 치료는 건조와 섬유화를 일으킴으로써 성대 진동에 영향을 미친다고 보고되고 있다.¹⁶⁾ 조기 성문암의 레이저 절제술과 방사선 치료 후의 변화를 Stroboscopy를 통해서 살펴보았을 때 구조적 이상(흉터, 육아종, 협착, 전연합부 망, 유착)과 기능적 결손(성문의 틈, 성대의 부동성, 점막의 파동, 비대칭, 성문 상부 침범)이 관찰되었는데, 절제 범위가 큰 레이저 절제술군(greater laser resections)에서 구조적 이상이 관찰되었고,^{17,18)} Policarpo 등¹⁸⁾은 방사선 치료군의 81%에서 점막의 파동의 감소가, 25%에서는 심각한 성문부 기능부전(severe glottic insufficiency)이 관찰되었다고 보고하였다. Tamura 등¹⁴⁾과 McGuirt 등⁷⁾은 음성 언어 분석 검사 결과, 레이저 절제술군과 방사선 치료군 간에 차이를 보이지 않았다고 보고하였으며, Rydell 등⁹⁾은 방사선 치료군에서 음성 언어 분석 검사 결과 주파수 변화율(jitter)과 평균 기본주파수(F0)에서 더 좋은 음성학적 결과를 나타내었다고 보고하였다.

본 연구에서는 레이저 절제술군과 방사선 치료군의 음성 언어 분석 검사를 비교해 보았고, 레이저 절제술군에서 치료 후 평균 기본주파수가 증가한 반면, 방사선 치료군의 치료 후 평균 기본주파수(F0)는 유의하게 감소한 결과를 나타내었다. 방사선 치료군에 T1b, T2에 속하는 환자가 더 많은 수 포함되어 있어 T 병기에 따른 영향을 배제하고자 T1a 환자에서만 두 치료군 간의 음성 언어 분석 검사 결과를 비교하였고, 역시 방사선 치료군에서 치료 후 평균 기본주파수(F0)가 치료 전의 그것에 비하여 감소하는 경향성을 보였다. 이는 Rydell 등,⁹⁾ Jotic 등,²¹⁾ Higgins 등²⁾의 연구에서도 같은 결과를 언급하였다. 평균 기본주파수(F0)는 성대의 긴장성(tension in the vocal fold)과 성문하 압력(subglottic pressure)이 증가할 때, 그리고 진동하는 부위의 부피(vibratory mass)가 감소할 때 증가할 수 있는데, 그 중에서도 진동 부위 부피의 변화가 가장

중요한 요소가 된다. 레이저 절제술 후에는 결손 부위로 인하여 진동 부위 부피가 감소하는 데 반하여, 방사선 치료의 경우 치료 후 후두 부종(laryngeal edema)을 유발하며, 이는 진동 부위 부피(vibratory mass)를 증가시켜 평균 기본주파수(F0)의 감소라는 결과가 나타난 것으로 생각된다.⁹⁾

Peretti 등,⁸⁾ Mun 등,¹⁹⁾ Ledda 등¹⁰⁾과 Lee 등²⁰⁾은 레이저 절제술을 받은 조기 성문암 환자에서 절제 범위에 따라 좁은 절제군과 정상군 또는 절제 범위가 넓은 군과 정상군과의 음성 언어 분석 검사를 시행하였다. 조기 성문암이라 할지라도 종양의 위치, T 병기, 절제 범위에 따라서 치료 후 음성학적 결과에 영향을 미칠 수 있다는 가정하에 여러 연구들이 진행된 것에 반하여, 방사선 치료를 받은 조기 성문암에서 방사선 조사량과 음성과의 연관성을 보고한 연구는 아직 없다. 본 연구의 결과, 방사선 치료군에서 방사선 조사량에 따라 저조사량 치료군과 고조사량 치료군으로 분류하였을 때 두 그룹 간 통계적으로 유의한 차이를 보이는 치료 후 음성 언어 측정 인자는 없었으나, 각 조사량군 내에서 비교시 저조사량 치료군에서 치료 후 평균 기본주파수(F0)와 주파수 변화율(jitter)이 치료 전의 그것보다 통계적으로 유의하게 감소하였으며, 진폭 변화율(shimmer), 배음 대 소음 비율의 감소 및 최장 발생 지속 시간의 증가로 치료 전의 음성에 비하여 호전된 양상을 보이는 반면, 고조사량군에서는 주파수 변화율(jitter)과 진폭 변화율(shimmer)의 증가, 최장 발생 지속 시간(MPT)의 감소 소견으로 저조사량군의 결과에 비하여 치료 후 음성의 악화를 확인하였다.

두 그룹을 T 병기에 따라 분류하였을 때 T2 병기는 모두 고조사량 치료군에 포함되어 고조사량 치료군에 속하는 환자들이 상대적으로 높은 병기임을 알 수 있었으며, 결과적으로 조기 성문암이라 하더라도 고조사량으로 치료받은 T2 병기 환자의 치료 후 음성 결과가 더 불량함을 알 수 있었다. 그러나 진폭 변화율(shimmer)을 제외한, 방사선 치료 전 T 병기에 따른 음성 결과는 통계학적인 차이가 없었으므로, 이러한 결과는 방사선 조사량이 치료 후 음성 결과에 영향을 미치는 하나의 요소임을 유추할 수 있게 한다.

따라서 조기 성문암 환자의 치료 후 음성 검사 결과, 레이저 절제술군과 방사선 치료군 사이에 차이를 보이는 경우는 평균 기본주파수(F0)로, 레이저 절제술군에서는 치료 후 그 수치가 증가한 반면, 방사선 치료군에서는 치료 후 그 수치가 감소하였다. 초 치료로 방사선 치료를 받은 경우, 높은 T 병기에서는 고조사량으로 치료를 받았으며, 고조사량으로 치료받은 경우 저조사량으로 치료 받은 군에 비하여 음성 검사 결과가 불량하였음을 확인할 수 있었으며, 방사선 조사량은 치료 후 음성 결과에 영향을 미치는 하나의 요인임을 유추할 수

있었다. 본 연구의 몇 가지 제한점은, 각 치료군 별 대상 환자의 수가 충분하지 않은 점과 대상 환자들의 청지각(auditory perception)에 대한 비교가 없었다는 점이며 향후 치료 전후 청지각(auditory perception)에 따른 비교도 추가로 이루어져야 할 과제라 생각된다.

REFERENCES

- 1) Shah JP, Karnell LH, Hoffman HT, Ariyan S, Brown GS, Fee WE, et al. Patterns of care for cancer of the larynx in the United States. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1997;123(5):475-83.
- 2) Higgins KM, Shah MD, Ogaick MJ, Enepekides D. Treatment of early-stage glottic cancer: meta-analysis comparison of laser excision versus radiotherapy. *J Otolaryngol Head Neck Surg* 2009;38(6):603-12.
- 3) Mendenhall WM, Werning JW, Hinerman RW, Amdur RJ, Villaret DB. Management of T1-T2 glottic carcinomas. *Cancer* 2004;100(9):1786-92.
- 4) Mendenhall WM, Amdur RJ, Morris CG, Hinerman RW. T1-T2N0 squamous cell carcinoma of the glottic larynx treated with radiation therapy. *J Clin Oncol* 2001;19(20):4029-36.
- 5) Chung PS, Lee SJ, Kim YH, Park SJ, Yoon JS. Comparison of radiotherapy with laser cordectomy for T1 glottic cancer. *Korean J Otolaryngol-Head Neck Surg* 2005;48(9):1161-8.
- 6) Chen MF, Chang JT, Tsang NM, Liao CT, Chen WC. Radiotherapy of early-stage glottic cancer: analysis of factors affecting prognosis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2003;112(10):904-11.
- 7) McGuirt WF, Blalock D, Koufman JA, Feehs RS, Hilliard AJ, Greven K, et al. Comparative voice results after laser resection or irradiation of T1 vocal cord carcinoma. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1994;120(9):951-5.
- 8) Peretti G, Piazza C, Balzanelli C, Cantarella G, Nicolai P. Vocal outcome after endoscopic cordectomies for Tis and T1 glottic carcinomas. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2003;112(2):174-9.
- 9) Rydell R, Schalén L, Fex S, Elnér A. Voice evaluation before and after laser excision vs. radiotherapy of T1A glottic carcinoma. *Acta Otolaryngol* 1995;115(4):560-5.
- 10) Ledda GP, Grover N, Pundir V, Masala E, Puxeddu R. Functional outcomes after CO2 laser treatment of early glottic carcinoma. *Laryngoscope* 2006;116(6):1007-11.
- 11) Peretti G, Piazza C, Balzanelli C, Mensi MC, Rossini M, Antonelli AR. Preoperative and postoperative voice in Tis-T1 glottic cancer treated by endoscopic cordectomy: an additional issue for patient counseling. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2003;112(9 Pt 1):759-63.
- 12) Xu W, Han D, Hou L, Zhang L, Yu Z, Huang Z. Voice function following CO2 laser microsurgery for precancerous and early-stage glottic carcinoma. *Acta Otolaryngol* 2007;127(6):637-41.
- 13) McGuirt WF, Blalock D, Koufman JA, Feehs RS. Voice analysis of patients with endoscopically treated early laryngeal carcinoma. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1992;101(2 Pt 1):142-6.
- 14) Tamura E, Kitahara S, Ogura M, Kohno N. Voice quality after laser surgery or radiotherapy for T1a glottic carcinoma. *Laryngoscope* 2003;113(5):910-4.
- 15) Zeitels SM, Hillman RE, Franco RA, Bunting GW. Voice and treatment outcome from phonosurgical management of early glottic cancer. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 2002;190:3-20.
- 16) Roh JL, Kim AY, Cho MJ. Xerostomia following radiotherapy of the head and neck affects vocal function. *J Clin Oncol* 2005;23(13):3016-23.
- 17) Roh JL, Kim DH, Kim SY, Park CI. Quality of life and voice in patients after laser cordectomy for Tis and T1 glottic carcinomas. *Head Neck* 2007;29(11):1010-6.
- 18) Policarpo M, Aluffi P, Brovelli F, Borello G, Pia F. Oncological and functional results of CO2 laser cordectomy. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2004;24(5):267-74.
- 19) Mun HS, Choi SH, Lee HS, Hong JC, Han YJ, Kim KA, et al. Voice evaluation after laser resection of early glottic cancer. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 2008;51(3):250-5.
- 20) Lee JC, Lee YS, Nam SY. Comparison of functional voice outcomes in patients treated with laser surgery and radiation therapy for early glottic cancer. *J Korean Soc Logop Phoniatr* 2008;19(1):7-10.
- 21) Jotic A, Stankovic P, Jesic S, Milovanovic J, Stojanovic M, Djukic V. Voice quality after treatment of early glottic carcinoma. *J Voice* 2012;26(3):381-9.