Archives of
Rehabilitation

April 2023. Vol 24. Num 1

Research Paper

The Study of Vocal Function in Patients With Early Laryngeal Carcinoma After Transoral Laser Microsurgery

Arezoo Hasanvand[1], *Akbar Darouie[1], Samira Aghadoost[2], Payman Dabirmoghaddam[3], Enayatollah Bakhshi[4]

1. Department of Speech Therapy, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences Tehran, Iran.
2. Department of Speech Therapy, School of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. Otolaryngology Research Center, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
4. Department of Biostatistics and Epidemiology, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Hasanvand A, Darouie A, Aghadoost S, Dabirmoghaddam P, Bakhshi E. The Study of Vocal Function in Patients With Early Laryngeal Carcinoma After Transoral Laser Microsurgery. Archives of Rehabilitation. 2023; 24(1):114-131. https://doi.org/10.32598/RJ.24.1.3615.1

https://doi.org/10.32598/RJ.24.1.3615.1

CC BY NC

ABSTRACT

Objective Today transoral laser microsurgery is considered as one of the first options to control early laryngeal cancer, and voice disorder is one of the inevitable complications of this therapeutic component. This study aimed to compare the vocal function in patients with early-stage laryngeal cancer following laser surgery with healthy individuals with normal voice quality using acoustic analysis and the voice handicap index and to examine the correlation between the results of these two evaluations in each group.

Materials & Methods The current research is a descriptive-correlational and comparative study that was cross-sectioned using convenience sampling into two groups consisting of 60 men (Mean±SD of age 59.18±5.170 years) with early laryngeal cancer undergoing laser surgery as a patient group and 60 men (Mean±SD of age 56.68±5.491 years) with normal voice quality, and without any history of voice disorder as a control. The vocal function of participants was assessed using acoustic parameters (including jitter, shimmer, harmonic to noise ratio, fundamental frequency, smoothed cepstral peak prominence) and a 30-item Persian version of the voice handicap index questionnaire (including overall score and scores of physical, emotional and functional subscale). Then, data were analyzed using SPSS software, version 20, descriptive statistics, Kolmogorov-Smirnov, independent t-test, and Pearson correlation coefficient at the P<0.05.

Results The results show that the acoustic parameters and voice handicap index in the group undergoing laser surgery are significantly different from the control group (P<0.001). Also, a significant direct correlation between jitter and shimmer with total score and physical subscale of VHI, a significant inverse correlation between the harmonic-to-noise ratio and total score, functional and physical subscales of VHI, as well as between smoothed cepstral peak prominence with total score and all subscales of VHI (P<0.05). In addition, in the control group, there is no significant correlation between the acoustic parameters and the subscales of the voice handicap index (P<0.05).

Conclusion The findings of the acoustic analysis and the voice handicap index show impairment in vocal function and a decrease in voice-related quality of life (QoL) in patients with early laryngeal cancer after laser surgery. Furthermore, a significant correlation between the scores of the voice handicap index and acoustic analysis parameters, especially cepstral analysis indicates the necessity to pay attention to frequency-based analysis. Therefore the results of the present study emphasize the need for a comprehensive assessment of vocal function, providing voice therapy programs, and attention to psychological problems in patients with early laryngeal cancer after laser surgery.

Keywords Acoustic analysis, Voice handicap index, Laser surgery, Laryngeal cancer

Received: 05 Jul 2022
Accepted: 13 Nov 2022
Available Online: 01 Apr 2023

Corresponding Author:
Akbar Darouie, PhD.
Address: Department of Speech Therapy, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.
Tel: +98 (21) 22180043
E-Mail: adarouie@hotmail.com

English Version

Introduction

Cancers of the head and neck area are considered to be the most common malignancies of the body [1], and among its different types, it is particularly essential to pay attention to the involvement of the larynx area as the vital structure of the swallowing-respiratory system [2]. Statistics show that this type of cancer accounts for approximately 30% of all head and neck malignancies and 1% of all cancers, especially in the sixth and seventh decades of men's lives [3, 4]. This complication is shown in the form of irregular white or red localized thickenings in the videolaryngoscopy evaluation of microscopic manifestations, and based on the American Joint Committee on Cancer (AJCC) classification known as tumor node metastasis staging system (TNM), is divided into two growth stages consisting of early cancer (tumor size 0, I and II) and advanced laryngeal cancer (tumor size III and IV) [7]. After the appearance of the first clinical manifestations, the main goal and the first line of treatment measures in the medical field is to prevent progress, remove cancer cells and save the person's life; for this purpose, oncological treatments designed for patients with laryngeal cancer include a variety of surgical methods, radiation, and chemotherapy [8, 9] and in case of disease progression and to achieve the maximum result, a combination of the mentioned methods is prescribed for the disease control [10].

Studies show that in the early stages of disease progression, CO_2 transoral laser microsurgery (CO_2 TLM) is considered as one of the first options in the treatment of this complication due to fewer complications and a significant success rate of disease control [11]. While the clinical evidence of the voice field shows the spectrum experience of different severities of voice disorders in people treated with transoral laser microsurgery [14, 15], the evaluation of its different angles highly helps in choosing an approach appropriate to the individual's conditions and providing timely voice rehabilitation courses and programs to experts in this field.

In this regard, the proposed program resulting from the joint meeting of European laryngological society (ELS) considers the comprehensive evaluation of vocal function dependent on the combined use of objective, subjective analyzes and self-perceived evaluations [18]. Among the different types of voice evaluations, acoustic analysis of voice signal samples has become an essential component in the evaluation of vocal function during the last few decades due to easy application, repeatability, non-invasiveness, quantification, and objectivity [19]. The voice handicap index (VHI) questionnaire is also one of the most widely used self-reporting tools that examine psycho-social results and a sense of disability caused by voice disorders in different physical, emotional, and functional dimensions from the patient's point of view [29].

Regarding laryngeal cancer, the description and comparison of vocal characteristics of patients at different levels of disease progression and the evaluation of the correlation between objective evaluations and different instruments for measuring the voice-related quality of life (QoL) has been the subject of a limited number of studies. For example, the findings of Carlsen et al.'s study on 229 patients with various voice disorders, including laryngeal cancer, also show a correlation between voice handicap index and jitter, shimmer, and harmonic-to-noise ratio (HNR) parameters in this group [36].

The present study, by understanding the need for a comprehensive evaluation of voice characteristics and considering the complex nature of voice disorders, the knowledge gap, the unique features and the distinct structure of the Persian language and culture, using acoustic analysis and the voice handicap index, investigates the vocal quality, the existence of a correlation between objective evaluations and the perception of patients with early laryngeal cancers after transoral laser microsurgery and compares the findings obtained from the voice quality of healthy individuals so that it can be useful for researchers and therapists in this field by creating a clear picture of the vocal status of patients after the completion of oncological treatment courses.

Materials and Methods

The current research is a descriptive, correlational, and comparative study that was conducted cross-sectionally on 120 participants aged 18 to 65 years (with Mean±SD of age 51.72±8.681) in the form of two groups with laryngeal cancer and controls. The patient sample included 60 men with early laryngeal cancer and undergoing transoral laser mirosurgery, who were selected according to the inclusion criteria by the convenience sampling method in the routine visit of people referring to the ear, nose and throat clinic of Amir A'lam Hospital Complex. The control sample also included 60 men with normal voice quality, which was prepared by convinince sampling from healthy people of the population.

In this study, the inclusion criteria of subjects in the patient group included people who had undergone transoral laser microsurgery in glottis area due to early laryngeal cancer. It should be noted that in the present study, the characteristics of the lesion (including the stage and characteristics of the primary tumor) were determined according to the diagnosis of the ear, nose and throat specialist based on the TNM staging system [37] and based on the consensus of the results of direct laryngoscopy evaluation and the written report of the pathology laboratory from the biopsy of the lesion. The selection criteria for the control group included Farsi-speaking, no speech and language disorders, no history of any surgery in the head and neck area, and the presence of normal voice quality based on the perceptual judgment of a speech and language pathologist. In addition, in both groups, the exclusion criteria included a distortion of voice samples and the participants' unwillingness to cooperate. Table 1 presents other clinical information of participants with early laryngeal carcinoma.

In this study, to collect acoustic data from the analysis of the signal obtained from 3-5 s of continuous stretching of the vowel /a/ by jitter, shimmer, HNR fundamental frequency, fundamental frequency and the Cepstral peak prominence smoothed (CPPS) in Praat software, version 1.6.49 was used. In this way, after understanding the process and practicing the test related to sampling, the voice of the people were recorded using a voice recorder (Zoom brand model H1n with a sampling rate of 24 bits/96 kHz) at an angle of 45 degrees and a distance of 10 cm to the mouth of the participants in WAV format. It should be noted that the data related to the CPPS parameter was extracted according to the settings suggested by Fadke [39]. Then, the Persian version with 30 items of the voice voice handicap index was provided to the participants, and how to complete the questionnaire was explained.

In the present study, data were analyzed using SPSS software, version 20. Also, using the results of Kolmogorov Smirnov test, it was found that the data follow the normal distribution. Then, descriptive statistics, including calculation of central tendency and dispersion indices, independent t-test for between-group comparison and Pearson correlation test were used to examine intragroup relationships of the studied variables at a significance level of less than 0.05.

Results

This research was conducted with 120 male participants in the form of two groups of patients (60 people) and control (60 people). Table 2 presents the age information of the participants.

According to the descriptive findings in Table 2, the Mean±SD of the age of the patient group was 59.18±5.170 and the control group was 56.68±5.491 years. Table 3 also reports the results of the between-group comparison of acoustic parameter values.

Based on the findings of the above table, the mean values of acoustic analysis parameters, including jitter, shimmer and fundamental frequency of the patient group are significantly higher compared to the control group ($P<0.001$). Also, the mean values of the parameters of the HNR and the CPPS of the subjects undergoing transoral laser microsurgery were lower than healthy subjects of the control group, and these differences are also statistically significant ($P<0.001$). Table 4 presents the results of the comparison of the mean total score and the scores of functional, physical and emotional subscales.

The results of the between-group comparison of the VHI average and its subscales in the above table show a statistically significant difference between the patient and control groups ($P<0.001$). Table 5 presents the results of the correlation between the acoustic parameters with the total score and the scores of the subscales of the voice handicap index in the patient group.

As mentioned, Pearson's correlation coefficient was used to know the relationships between research variables in the patient group; the results indicated a direct and significant correlation between the jitter parameter and the

Table 1. Clinical Information of the patients with early laryngeal carcinoma after transoral laser microsurgery

No. (%)						
Cancer Stage		Smoking			Alcohol Drinking	
T1	T2	Non-smoker	Quit smoking >12 months	Smoker	Alcoholic person	Non-alcoholic person
21(35)	39(65)	3(5)	32(53.3)	25(41.6)	10(16.6)	50(83.3)

T1: Tumor size 1, T2: Tumor size 2.

Archives of
Rehabilitation

Table 2. Results of distribution of age variable in group

Group	No.	Age (y)	Mean±SD
Patients	60	49-65	59.18±5.170
Control	60	26-63	56.68±5.491
Total	120	26-65	51.72±8.681

Archives of Rehabilitation

total score (r=0.258 and P=0.046) and physical subscale scores (r=0.389 and P=0.002) of the voice handicap index. The same results were repeated regarding Shimmer and it was found that this parameter has a direct correlation with the total score (r=0.316 and P=0.014) and the physical subscale score (r=0.427 and P=0.001) of VHI. The HNR parameter has an inverse, weak and significant relationship with the total score (r=0.003 and P=-0.373) and the scores of physical (r=-0.427 and P=0.001) and functional (r=-0.332 and P=-0.010). Also, the CPPS parameter has an inverse and significant relationship with the total score (r=-0.486 and P=0.003) and the scores of three functional (r=-0.243 and P=0.042), physical (r=-0.338 and P=0.008) and emotional (r=0.486 and P=0.003) subscales of voice handicap index. On the other hand, according to the results of the correlation test, no significant relationship (P<0.05) was observed between the fundamental frequency and the subscales of the voice handicap index (Table 5). Table 6 presents the results of the correlation between the acoustic parameters with the total score and the scores of the subscales of the voice handicap index in the control group.

The results of Table 6 regarding the correlation test show no significant relationship between the acoustic parameters and the subscales of the voice handicap index in the control group (P<0.05).

Discussion

Squamous cell carcinoma of the larynx accounts for a significant share of head and neck cancers [2], and transoral laser microsurgery with a disease-free survival rate of 60% is one of the first control programs for this condition [42]. On the other hand, clinical evidence shows that after completing the duration of this oncological treatment, patients have faced numerous side effects in various aspects of daily life, the result of which endangers the health of vocal function and the physical, psychological and social aspects of a person's life [43]. Therefore, in the first step of the current study, the vocal characteristics of patients with early laryngeal cancer after transoral laser microsurgery were investigated by acoustic evaluations and the self-assessment scale of the voice handicap index, and the findings were compared with the information of the control group consisting of healthy individuals with normal voice quality. Then, the correlation of the results of acoustic evaluations with the total score and subscales of VHI was studied in the patient group.

The findings of the acoustic analysis of the voice signal in the group under transoral laser microsurgery show a significant difference in jitter, shimmer, HNR and CPPS parameters compared to the control group. This finding is consistent with the research results of Haddad et al. [48],

Table 3. The results of comparing the values of acoustic parameters between the patient and control groups

Variables	Mean±SD		T statistics	DF	P
	Patients	Control			
Jitter	3.503±2.231	1.030±0.813	3.717	73.548	<0.001
Shimmer	11.566±7.117	3.077±1.199	9.103	62.348	<0.001
Fundamental frequency	175.410±45.485	143.353±29.339	4.561	0.850	<0.001
HNR	6.902±4.870	11.519±4.131	-5.599	118	<0.001
CPPS	6.975±3.327	10.431±3.740	-6.441	118	<0.001

HNR: Harmonic-noise-ratio; CPPS: Cepstral peak prominence smoothed.

Archives of Rehabilitation

Table 4. The results of comparing the mean total scores and subscales of voice handicap index between patients and control groups

Variables	Mean±SD		t Statistics	DF	P
	Patients	Control			
Functional scale	22.05±4.417	2.58±1.109	33.113	66.413	<0.001
Physical scale	22.23±5.619	2.68±1.408	26.142	66.382	<0.001
Emotional scale	18.30±4.507	2.70±1.476	25.478	71.516	0.001
Total	62.62±12.155	10.30±4.093	31.597	72.214	<0.001

Archives of
Rehabilitation

Vilaseca et al. [49] and Karlsen et al. [36]. Because inflammation, swelling and scar formation in the vocal folds are inevitable complications of transoral laser surgery and affect the health of phonation [17, 50]. This issue is considered to be one of the long-term complications of surgery in tumors of the glottis area and is the basis for a range of functional disorders; therefore, it seems that the observed difference is related to the formation of uneven scar surfaces in the vibrating parts of the vocal folds, which by changing the viscoelasticity property and reducing the vibration power [51] has led to the lack of periodicity and coordination in the vibration cycle, the result of which is evident in the acoustic analysis of the audio signal. [52]. Also, in the present study, a significant increase in the fundamental frequency parameter was observed in the patient group. This finding is consistent with the results of Luo et al.'s study [53] and inconsistent with the results of Haddad et al.'s study [48]. This issue can be justified for two reasons. The first reason is related to the factors affecting the physical changes of the fundamental frequency, which consists of the components of length, mass, and tension force of vocal folds [53]; therefore, it is expected that the fundamental frequency will increase by reducing the mass caused by vocal fold surgery. The second reason is also related to the inevitable changes in the sensory-motor components of the larynx after transoral laser microsurgery, which people compensate by hyper functioning the internal and external muscles of the larynx, which leads to a strained and hoarsed quality of voice.

Also, the results of comparing the total scores and subscales of the voice handicap index in people undergoing transoral laser microsurgery with healthy people indicated a significant difference in the QoL of patients undergoing trasoral laser microsurgery with the control group. Because voice disorders affect the communication, social interactions and QoL of a person and lead to many problems in different dimensions of emotional, social and economic life. In this way, despite the remarkable success of transoral laser microsurgery in controlling malignancy, it

Table 5. The results of investigating the correlation between acoustic parameters with the total score and scores of the subscales of the voice handicap index in the patient group

Variables	Voice Handicap Index							
	Functional Scale		Emotional Scale		Physical Scale		Total	
	p	r	p	r	p	r	p	r
Jitter	0.077	0.230	0.849	-0.025	0.002	0.389	0.046	0.258
Shimmer	0.061	0.243	0.614	0.066	0.001	0.427	0.014	0.316
HNR	0.010	-0.332	0.278	0.142	0.001	-0.427	-0.373	0.003
Base frequency	0.611	-0.067	0.921	-0.113	0.871	-0.179	0.392	-0.113
CPPS	0.042	-0.243	0.032	-0.101	0.008	-0.338	0.003	-0.486

HNR: Harmonic-noise-ratio; CPPS: Cepstral peak prominence smoothed.

Archives of
Rehabilitation

Table 6. The results of the correlation between the acoustic parameters with the total score and the scores of the subscales of the voice handicap index in the control group

Variables	Voice Handicap Index							
	Functional Scale		Emotional Scale		Physical Scale		Total	
	p	r	p	r	p	r	p	r
Jitter	0.436	-0.102	0.490	-0.091	0.149	-0.189	0.079	0.228
Shimmer	0.899	0.017	0.476	-0.094	0.20	-0.165	0.308	-0.134
HNR	0.956	0.007	0.544	-0.080	0.680	-0.054	0.414	-0.108
Fundamental frequency	0.879	-0.015	0.226	-0.159	0.989	-0.002	0.357	-0.121
CPPS	0.857	0.005	0.691	-0.052	0.561	-0.077	0.530	-0.083

Abbreviations: HNR: Harmonic-noise-ratio; CPPS: Cepstral peak prominence smoothed.

Archives of Rehabilitation

is necessary to pay attention to psychological issues and QoL of people by presenting an integrated program along with conventional medical interventions and voice rehabilitation.

Other findings of this study include the non-correlation of acoustic parameters and the voice handicap index in the control group and the significant inverse correlation of the total scores and the scores of the subscales of the voice handicap index with the parameter of CPPS. These results regarding the correlation of other acoustic parameters did not exist completely. A possible explanation is that cepstral analysis have been the best available method to evaluate voice quality even in samples with high degree of hoarseness due to the high correlation with breathiness and voice harshness components in both vowel and continuous speech tests [19, 54], while studies show that the accuracy of the values of time-based parameters in the mentioned samples is doubtful [55]. Therefore, it is recommended that, along with physical and functional evaluation, the patient's experiences of his/her voice should be checked and supplemented with objective and more accurate measures, such as frequency-based analysis.

Conclusion

In the present study, acoustic analysis and voice handicap index showed a significant difference between the group undergoing transoral laser microsurgery and healthy individuals, which emphasizes the need for voice rehabilitation and attention to psychological and social issues in the treatment planning of this group of patients.

Also, a significant correlation is observed between the voice handicap index and the acoustic analysis parameters, especially the Cepstral analysis. Therefore, consensus and comprehensive examination of vocal function with subjective and objective measures and attention to patient experiences provide useful information to specialists and therapists in the field of evaluation and rehabilitation of patients with cancer and undergoing laryngeal laser microsurgery. One of the limitations of the present study was the lack of examination of women with laryngeal cancer due to the low frequency and lack of access to this population. Therefore, it is suggested to pay special attention to this group in future studies. It is also recommended that in future studies, the vocal function of patients with advanced levels of laryngeal cancer and those treated with a combination of interventions, such as radiation and chemotherapy and including a set of comprehensive evaluations, such as aerodynamic evaluations and videolaryngosteroscopy should be considered.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

The current research has been registered by the ethics committee in Biomedical Research of the University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences with the number IR.USWR.REC.1400.002. In line with the protection of ethical principles, after providing explanations about the purpose and process of the study, informed consent was received from all participants so that they could withdraw from the study at any time if they did not want to cooperate. Also, all the people were assured that the collected information will be used only for scientific purposes and will be recorded confidentially without mentioning names.

Funding

The present article is derived from the Phd thesis of Arezoo Hasanvand in the Speech Therapy Department of the University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, and has no financial support.

Authors' contributions

Conceptualization: All authors; Methodology: Arezoo Hasanvand, Akbar Darouie, Samira Aghadoost and Enayatollah Bakhshi; Supervision: Akbar Darouie, Samira Aghadoost; Analysis: Arezoo Hasanvand, Akbar Darouie and Enayatollah Bakhshi; Writing the draft: Arzoo Hasanvand; Editing and finalization of the article: All authors.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We sincerely thank and appreciate all the participants, the management and the respected staff of the Ear, Throat And nose clinic of Amir A'lam Hospital Complex who helped us in conducting this research.

مقاله پژوهشی

بررسی عملکرد صوتی بیماران مبتلا به سرطان اولیه حنجره پس از جراحی لیزری

آرزو حسن‌وند[۱]، *اکبر دارویی[۱]، سمیرا آقادوست[۲]، پیمان دبیرمقدم[۳]، عنایت‌اله بخشی[۴]

۱. گروه آموزشی گفتاردرمانی، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران.
۲. گروه آموزشی گفتاردرمانی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم‌پزشکی تهران، تهران، ایران.
۳. مرکز تحقیقات گوش و حلق و بینی، دانشگاه علوم‌پزشکی تهران، تهران، ایران
۴. گروه آموزشی آمار زیستی و اپیدمیولوژی، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران

Use your device to scan and read the article online

Citation Hasanvand A, Darouie A, Aghadoost S, Dabirmoghaddam P, Bakhshi E. The Study of Vocal Function in Patients With Early Laryngeal Carcinoma After Transoral Laser Microsurgery. Archives of Rehabilitation. 2023; 24(1):114-131. https://doi.org/10.32598/RJ.24.1.3615.1

https://doi.org/10.32598/RJ.24.1.3615.1

CC BY NC

چکیده

اهداف امروزه جراحی لیزری به‌عنوان یکی از اولین گزینه‌های کنترل و درمان سرطان اولیه حنجره محسوب می‌شود و اختلال صدا جزء عوارض گریزناپذیر این شیوه درمانی است. مطالعه حاضر با هدف مقایسه عملکرد صوتی بیماران مبتلا به سرطان اولیه حنجره پس از جراحی لیزری، با افراد سالم دارای کیفیت بهنجار صدا، به کمک تحلیل آکوستیک و شاخص معلولیت صدا و نیز بررسی همبستگی نتایج این دو ارزیابی در هریک از گروه‌ها صورت گرفت.

روش بررسی مطالعه حاضر پژوهشی توصیفی‌همبستگی و مقایسه‌ای است که به شیوه مقطعی و با استفاده از نمونه‌گیری در دسترس به مقایسه عملکرد صوتی ۲ گروه متشکل از ۶۰ مرد (با میانگین سنی ۵/۱۷۰±۵۹/۱۸ سال) مبتلا به سرطان اولیه حنجره و تحت جراحی لیزری به‌عنوان گروه بیماران و ۶۰ مرد (با میانگین سنی ۵/۴۹۱±۵۶/۶۸ سال) با کیفیت صوتی بهنجار بدون هرگونه سابقه اختلال صدا به‌عنوان گروه کنترل پرداخته است. عملکرد صوتی شرکت‌کنندگان با استفاده از پارامترهای آکوستیک (شامل جیتر، شیمر، نسبت هارمونی به نویز، فرکانس پایه، برجسته‌ترین قله تعدیل‌شده سپستروم) و نسخه ۳۰ گویه‌ای و فارسی پرسش‌نامه شاخص معلولیت صدا (شامل نمره کل و نمرات خرده‌مقیاس‌های جسمی، عاطفی و عملکردی) ارزیابی شد. سپس مقادیر به‌دست‌آمده با استفاده از نسخه ۲۰ نرم‌افزار آماری SPSS، شاخص‌های آمار توصیفی، آزمون‌های کولموگروف‌اسمیرنوف، تی مستقل و آزمون همبستگی پیرسون در سطح معناداری P<۰/۰۵ موردبررسی قرار گرفت.

یافته‌ها نتایج نشان می‌دهد پارامترهای تحلیل آکوستیک و شاخص معلولیت صدا در گروه تحت جراحی لیزری با گروه کنترل تفاوت معنادار دارد (P<۰/۰۰۱). همچنین در گروه بیماران همبستگی معنادار مستقیم بین پارامترهای جیتر و شیمر با نمره کل و خرده‌مقیاس جسمی، همبستگی معنادار معکوس بین نسبت هارمونی به نویز و نمره کل و نمرات خرده‌مقیاس‌های عملکردی و جسمی و نیز برجسته‌ترین قله تعدیل‌شده سپستروم با نمره کل و نمرات خرده‌مقیاس‌های شاخص معلولیت صدا وجود دارد (P<۰/۰۵). به‌علاوه در گروه کنترل رابطه معناداری بین پارامترهای آکوستیک و خرده‌مقیاس‌های شاخص معلولیت صدا وجود ندارد (P<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری یافته‌های حاصل از تحلیل آکوستیک و شاخص معلولیت صدا نشان‌دهنده اختلال در عملکرد صوتی و کاهش کیفیت زندگی وابسته به صدا در بیماران مبتلا به سرطان اولیه حنجره پس از جراحی لیزری است. همچنین وجود همبستگی معنادار بین نمرات شاخص معلولیت صدا و پارامترهای تحلیل آکوستیک به‌ویژه تحلیل سپسترال در گروه بیماران بر لزوم توجه به ارزیابی‌های فرکانس وابسته اشاره دارد. ازاین‌رو درمجموع نتایج مطالعه حاضر، بر سنجش همه‌جانبه عملکرد صوتی، ارائه برنامه‌های صوت‌درمانی پس از جراحی و توجه به وجوه مختلف کیفیت زندگی بیماران مبتلا به سرطان اولیه حنجره پس از جراحی لیزری تأکید می‌کند.

کلیدواژه‌ها تحلیل آکوستیک، شاخص معلولیت صدا، جراحی لیزری، سرطان حنجره

تاریخ دریافت: ۱۴ تیر ۱۴۰۱
تاریخ پذیرش: ۲۲ آبان ۱۴۰۱
تاریخ انتشار: ۱۱ دی ۱۴۰۱

* **نویسنده مسئول:**
دکتر اکبر دارویی
نشانی: تهران، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، گروه آموزشی گفتاردرمانی.
تلفن: ۲۲۱۸۰۰۴۳ (۲۱) ۹۸+
رایانامه: adarouie@hotmail.com

مقدمه

سرطان‌های ناحیه سر و گردن از شایع‌ترین بدخیمی‌های بدن محسوب شده [۱] و از بین انواع متفاوت آن، توجه به درگیری‌های ناحیه حنجره به‌عنوان مهم‌ترین ساختار سیستم بلعی‌تنفسی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۲]. آمارها نشان می‌دهد این نوع سرطان به‌طور تقریبی سهمی ۳۰ درصدی از مجموع بدخیمی‌های ناحیه سر و گردن و ۱ درصد از کل سرطان‌ها را به‌خصوص در دهه ششم و هفتم زندگی مردان به خود اختصاص می‌دهد [۳، ۴]. بررسی مهم‌ترین عوامل مستعدکننده و خطرساز بروز سرطان حنجره تا به امروز موضوع بسیاری از مطالعات اپیدمیولوژیک بوده است. یافته‌های پژوهشی در موارد متعدد به نقش فاکتورهای ژنتیکی، شغلی، عادات شخصی و علل التهابی و عفونی در شکل‌گیری و تشدید این مشکل جهانی حوزه سلامت اشاره می‌کنند [۴-۶]. این عارضه که در ارزیابی ویدئولارنگوسکوپی تظاهرات مایکروسکوپی خود را به شکل ضخیم‌شدگی‌های موضعی بی‌نظم سفید یا قرمزرنگ حاصل از تجمع کراتوز در یک یا ترکیبی از سطوح فوق‌چاکنای، چاکنای و زیرچاکنای نمایان می‌کند، براساس طبقه‌بندی کمیته مشترک سرطان آمریکا[1] سیستم مرحله‌بندی تومور، غدد لنفاوی، متاستاز[2] به ۲ مرحله رشدی متشکل از سرطان اولیه (سایز تومور 0، I و II) و سرطان پیشرفته حنجره (سایز تومور III و IV) تقسیم می‌شود [۷]. به‌طورکلی پس از ظهور اولین تظاهرات بالینی هدف اصلی و خط اول اقدامات درمانی حوزه پزشکی، جلوگیری از پیشرفت، حذف سلول‌های سرطانی و حفظ حیات فرد است. بدین‌منظور درمان‌های آنکولوژیک طراحی‌شده برای بیماران مبتلا به سرطان حنجره شامل انواعی از شیوه‌های جراحی، پرتو و شیمی‌درمانی است [۸, ۹] که در صورت پیشرفت بیماری و به‌منظور حصول حداکثر نتیجه، تلفیقی از روش‌های نامبرده جهت کنترل بیماری برای فرد مبتلا تجویز می‌شود [۱۰].

مطالعات نشان می‌دهد در مراحل اولیه پیشرفت بیماری، جراحی میکروسکوپی با لیزر کربن دی‌اکسید[3] به دلیل عوارض کمتر و نرخ موفقیت قابل‌توجه کنترل بیماری، به‌عنوان یکی از اولین گزینه‌ها در درمان این عارضه مطرح است [۱۱]. این درمان به‌عنوان یکی از پیشرفت‌های مهم حوزه پزشکی، علی‌رغم وجود مزایایی نظیر طول کوتاه دوره نقاهت، عدم خون‌ریزی، تخریب پایانه‌های عصبی سلول‌های سرطانی، ظرافت در خروج بدخیمی و آسیب کمتر به بافت‌های سالم اطراف تومور، عدم ایجاد تورم، خشکی بافتی و غلیظ‌شدگی طولانی‌مدت ترشحات، همانند سایر عمل‌های جراحی، با عوارضی نظیر تشکیل بافت اِسکار، اختلال موقت در حس چشایی و در مواردی با عفونت و سوختگی بافتی همراه است [۱۲، ۱۳]. شواهد بالینی حوزه صدا نیز نشان‌دهنده تجربه طیفی از شدت‌های مختلف اختلالات صوتی در افراد تحت درمان با جراحی لیزری است [۱۴، ۱۵] که ارزیابی زوایای مختلف آن کمک شایانی به انتخاب رویکردی متناسب با شرایط فرد و ارائه دوره‌ها و برنامه‌های توان‌بخشی صوتی به‌موقع به متخصصین این حوزه می‌کند. به عبارت دیگر افراد مبتلا به مراحل اولیه سرطان حنجره پس از اتمام درمان‌های آنکولوژیک اختلال صدایی را تجربه کرده که با گذشت زمان و به‌صورت خودبه‌خودی التیام نیافته و فرد وارد چرخه معیوب جدیدی شده که به دلیل بر هم خوردن تعادل زیرسیستم‌های گفتاری، مانع از تولید صدایی سالم می‌شود [۱۶]. همان‌طور که نتایج مطالعه مروری برِنسکی نشان می‌دهد عوارضی نظیر التهاب، تورم و تشکیل بافت اِسکار به‌عنوان پدیده‌های اجتناب‌ناپذیرِ حاصل از جراحی لیزری با گذشت زمان و رعایت نکات بهداشتی رو به کاهش می‌گذارد، اما به دلیل تغییر خاصیت ویسکوالاستیسیتهٔ[4] چین‌های صوتی و کاهش توان ارتعاشی بافت‌ها، در آواسازی افراد تداخلی جدی ایجاد می‌شود که زمینه‌ساز بروز اختلالات ثانویه و عملکردی صدا خواهد شد [۱۷]. بدین‌ترتیب علی‌رغم حذف بدخیمی، بیماران پس از ترخیص با مشکلات صوتی مضاعفی نظیر افزایش تنش در عضلات داخلی و خارجی حنجره مواجه شده که ضمن تداخل در شرایط بهبود پس از جراحی، کیفیت صدای متفاوتی با افراد سالم همتای خود را تجربه می‌کنند [۱۶].

در این راستا برنامه پیشنهادی حاصل از نشست مشترک حنجره شناسان اروپایی[5] ارزیابی جامع عملکرد صوتی را منوط به کاربرد تلفیقی از تحلیل‌های عینی (نظیر تحلیل آکوستیک، آیرودینامیک، ویدئولارنگواستروبوسکوپی)، ذهنی (نظیر ارزیابی ادراک شنیداری) و ارزیابی‌های خود ادراکی (نظیر انواع پرسش‌نامه‌های کیفیت زندگی وابسته به صدا) می‌داند [۱۸]. از بین انواع مختلف ارزیابی‌های حوزه صدا، تحلیل آکوستیک نمونه‌های صوتی به دلیل کاربرد آسان، قابلیت تکرار، غیرتهاجمی بودن، کمّی‌سازی، عینیت و ارائه بازخورد و مستندسازی در طول چند دهه اخیر تبدیل به مؤلفه‌ای ضروری در ارزیابی عملکرد صوتی شده است [۱۹]. از طرفی علی‌رغم کاربرد تشخیصی روش‌های عینی، استفاده صرف از این نوع ارزیابی‌ها اطلاعاتی در خصوص ماهیت و تأثیر اختلال بر ابعاد کیفی زندگی از دیدگاه فرد مبتلا فراهم نمی‌کند [۲۰، ۲۱]. اهمیت این موضوع به‌ویژه در اختلالات مزمنی نظیر سرطان حنجره که فرد حتی پس از کنترل بیماری، متحمل فشارهای روانی متأثر از فرایند طولانی درمان و شرایط نامساعد فیزیولوژیک ناشی از ترمیم زخم و عوارض جانبی آن می‌شود، دوچندان است [۲۲]. در این راستا چارچوب مفهومی طبقه‌بندی بین‌المللی عملکرد، ناتوانی و سلامت[6] نیز ضمن اشاره به پیامدهای متعدد فیزیولوژیک و اجتماعی متعاقب ابتلا به

1. American Joint Committee (AJCC)
2. Tumor Node Metastasis Staging System (TNM)
3. CO_2 Transoral Laser Microsurgery (CO_2 TLM)
4. Viscoelasticity
5. European Laryngological Society (ELS)
6. International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)

اختلالات مزمن، توجه به جوانب کیفی زندگی بیماران مبتلا به سرطان‌های سر و گردن را امری ضروری تلقی می‌کند [۲۳, ۲۴]. چراکه بروز اختلالات صدا به دلیل تأثیر بر وجوه مختلف جسمی، عاطفی، اجتماعی و حرفه‌ای بیماران، اثرات نامطلوبی بر کیفیت زندگی آن‌ها بر جای می‌گذارد [۲۵-۲۷] که سنجش چنین تجارب ذهنی با پارامترهای عینی عملاً امکان‌پذیر نیست [۲۸]. ازاین‌رو امروزه استفاده از نتایج ابزارهای مبتنی بر ادراک بیمار مرجع اتخاذ تصمیم‌گیری‌های عرصه بالینی محسوب شده و اندازه‌گیری کیفیت زندگی وابسته به صدا تبدیل به جزئی تفکیک‌ناپذیر از ارزیابی بیماران مبتلا به انواع اختلالات صوتی شده است. پرسش‌نامه شاخص معلولیت صدا[7] یکی از پرکاربردترین ابزارهای خودگزارش‌دهی است که از دیدگاه بیمار به بررسی نتایج روانی‌اجتماعی و احساس معلولیت ناشی از اختلالات صدا در ابعاد مختلف جسمی، عاطفی و عملکردی می‌پردازد [۲۹]. ازاین‌رو باتوجه‌به نقش پررنگ مقوله زبان در تنوع ویژگی‌های صوتی [۳۰، ۳۱] و تأثیر نظام فرهنگی‌ارزشی جامعه بر ابعاد مختلف کیفیت زندگی [۳۲]، لزوم ارزیابی عینی و کیفی صدا و نیز بررسی میزان همبستگی نتایج حاصل در زبان، فرهنگ و اختلالات صوتی مختلف محرز است.

در خصوص سرطان حنجره اکثر مطالعات موجود به توصیف و مقایسه ویژگی‌های صوتی بیماران در سطوح مختلف پیشرفت بیماری و بررسی سیر بهبود پس از انواع درمان‌های آنکولوژیک می‌پردازند. به‌عنوان مثال یافته‌های پژوهش طولی همزنی[8] و همکارانش با استفاده از مجموعه‌ای از ارزیابی‌ها شامل شاخص معلولیت صدا، ارزیابی ادراک شنیداری، حداکثر زمان آواسازی و پارامترهای آکوستیک در ۱۶۴ بیمار مبتلا به سرطان حنجره پس از جراحی لیزری نشان می‌دهد کیفیت ادراکی صدای این گروه از بیماران در بازه زمانی ۳ تا ۶ ماه پس از درمان با لیزر کربن دی‌اکسید به‌طور قابل‌توجهی بهبود می‌یابد [۳۳]. به‌علاوه بررسی میزان همبستگی بین ارزیابی‌های عینی و ابزارهای مختلف سنجش کیفیت زندگی وابسته به صدا موضوع تعداد محدودی از مطالعات بوده است [۳۴-۳۶]. به‌عنوان مثال، نتایج مطالعات کسپر و همکاران [۳۴] و پورتون و همکاران [۳۵] به وجود همبستگی معکوس و قوی نمرات پرسش‌نامه شاخص معلولیت صدا و کیفیت زندگی وابسته به صدا[9] اشاره می‌کند. یافته‌های مطالعه کارلسن و همکاران در ۲۲۹ بیمار مبتلا به انواع اختلالات صدا، ازجمله سرطان حنجره نیز وجود همبستگی مستقیم ضعیف بین نمرات شاخص معلولیت صدا و پارامترهای جیتر، شیمر و نیز همبستگی معکوس ضعیف بین شاخص معلولیت صدا و نسبت هارمونی به نویز را در این گروه نشان می‌دهد [۳۶].

مطالعه حاضر با درک لزوم ارزیابی جامع ویژگی‌های صوتی و باتوجه‌به ماهیت پیچیده اختلال صدا، خلأ دانشی، ویژگی‌های منحصربه‌فرد و ساختار متمایز زبان و فرهنگ فارسی، با استفاده از تحلیل آکوستیک و شاخص معلولیت صدا کیفیت صوتی، وجود همبستگی بین ارزیابی‌های عینی و ادراکی بیماران مبتلا به سرطان‌های اولیه حنجره پس از جراحی لیزری را بررسی و یافته‌های حاصل را با کیفیت صدای بهنجار در افراد سالم مقایسه کرد تا در ایجاد تصویری روشن از وضعیت صوتی بیماران پس از اتمام دوره‌های درمانی آنکولوژیک برای محققین و درمانگران این حوزه مثمر ثمر واقع شود. ازاین‌رو به نظر می‌رسد نتایج پژوهش حاضر در بررسی لزوم توان‌بخشی صوتی بیماران مبتلا به سرطان حنجره پس از جراحی و در راستای کاهش و مدیریت عواقب مذکور استفاده شود.

روش‌ها

پژوهش حاضر یک مطالعه توصیفی است که به شیوه مقطعی به مقایسه و بررسی همبستگی ویژگی‌های صوتی ۱۲۰ شرکت‌کننده ۱۸ تا ۶۵ ساله (با میانگین سنی ۵۱/۷۲ سال و انحراف معیار ۸/۶۸۱) در قالب دو گروه مبتلا به سرطان حنجره و کنترل صورت گرفت. نمونه بیمار متشکل از ۶۰ مرد مبتلا به سرطان اولیه حنجره و تحت جراحی لیزری بود که باتوجه‌به معیارهای ورود به شیوه نمونه‌گیری در دسترس در ویزیت روتین افراد مراجعه‌کننده به درمانگاه گوش، حلق و بینی مجتمع بیمارستانی امیراعلم انتخاب شدند. نمونه کنترل نیز شامل ۶۰ مرد با کیفیت بهنجار صدا بود که به شیوه نمونه‌گیری در دسترس از افراد سالم جامعه انتخاب شدند.

در این مطالعه که در بازه زمانی تیر تا آذر سال ۱۴۰۰ صورت گرفت، معیار شمول آزمودنی‌ها در گروه بیماران، شامل افرادی بود که به دلیل ابتلا به سرطان اولیه حنجره تحت جراحی لیزری در ناحیه چاکنای قرار گرفته بودند. همچنین معیارهای عدم وجود نقایص حسی بینایی و شنوایی، بیماری‌های عصبی یا ادراکی‌شناختی، عدم وجود بدخیمی در سایر اندام‌ها و دستگاه‌های بدن نظیر سیستم لنفاوی، عدم دریافت درمان‌های آنکولوژیک مکمل نظیر پرتو و شیمی‌درمانی، عدم سابقه عود ضایعه و قرار داشتن در بازه زمانی ۶ تا ۲۴ ماه پس از جراحی لیزری به‌عنوان سایر معیارهای ورود گروه بیماران در نظر گرفته شد.

در پژوهش حاضر تعیین مشخصات ضایعه (اعم از مرحله و مشخصات تومور اولیه) طبق تشخیص متخصص گوش، حلق و بینی بر مبنای سیستم مرحله‌بندی تومور، غدد لنفاوی، متاستاز [۳۷] و براساس اجماع نتایج حاصل از ارزیابی لارنگوسکوپی مستقیم و گزارش کتبی آزمایشگاه آسیب‌شناسی از نمونه‌برداری ضایعه صورت گرفت. معیارهای انتخاب افراد گروه کنترل نیز شامل این موارد بود: ۱. فارسی‌زبان؛ ۲. فاقد هرگونه اختلال گفتار

7. Voice Handicap Index (VHI)
8. Hamzany
9. Voice Related Quality of Life (V-RQOL)

و زبان؛ ۳. عدم سابقه هرگونه جراحی در ناحیه سر و گردن؛ ۴. وجود کیفیت بهنجار صدا براساس قضاوت ادراکی آسیب‌شناس گفتار و زبان. همچنین به دلیل همزمانی اجرای پژوهش با همه‌گیری ویروس کووید-۱۹ و باتوجه‌به تأثیر اجتناب‌ناپذیر وضعیت سلامت سیستم تنفسی فوقانی بر کیفیت صدا [۳۸]، افرادی جهت شرکت در پژوهش انتخاب شدند که طی ۳ ماه گذشته به کروناویروس مبتلا نشده و یا در روز نمونه‌گیری علائمی از سرماخوردگی و آلرژی نشان ندادند. به‌علاوه در هر ۲ گروه مخدوش بودن نمونه‌های صوتی و عدم تمایل شرکت‌کنندگان به همکاری نیز به‌عنوان شروط خروج از پژوهش محسوب شد. سایر اطلاعات بالینی شرکت‌کنندگان مبتلا به سرطان اولیه حنجره در جدول شماره ۱ ذکر شده است.

در مطالعه پیش‌رو به‌منظور گردآوری داده‌های آکوستیک از تحلیل سیگنال حاصل از ۳ تا ۵ ثانیه کشش پیوسته واکه /a/ به کمک پارامترهای جیتر، شیمر، نسبت هارمونی به نویز، فرکانس پایه و برجسته‌ترین قله تعدیل‌شده سپستروم[10] در نرم‌افزار پرات (نسخه ۶/۱/۴۹) بهره گرفته شد. بدین‌ترتیب پس از تفهیم روند و تمرین آزمایه مرتبط با نمونه‌گیری، شرکت‌کنندگان در اتاقک آکوستیک در حالت نشسته بر روی صندلی قرار گرفتند و درحالی‌که سر در راستای بدن و ستون فقرات بود صدای آن‌ها به‌وسیله دستگاه ضبط صدا (برند Zoom مدل H1n با نرخ نمونه‌برداری ۲۴ بیت بر ۹۶ کیلوهرتز) با زاویه ۴۵ درجه و فاصله ۱۰ سانتی‌متری تا دهان شرکت‌کنندگان با فرمت wave ضبط شد. استخراج داده‌های مرتبط با پارامتر برجسته‌ترین قله تعدیل‌شده سپستروم طبق تنظیمات پیشنهادی فادکه [۳۹] انجام شد.

سپس نسخه فارسی و ۳۰ گویه‌ای شاخص معلولیت صدا در اختیار شرکت‌کنندگان قرار گرفت و در خصوص نحوه تکمیل پرسش‌نامه توضیحاتی به افراد ارائه شد. افراد به هریک از سؤالات پرسش‌نامه براساس مقیاس ۵ درجه‌ای لیکرت نمره‌ای از صفر تا ۴ (صفر: هرگز؛ ۱: تقریباً هرگز؛ ۲: گاهی اوقات؛ ۳: تقریباً همیشه؛ ۴: همیشه) اختصاص دادند. بدین‌ترتیب نمره کل فرد که عددی بین صفر تا ۱۲۰ و نمره هر خرده‌آزمون (مشتمل بر ۱۰ گویه) در ۳ حوزه جسمی، عملکردی و عاطفی که عددی بین صفر تا ۴۰ بود به تفکیک محاسبه و گزارش شد. در این مقیاس کسب نمره بالاتر به معنای احساس معلولیت بیشتری است که افراد متعاقب مشکل صوتی خود گزارش می‌کنند [۴۰]. این مقیاس که اولین‌بار در سال ۱۹۹۷ یاکوبسون و همکارانش معرفی‌اش کردند، ادراک و تجارب بیمار از میزان معلولیت مرتبط با اختلال صدا را ارزیابی می‌کند [۴۰]. مرادی و همکاران نیز ضمن انطباق پرسش‌نامه مذکور به زبان فارسی نشان دادند همسانی درونی این مقیاس برای نمره کلی پرسش‌نامه برابر با ضریب آلفای کرونباخ ۰/۸۷ و برای خرده‌آزمون‌های جسمی، عملکردی و عاطفی به ترتیب ۰/۸۴، ۰/۸۶ و ۰/۹۱ است. همچنین پایایی کلی پرسش‌نامه برابر با ۰/۹۶ و برای ۳ خرده‌آزمون جسمی، عملکردی و عاطفی به ترتیب ۰/۹۳، ۰/۹۳ و ۰/۹۴ گزارش شده است [۴۱].

در پژوهش حاضر تحلیل داده‌ها با استفاده از نسخه ۲۰ نرم‌افزار آماری SPSS انجام شد. همچنین با استفاده از نتایج آزمون کولموگروف‌اسمیرنوف مشخص شد داده‌ها از توزیع نرمال تبعیت می‌کنند. سپس از پارامترهای آمار توصیفی شامل محاسبه شاخص‌های تمایل مرکزی و پراکندگی به‌منظور توصیف داده‌ها، آزمون تی‌مستقل جهت مقایسه پارامترهای آکوستیک و نمرات شاخص معلولیت صدا بین گروه بیماران و کنترل و آزمون همبستگی پیرسون جهت بررسی روابط متغیرهای آکوستیک با شاخص معلولیت صدا به تفکیک گروه و در سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها

این پژوهش با ۱۲۰ شرکت‌کننده مرد در قالب ۲ گروه بیماران (۶۰ نفر) و کنترل (۶۰ نفر) اجرا شد. اطلاعات سنی شرکت‌کنندگان در جدول شماره ۲ ذکر شده است.

براساس یافته‌های توصیفی جدول شماره ۲ میانگین و انحراف معیار سنی گروه بیماران ۵/۱۷۰±۵۹/۱۸ و گروه کنترل ۵/۴۹۱±۵۶/۶۸ سال بود. در جدول شماره ۳ نیز نتایج مقایسه بین‌گروهی مقادیر پارامترهای آکوستیک گزارش شده است.

همان‌طور که در مندرجات جدول شماره ۳ مشاهده می‌شود، میانگین مقادیر حاصل از پارامترهای تحلیل آکوستیک شامل جیتر، شیمر و فرکانس پایه گروه بیماران در مقایسه با گروه کنترل ازنظر آماری به‌طور معناداری بیشتر است (P<۰/۰۰۱).

10. Smoothed Cepstral Peak Prominence (CPPS)

جدول ۱. اطلاعات بالینی گروه بیماران مبتلا به سرطان اولیه حنجره پس از جراحی لیزری

تعداد (درصد)						
مرحله سرطان		استعمال سیگار			مصرف مشروبات الکلی	
T1	T2	غیرسیگاری	ترک سیگار > ۱۲ ماه	سیگاری	مصرف‌کننده	عدم مصرف
۲۱(۳۵)	۳۹(۶۵)	۳(۵)	۳۲(۵۳/۳)	۲۵(۴۱/۶)	۱۰(۱۶/۶)	۵۰(۸۳/۳)

T1: تومور سایز ۱
T2: تومور سایز ۲

توانبخشی

جدول ۲. نتایج توزیع متغیر سن به تفکیک گروه

گروه	تعداد	دامنه سنی (سال)	میانگین (سال)±انحراف معیار
بیمار	۶۰	۴۹ تا ۶۵	۵۹/۱۸±۵/۱۷۰
کنترل	۶۰	۲۶ تا ۶۳	۵۶/۶۸±۵/۴۹۱
کل	۱۲۰	۲۶ تا ۶۵	۵۱/۷۲±۸/۶۸۱

توانبخشی

جدول ۳. نتایج مقایسه مقادیر پارامترهای آکوستیک بین گروه بیماران و کنترل

متغیر	بیماران	کنترل	آماره تی	درجه آزادی	سطح معناداری
	میانگین±انحراف معیار				
جیتر	۳/۵۰۳±۲/۲۳۱	۱/۰۳۰±۰/۸۱۳	۳/۷۱۷	۷۳/۵۴۸	<۰/۰۰۱
شیمر	۱۱/۵۶۶±۷/۱۱۷	۳/۰۷۷±۱/۱۹۹	۹/۱۰۳	۶۲/۳۴۸	<۰/۰۰۱
فرکانس پایه	۱۷۵/۴۱۰±۴۵/۴۸۵	۱۴۳/۳۵۳±۲۹/۳۳۹	۴/۵۶۱	۱۰۰/۸۵۰	<۰/۰۰۱
نسبت هارمونی به نویز	۶/۹۰۲±۴/۸۷۰	۱۱/۵۱۹±۴/۱۳۱	-۵/۵۹۹	۱۱۸	<۰/۰۰۱
برجسته‌ترین قله تعدیل‌شده سپستروم	۶/۹۷۵±۳/۳۲۷	۱۰/۴۳۱±۳/۷۴۰	-۶/۴۴۱	۱۱۸	<۰/۰۰۱

توانبخشی

همچنین میانگین مقادیر پارامترهای نسبت هارمونی به نویز و برجسته‌ترین قله تعدیل‌شده سپستروم افراد تحت جراحی لیزری، کمتر از افراد سالم گروه کنترل بود که این تفاوت‌ها نیز ازنظر آماری معنی‌دار است (P<۰/۰۰۱). نتایج مقایسه میانگین نمره کل و نمرات خرده‌مقیاس‌های عملکردی، جسمی و عاطفی در جدول شماره ۴ ارائه شده است.

نتایج مقایسه بین‌گروهی میانگین شاخص معلولیت صدا و خرده‌مقیاس‌های آن در جدول شماره ۴ نشان می‌دهد گروه بیماران و کنترل ازنظر آماری اختلاف معنادار دارند (P<۰/۰۰۱). در جدول شماره ۵ نیز نتایج بررسی همبستگی بین پارامترهای آکوستیک با نمره کل و نمرات خرده‌مقیاس‌های شاخص معلولیت صدا در گروه بیماران ارائه شده است.

همان‌طور که ذکر شد به‌منظور آگاهی از روابط میان متغیرهای پژوهش در گروه بیماران از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. نتایج حاکی از آن بود که بین پارامتر جیتر و نمره کل (r=۰/۲۵۸ و P=۰/۰۴۶) و نمرات خرده‌مقیاس جسمی (r= ۰/۳۸۹ و P=۰/۰۰۲) شاخص معلولیت صدا همبستگی مستقیم و معنی‌داری وجود دارد. همین نتایج در خصوص شیمر نیز تکرار شد و مشخص شد این پارامتر با نمره کل (r=۰/۳۱۶ و P=۰/۰۱۴) و نمره خرده‌مقیاس جسمی (r=۰/۴۲۷ و P=۰/۰۰۱) شاخص معلولیت صدا همبستگی مستقیم معنی‌داری دارد. پارامتر نسبت هارمونی به نویز نیز با نمره کل (r=۰/۰۰۳ و P=-۰/۳۷۳) و نمرات خرده‌مقیاس‌های جسمی (r=-۰/۴۲۷ و P=۰/۰۰۱) و عملکردی (r=-۰/۳۳۲ و P=۰/۰۱۰) مقیاس مذکور ارتباط معکوس، ضعیف و معنی‌داری دارد. همچنین پارامتر برجسته‌ترین قله تعدیل‌شده سپستروم با نمره کل (r= -۰/۴۸۶ و P=۰/۰۰۳) و نمرات ۳ خرده‌مقیاس عملکردی (r=-۰/۲۴۳ و P=۰/۰۴۲)، جسمی (r=-۰/۳۳۸ و P=۰/۰۰۸) و عاطفی (r=-۰/۴۸۶ و P=۰/۰۰۳) شاخص معلولیت صدا ارتباط معکوس و معنی‌داری دارد. از طرفی باتوجه‌به نتایج آزمون همبستگی، رابطه معناداری (P>۰/۰۵)

جدول ۴. نتایج مقایسه میانگین نمرات کل و خرده‌مقیاس‌های شاخص معلولیت صدا بین گروه بیماران و کنترل

متغیر	بیمار	کنترل	آماره تی	درجه آزادی	سطح معناداری
	میانگین±انحراف معیار				
مقیاس عملکردی	۲۲/۰۵±۴/۴۱۷	۲/۵۸±۱/۱۰۹	۳۳/۱۱۳	۶۶/۴۱۳	<۰/۰۰۱
مقیاس جسمی	۲۲/۲۳±۵/۶۱۹	۲/۶۸±۱/۴۰۸	۲۶/۱۴۲	۶۶/۳۸۲	<۰/۰۰۱
مقیاس عاطفی	۱۸/۳۰±۴/۵۰۷	۲/۷۰±۱/۴۷۶	۲۵/۴۷۸	۷۱/۵۱۶	<۰/۰۰۱
کل	۶۲/۶۲±۱۲/۱۵۵	۱۰/۳۰±۴/۰۹۳	۳۱/۵۹۷	۷۲/۲۱۴	<۰/۰۰۱

توانبخشی

جدول ۵. نتایج بررسی همبستگی میان پارامترهای آکوستیک با نمره کل و نمرات خرده‌مقیاس‌های شاخص معلولیت صدا در گروه بیماران

متغیرها	شاخص معلولیت صدا							
	مقیاس عملکردی		مقیاس جسمی		مقیاس عاطفی		کل	
	r	P	r	P	r	P	r	P
جیتر	۰/۲۳۰	۰/۰۷۷	۰/۳۸۹	۰/۰۰۲	-۰/۰۲۵	۰/۸۴۹	۰/۲۵۸	۰/۰۴۶
شیمر	۰/۲۴۳	۰/۰۶۱	۰/۴۲۷	۰/۰۰۱	۰/۰۶۶	۰/۶۱۴	۰/۳۱۶	۰/۰۱۴
نسبت هارمونی به نویز	-۰/۳۳۲	۰/۰۱۰	-۰/۴۲۷	۰/۰۰۱	۰/۱۴۲	۰/۲۷۸	۰/۰۰۳	-۰/۳۷۳
فرکانس پایه	-۰/۰۶۷	۰/۶۱۱	-۰/۱۷۹	۰/۸۷۱	-۰/۱۱۳	۰/۹۲۱	-۰/۱۱۳	۰/۳۹۲
برجسته‌ترین قله تعدیل‌شده سپستروم	-۰/۲۴۳	۰/۰۴۲	-۰/۳۳۸	۰/۰۰۸	-۰/۱۰۱	۰/۰۳۲	-۰/۴۸۶	۰/۰۰۳

توانبخشی

بین فرکانس پایه و خرده‌مقیاس‌های شاخص معلولیت صدا ملاحظه نشد (جدول شماره ۵). در جدول شماره ۶ نیز نتایج بررسی همبستگی بین پارامترهای آکوستیک با نمره کل و نمرات خرده‌مقیاس‌های شاخص معلولیت صدا در گروه کنترل ارائه شده است.

نتایج جدول شماره ۶ در خصوص آزمون همبستگی نشان می‌دهد، در گروه کنترل رابطه معناداری بین پارامترهای آکوستیک و خرده‌مقیاس‌های شاخص معلولیت صدا وجود ندارد (P>۰/۰۵).

بحث

کارسینومای سلول‌های سنگفرشی حنجره به‌عنوان یکی از اشکال متعدد بدخیمی، سهم قابل‌توجهی از سرطان‌های ناحیه سر و گردن را به خود اختصاص داده [۲] و جراحی لیزری با نرخ بقای عاری از بیماری[11] معادل ۶۰ درصد از اولین برنامه‌های کنترل این عارضه محسوب می‌شود [۴۲]. از طرفی شواهد بالینی نشان می‌دهد بیماران پس از تکمیل طول دوره این درمان آنکولوژیک با عوارض جانبی متعددی در وجوه مختلف زندگی روزمره مواجه شده که برآیند حاصل از آن سلامت عملکرد صوتی و جنبه‌های جسمی، روان‌شناختی و اجتماعی زندگی فرد را به مخاطره می‌اندازد [۴۳]. درواقع این گروه از بیماران پس از گذراندن دوره نقاهت پس از جراحی، اختلال صدایی را تجربه می‌کنند که با گذشت زمان و به‌صورت خودبه‌خودی التیام نیافته و فرد را در چرخه معیوب جدید حاصل از به هم خوردن تعادل زیرسیستم‌های مرتبط با صدا وارد می‌کند [۴۴، ۴۵]. بدین‌ترتیب بیماران به‌مرور حتی پس از ترخیص، مشکلات صوتی مضاعفی نظیر افزایش تنش در عضلات داخلی و خارجی حنجره را تجربه کرده که به بروز اختلالات ثانویه صوتی و کاهش کیفیت در جوانب مختلف زندگی آن‌ها منجر می‌شود [۲۲، ۴۶، ۴۷]. بدین‌ترتیب عدم‌تشخیص به‌موقع و مدیریت زودهنگام بیماری باعث بروز مشکلات جدی در روند بهبود و بقای افرادی شده که از این عارضه رنج می‌برند. بنابراین اجرای ارزیابی‌های همه‌جانبه، توجه به ادراک فرد از ناتوانی صوتی خود و کمک به کاهش عواقب ناشی از آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ازاین‌رو در گام نخست مطالعه حاضر ویژگی‌های صوتی بیماران مبتلا به سرطان اولیه حنجره پس از جراحی لیزری به کمک ارزیابی‌های

11. Disease-free survival rate

جدول ۶. نتایج بررسی همبستگی میان پارامترهای آکوستیک با نمره کل و نمرات خرده‌مقیاس‌های شاخص معلولیت صدا در گروه کنترل

متغیرها	شاخص معلولیت صدا							
	مقیاس عملکردی		مقیاس جسمی		مقیاس عاطفی		کل	
	r	P	r	P	r	P	r	P
جیتر	-۰/۱۰۲	۰/۴۳۶	-۰/۱۸۹	۰/۱۴۹	-۰/۰۹۱	۰/۴۹۰	-۰/۲۲۸	۰/۰۷۹
شیمر	۰/۰۱۷	۰/۸۹۹	-۰/۱۶۵	۰/۲۰۶	-۰/۰۹۴	۰/۴۷۶	-۰/۱۳۴	۰/۳۰۸
نسبت هارمونی به نویز	۰/۰۰۷	۰/۹۵۶	-۰/۰۵۴	۰/۶۸۰	-۰/۰۸۰	۰/۵۴۴	-۰/۱۰۸	۰/۴۱۴
فرکانس پایه	-۰/۰۱۵	۰/۸۷۹	-۰/۰۰۲	۰/۹۸۹	-۰/۱۵۹	۰/۲۲۶	-۰/۱۲۱	۰/۳۵۷
برجسته‌ترین قله تعدیل‌شده سپستروم	۰/۰۰۵	۰/۸۵۷	-۰/۰۷۷	۰/۵۶۱	-۰/۰۵۲	۰/۶۹۱	-۰/۰۸۳	۰/۵۳۰

توانبخشی

آکوستیک و مقیاس خودارزیابی شاخص معلولیت صدا بررسی شد و یافته‌های حاصل با اطلاعات گروه کنترل متشکل از افراد سالم و با کیفیت بهنجار صدا مقایسه شد. سپس میزان همبستگی نتایج ارزیابی‌های آکوستیک با نمره کل و خرده‌مقیاس‌های شاخص معلولیت صدا در گروه بیماران مطالعه شد.

یافته‌های حاصل از تحلیل آکوستیک سیگنال صوتی در گروه تحت جراحی لیزری نشان‌دهنده تفاوت چشمگیر پارامترهای جیتر، شیمر، نسبت هارمونی به نویز و برجسته‌ترین قله تعدیل‌شده سپستروم در مقایسه با گروه کنترل است. به‌طوری‌که میانگین پارامترهای جیتر و شیمر در گروه بیماران بیشتر از گروه کنترل است. درحالی‌که میانگین پارامترهای نسبت هارمونی به نویز و برجسته‌ترین قله تعدیل‌شده سپستروم به‌طور چشمگیری کمتر از گروه کنترل است. این یافته با نتایج پژوهش حداد و همکاران [۴۸]، ویلاسکا و همکاران [۴۹] و کارلسن و همکاران [۳۶] همسو است. چراکه التهاب، تورم و تشکیل اِسکار در چین‌های صوتی از عوارض اجتناب‌ناپذیر جراحی لیزری است و سلامت آواسازی را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۵۰]. این موضوع به‌طور ویژه از عوارض طولانی‌مدت جراحی در تومورهای سطح چاکنای محسوب شده و به‌مرور زمینه‌ساز طیفی از اختلالات عملکردی است. بنابراین به نظر می‌رسد تفاوت مشاهده‌شده مرتبط با تشکیل سطوح ناهموار اسکار در بخش‌های مرتعش چین‌های صوتی است که با تغییر خاصیت ویسکوالاستیسیته و کاهش توان ارتعاشی [۵۱] به عدم تناوب و هماهنگی در چرخه ارتعاشی منجر شده که برآیند آن در تحلیل‌های آکوستیک سیگنال صوتی مشهود است [۵۲]. همچنین در مطالعه حاضر افزایش معنادار پارامتر فرکانس پایه در گروه بیماران مشاهده شد. این یافته با نتایج مطالعه لو و همکاران [۵۳] همسو و با نتایج مطالعه حداد و همکاران [۴۸] غیرهمسو است.

در مطالعه‌ای که توسط حداد و همکاران در سال ۲۰۰۶ تحت عنوان «ارزیابی صوتی در بیماران تحت جراحی لیزری» صورت گرفت، مشخص شد میانگین فرکانس پایه در بیماران تحت جراحی لیزری با افراد سالم گروه کنترل هیچ تفاوت معناداری ندارد [۴۸]. به نظر می‌رسد علت غیرهمسو بودن نتایج ۲ مطالعه مربوط به تعداد کم نمونه (۱۵ نفر)، تفاوت در نوع و عمق جراحی و مشخصات بالینی ضایعه باشد که در پژوهش حداد و همکاران تنها ضایعات پیش‌سرطانی و T1 بررسی شده است. به‌علاوه در طرح پژوهش حداد و همکاران این نکته ذکر شد که افراد پس از جراحی تحت مداخله گفتاردرمانی قرار گرفته‌اند که احتمالاً در کاهش تفاوت ویژگی‌های صوتی گروه بیماران و کنترل در این مطالعه دخیل است. درحالی‌که یافته‌های پژوهش حاضر به تفاوت معنادار میانگین فرکانس پایه در گروه بیماران و کنترل اشاره دارد که این موضوع به ۲ دلیل قابل‌توجیه است. دلیل اول به عوامل مؤثر بر تغییرات فیزیکی فرکانس پایه مرتبط است که شامل مؤلفه‌های طول، جرم و نیروی کشش چین‌های صوتی هستند [۵۳]. بنابراین انتظار می‌رود با کاهش جرم ناشی از جراحی چین‌های صوتی، فرکانس پایه افزایش یابد. دلیل دوم نیز به تغییرات اجتناب‌ناپذیر مؤلفه‌های حسی‌حرکتی حنجره پس از جراحی لیزری مرتبط است که افراد با اِعمال بیش‌عملکردی در عضلات داخلی و خارجی حنجره آن را جبران کرده که به کیفیت پرتقلا و گرفته صدا منجر می‌شود؛ بنابراین همان‌طور که دستورالعمل مراقبت از بیماران مبتلا به سرطان‌های ناحیه سر و گردن انجمن سرطان آمریکا، ارجاع بیماران مبتلا به اختلالات صدا، گفتار و بلع را پس از اتمام دوره درمان آنکولوژیک به آسیب‌شناس گفتار و زبان باتجربه در این زمینه یک امر ضروری تلقی کرده [۵۴]، لازم است که پس از ارائه درمان پزشکی به کیفیت صدای این بیماران توجه ویژه‌ای شود و ارجاع فرد جهت ارزیابی جامع، آموزش بهداشت صوتی و در صورت لزوم تدارک برنامه‌های صوت‌درمانی در اولویت قرار گیرد.

همچنین نتایج مقایسه نمرات کل و خرده‌مقیاس‌های شاخص معلولیت صدا در افراد تحت جراحی لیزری با افراد سالم حاکی از تفاوت قابل‌توجه کیفیت زندگی بیماران تحت جراحی لیزری با گروه کنترل بود. چراکه اختلالات صوت بر ارتباط، تعاملات اجتماعی و کیفیت زندگی فرد اثر گذاشته و به بروز مشکلات متعدد در ابعاد مختلف زندگی عاطفی، اجتماعی و اقتصادی منجر می‌شود [۲۶]. به‌عبارت‌دیگر برخورداری از عملکرد صوتی سالم بخش مهمی از زندگی روزمره محسوب می‌شود و تعامل در جامعه را برای افراد تسهیل می‌کند. بدین‌ترتیب با وجود موفقیت چشمگیر جراحی لیزری در کنترل بدخیمی لازم است تا همگام با مداخلات مرسوم پزشکی و توان‌بخشی صوتی، با ارائه برنامه‌ای یکپارچه مسائل روان‌شناختی و کیفیت زندگی افراد نیز موردتوجه قرار گیرد.

از دیگر یافته‌های این مطالعه می‌توان به عدم همبستگی پارامترهای آکوستیک و شاخص معلولیت صدا در گروه کنترل و همچنین همبستگی معنی‌دار معکوس نمرات کل و نمره خرده‌مقیاس‌های شاخص معلولیت صدا با پارامتر برجسته‌ترین قله تعدیل‌شده سپستروم اشاره کرد. این نتایج در خصوص همبستگی سایر پارامترهای آکوستیک به‌صورت کامل وجود نداشت. یک توضیح احتمالی این است که تحلیل‌های سپسترال به دلیل همبستگی بالایی که با مؤلفه‌های نفس آلودگی و خشونت صدا در هر ۲ آزمایه کشیدن واکه و گفتار پیوسته دارند تا به امروز بهترین شیوه موجود برای ارزیابی کیفیت صدا حتی در نمونه‌هایی با شدت بالای گرفتگی بوده‌اند [۱۹، ۵۵]. درحالی‌که مطالعات نشان می‌دهد صحت مقادیر پارامترهای زمان وابسته در نمونه‌های مذکور با تردید همراه است [۵۶]. همچنین نتایج مطالعه فراتحلیل مارین و همکارانش نیز نشان می‌دهد پارامتر برجسته‌ترین قله تعدیل‌شده سپستروم یک مؤلفه آکوستیک قوی

برای ارزیابی شدت کلی گرفتگی صداست [۱۹]. ازاین‌رو توصیه می‌شود تا ضمن ارزیابی جسمی و عملکردی، تجارب بیمار از صدای خود بررسی شده و با سنجه‌های عینی و دقیق‌تری نظیر تحلیل‌های فرکانس وابسته تکمیل شود.

نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر تحلیل آکوستیک و شاخص معلولیت صدا نشان‌دهنده تفاوت معنادار گروه تحت جراحی لیزری با افراد سالم بود که این موضوع بر لزوم توان‌بخشی صوتی و توجه به مسائل روان‌شناختی و اجتماعی در برنامه‌ریزی درمانی این گروه از بیماران تأکید می‌کند. همچنین در گروه بیماران بین شاخص معلولیت صدا و پارامترهای تحلیل آکوستیک به‌ویژه تحلیل سپسترال همبستگی معنادار وجود دارد. ازاین‌رو اجماع و بررسی همه‌جانبه عملکرد صوتی با سنجه‌های ذهنی و عینی و توجه به تجارب بیمار اطلاعات مفیدی درزمینه ارزیابی و توان‌بخشی بیماران مبتلا به سرطان و تحت جراحی لیزری حنجره در اختیار متخصصین و درمانگران این حوزه قرار می‌دهد. مطالعه حاضر هم‌زمان با شیوع ویروس کووید-۱۹ صورت گرفت که این موضوع فرایند انتخاب و ارزیابی بیماران را به دلیل محدودیت‌های حضور در فضای نمونه‌گیری با مشکل مواجه کرد. به‌علاوه در این مطالعه تنها جمعیت بیماران مبتلا به سرطان اولیه در سطح چاکنای بررسی شد که جهت تعمیم نتایج پیشنهاد می‌شود مطالعه حاضر در جمعیت مبتلا به سرطان در سطوح فوق و زیرچاکنای تکرار شود. همچنین بررسی زنان مبتلا به سرطان حنجره به دلیل نرخ پایین ابتلا و عدم دسترسی به تعداد نمونه کافی از این جمعیت در مطالعه حاضر امکان‌پذیر نبود. بنابراین باتوجه‌به تأثیر مشهود متغیر جنسیت بر ویژگی‌های صوتی [۵۷]، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده به این گروه توجه ویژه‌ای معطوف شده و یافته‌ها با گروه مردان مبتلا به سرطان حنجره مقایسه شود.

توصیه می‌شود در مطالعات آتی عملکرد صوتی بیماران مبتلا به سطوح پیشرفته سرطان حنجره و افراد تحت درمان با ترکیبی از مداخلات نظیر پرتو و شیمی‌درمانی و گنجاندن مجموعه‌ای از ارزیابی‌های غنی‌تر نظیر ارزیابی‌های آیرودینامیک و ویدئولارنگواستروبوسکوپی مورد توجه قرار گیرد. همچنین مطالعه اثربخشی مداخلات صوت‌درمانی بر بهبود عملکرد صوتی و ارزیابی‌های خوداداراکی صدا در بیماران مبتلا به سرطان حنجره پس از انواع درمان‌های آنکولوژیک، از دیگر موضوعات ارزشمندی است که پیشنهاد می‌شود به‌طور مستقل برای هریک از شیوه‌های درمان آنکولوژیک، بررسی شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

پژوهش حاضر توسط کمیته اخلاق در پژوهش‌های زیست پزشکی دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی با شماره IR.USWR.REC.1400.002 به ثبت رسیده است. در راستای صیانت از اصول اخلاقی پس از ارائه توضیحات در خصوص هدف و فرایند مطالعه، از کلیه شرکت‌کنندگان رضایت‌نامه آگاهانه دریافت شد. به‌طوری‌که در صورت عدم تمایل به همکاری در هر زمان خروج ایشان از مطالعه امکان‌پذیر بود. همچنین به تمامی افراد این اطمینان داده شد که اطلاعات گردآوری‌شده صرفاً در جهت اهداف علمی به کار گرفته شده و بدون ذکر نام به‌صورت محرمانه ثبت می‌شود.

حامی مالی

مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع دکتری آرزو حسن‌وند در گروه آموزشی گفتاردرمانی دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی بوده و حامی مالی نداشته است.

مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی: تمام نویسندگان؛ روش‌شناسی: آرزو حسن‌وند، اکبر دارویی، سمیرا آقادوست، عنایت‌اله بخشی، تحلیل: آرزو حسن‌وند، اکبر دارویی، عنایت‌اله بخشی؛ نگارش پیش‌نویس: آرزو حسن‌وند؛ ویراستاری و نهایی‌سازی نوشته: تمام نویسندگان؛ نظارت: اکبر دارویی، سمیرا آقادوست

تعارض منافع

طبق نظر نویسندگان، این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافعی ندارد.

تشکر و قدردانی

از تمامی شرکت‌کنندگان، مدیریت و کادر محترم درمانگاه گوش، حلق و بینی مجتمع بیمارستانی امیراعلم که در انجام این پژوهش ما را یاری کردند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنیم.

References

[1] Siegel RL, Miller KD, Fuchs HE, Jemal A. Cancer statistics, 2022. CA Cancer Journal of Clinicians. 2020; 72(1):7-33. [DOI:10.3322/caac.21708] [PMID]

[2] Megwalu UC, Sikora AG. Survival outcomes in advanced laryngeal cancer. JAMA Otolaryngology-Head & Neck Surgery. 2014; 140(9):855-60. [DOI:10.1001/jamaoto.2014.1671] [PMID]

[3] Markou K, Christoforidou A, Karasmanis I, Tsiropoulos G, Triaridis S, Constantinidis I, et al. Laryngeal cancer: Epidemiological data from Northern Greece and review of the literature. Hippokratia. 2013; 17(4):313-8. [PMID] [PMCID]

[4] Calkovsky V, Wallenfels P, Calkovska A, Hajtman A. Laryngeal cancer: 12-year experience of a single center. In: Pokorski M, editor. Advances in respiratory cancerogenesis. Advances in respiratory cancerogenesis. Cham: Springer; 2015. [DOI:10.1007/5584_2015_201] [PMID]

[5] Brown K, Cherry W, Forbes W, Mcmichael A. Laryngeal cancer and consumption of alcohol and tobacco. The Lancet. 1978; 312(8099):1099-100. [DOI:10.1016/S0140-6736(78)91835-4] [PMID]

[6] Wagner M, Bolm-Audorff U, Hegewald J, Fishta A, Schlattmann P, Schmitt J, et al. Occupational polycyclic aromatic hydrocarbon exposure and risk of larynx cancer: A systematic review and meta-analysis. Occupational and Environmental Medicine. 2015; 72(3):226-33. [DOI:10.1136/oemed-2014-102317] [PMID]

[7] Lydiatt WM, Patel SG, O'Sullivan B, Brandwein MS, Ridge JA, Migliacci JC, et al. Head and neck cancers-major changes in the American joint committee on cancer eighth edition cancer staging manual. Ca: A Cancer Journal for Clinicians. 2017; 67(2):122-37. [DOI:10.3322/caac.21389] [PMID]

[8] Chen AY, Schrag N, Hao Y, Flanders W D, Kepner J, Stewart A, et al. Changes in treatment of advanced laryngeal cancer 1985-2001. Otolaryngology-Head and Neck Surgery. 2006; 135(6):831-7. [DOI:10.1016/j.otohns.2006.07.012] [PMID]

[9] Peretti G, Piazza C, Cocco D, De Benedetto L, Del Bon F, Redaelli De Zinis LO, et al. Transoral co_2 laser treatment for Tis-T3 glottic cancer: The University of Brescia experience on 595 patients. Head & Neck. 2010; 32(8):977-83. [DOI:10.1002/hed.21278] [PMID]

[10] Forastiere AA, Weber RS, Trotti A. Organ preservation for advanced larynx cancer: Issues and outcomes. Journal of Clinical Oncology. 2015; 33(29):3262. [DOI:10.1200/JCO.2015.61.2978] [PMID] [PMCID]

[11] Baird BJ, Sung CK, Beadle BM, Divi V. Treatment of early-stage laryngeal cancer: A comparison of treatment options. Oral Oncology. 2018; 87:8-16. [DOI:10.1016/j.oraloncology.2018.09.012] [PMID]

[12] Megwalu UC, Panossian H. Survival outcomes in early stage laryngeal cancer. Anticancer Research. 2016; 36(6):2903-7. [PMID]

[13] Jepsen MC, Gurushanthaiah D, Roy N, Smith ME, Gray SD, Davis RK. Voice, speech, and swallowing outcomes in laser-treated laryngeal cancer. The Laryngoscope. 2003; 113(6):923-8. [DOI:10.1097/00005537-200306000-00001] [PMID]

[14] Fink DS, Sibley H, Kunduk M, Schexnaildre M, Kakade A, Sutton C, et al. Subjective and objective voice outcomes after transoral laser microsurgery for early glottic cancer. The Laryngoscope. 2016; 126(2):405-7. [DOI:10.1002/lary.25442] [PMID]

[15] Tomifuji M, Araki K, Niwa K, Miyagawa Y, Mizokami D, Kitagawa Y, et al. Comparison of voice quality after laser cordectomy with that after radiotherapy or chemoradiotherapy for early glottic carcinoma. ORL; Journal for Oto-Rhino-Laryngology and its Related Specialties. 2013; 75(1):18-26. [DOI:10.1159/000346934] [PMID]

[16] Samlan RA, Webster KT. Swallowing and speech therapy after definitive treatment for laryngeal cancer. Otolaryngologic Clinics of North America. 2002; 35(5):1115-33. [DOI:10.1016/S0030-6665(02)00033-6] [PMID]

[17] Branski RC, Verdolini K, Sandulache V, Rosen CA, Hebda PA. Vocal fold wound healing: A review for clinicians. Journal of Voice. 2006; 20(3):432-42. [DOI:10.1016/j.jvoice.2005.08.005] [PMID]

[18] Patel RR, Awan SN, Barkmeier-Kraemer J, Courey M, Deliyski D, Eadie T, et al. Recommended protocols for instrumental assessment of voice: American speech-language-hearing association expert panel to develop a protocol for instrumental assessment of vocal function. American Journal of Speech-Language Pathology. 2018; 27(3):887-905. [DOI:10.1044/2018_AJSLP-17-0009] [PMID]

[19] Maryn Y, Roy N, De Bodt M, Van Cauwenberge P, Corthals P. Acoustic measurement of overall voice quality: A meta-analysis. The Journal of the Acoustical Society of America. 2009; 126(5):2619-34. [DOI:10.1121/1.3224706] [PMID]

[20] Mahato NB, Regmi D, Bista M, Sherpa P. Acoustic analysis of voice in school teachers. JNMA; Journal of the Nepal Medical Association. 2018; 56(211):658-61. [DOI:10.31729/jnma.3626] [PMID] [PMCID]

[21] Bottalico P, Codino J, Cantor-Cutiva LC, Marks K, Nudelman CJ, Skeffington J, et al. Reproducibility of voice parameters: The effect of room acoustics and microphones. Journal of Voice. 2020; 34(3):320-34. [DOI:10.1016/j.jvoice.2018.10.016] [PMID] [PMCID]

[22] Williamson J, Ingrams D, Jones H. Quality of life after treatment of laryngeal carcinoma: A single centre cross-sectional study. The Annals of the Royal College of Surgeons of England. 2011; 93(8):591-5. [DOI:10.1308/147870811X13137608455253] [PMID] [PMCID]

[23] Eadie TL. Application of the ICF in communication after total laryngectomy. Seminars in Speech and Language. 2007; 28(4):291-300. [DOI:10.1055/s-2007-986526] [PMID]

[24] Tschiesner U, Cieza A, Rogers S, Piccirillo J, Funk G, Stucki G, et al. Developing core sets for patients with head and neck cancer based on the international classification of functioning, disability and health (ICF). European Archives of Oto-Rhino-Laryngology. 2007; 264(10):1215-22. [DOI:10.1007/s00405-007-0335-8] [PMID]

[25] Singer S, Danker H, Bloching M, Kluge A, Schwenke J, Oeken J, et al. [Perceived stigmatisation following laryngectomy (German)]. Psychotherapie, Psychosomatik, Medizinische Psychologie. 2007; 57(8):328-33. [DOI:10.1055/s-2006-952016] [PMID]

[26] Murry T, Rosen CA. Outcome measurements and quality of life in voice disorders. Otolaryngologic Clinics of North America. 2000; 33(4):905-16. [DOI:10.1016/S0030-6665(05)70251-6] [PMID]

[27] Behlau M, Hogikyan ND, Gasparini G. Quality of life and voice: Study of a Brazilian population using the voice-related quality of life measure. Folia Phoniatrica et Logopaedica. 2007; 59(6):286-96. [DOI:10.1159/000108335] [PMID]

[28] Hsiung MW, Pai L, Wang HW. Correlation between voice handicap index and voice laboratory measurements in dysphonic patients. European Archives of Oto-rhino-laryngology. 2002; 259(2):97-9. [DOI:10.1007/s004050100405] [PMID]

[29] Maertens K, De Jong F. The voice handicap index as a tool for assessment of the biopsychosocial impact of voice problems. B ENT. 2007; 3(2):61-6. [PMID]

[30] Ng ML, Chen Y, Chan EY. Differences in vocal characteristics between Cantonese and English produced by proficient Cantonese-English bilingual speakers-a long-term average spectral analysis. Journal of Voice. 2012; 26(4):e171-6. [DOI:10.1016/j.jvoice.2011.07.013] [PMID]

[31] Ng ML, Hsueh G, Sam Leung CS. Voice pitch characteristics of Cantonese and English produced by Cantonese-English bilingual children. International Journal of Speech-Language Pathology. 2010; 12(3):230-6. [DOI:10.3109/17549501003721080] [PMID]

[32] Fayers PM, Machin D. Quality of life: The assessment, analysis and interpretation of patient-reported outcomes. Hoboken: John Wiley & Sons; 2007. [Link]

[33] Hamzany Y, Crevier-Buchman L, Lechien JR, Bachar G, Brasnu D, Hans S. Multidimensional voice quality evaluation after transoral co_2 laser cordectomy: A prospective study. Ear, Nose & Throat Journal. 2021; 100(1_suppl):27S-32. [DOI:10.1177/0145561320906328] [PMID]

[34] Kasper C, Schuster M, Psychogios G, Zenk J, Ströbele A, Rosanowski F, et al. Voice handicap index and voice-related quality of life in small laryngeal carcinoma. European Archives of Oto-rhino-laryngology. 2011; 268(3):401-4. [DOI:10.1007/s00405-010-1374-0] [PMID]

[35] Portone CR, Hapner ER, McGregor L, Otto K, Johns III MM. Correlation of the voice handicap index (VHI) and the voice-related quality of life measure (V-RQOL). Journal of Voice. 2007; 21(6):723-7. [DOI:10.1016/j.jvoice.2006.06.001] [PMID]

[36] Karlsen T, Sandvik L, Heimdal JH, Aarstad HJ. Acoustic voice analysis and maximum phonation time in relation to voice handicap index score and larynx disease. Journal of Voice. 2020; 34(1):161. e27-35. [DOI:10.1016/j.jvoice.2018.07.002] [PMID]

[37] Cancer AJCo. Larynx. In: American Joint Committee on Cancer, editor. AJCC cancer staging manual. New York: Springer; 2002. [DOI:10.1007/978-1-4757-3656-4_5]

[38] Archer SK, Iezzi CM, Gilpin L. Swallowing and voice outcomes in patients hospitalized with covid-19: An observational cohort study. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2021; 102(6):1084-90. [DOI:10.1016/j.apmr.2021.01.063] [PMID] [PMCID]

[39] Phadke KV, Laukkanen AM, Ilomäki I, Kankare E, Geneid A, Švec JG. Cepstral and perceptual investigations in female teachers with functionally healthy voice. Journal of Voice. 2020; 34(3):485. e33-43. [DOI:10.1016/j.jvoice.2018.09.010] [PMID]

[40] Jacobson BH, Johnson A, Grywalski C, Silbergleit A, Jacobson G, Benninger MS, et al. The voice handicap index (VHI) development and validation. American Journal of Speech-Language Pathology. 1997; 6(3):66-70. [DOI:10.1044/1058-0360.0603.66]

[41] Moradi N, Pourshahbaz A, Soltani M, Javadipour S, Hashemi H, Soltaninejad N. Cross-cultural equivalence and evaluation of psychometric properties of voice handicap index into Persian. Journal of Voice. 2013; 27(2):258.e15-22. [DOI:10.1016/j.jvoice.2012.09.006] [PMID]

[42] De Santis R, Poon I, Lee J, Karam I, Enepekides D, Higgins K. Comparison of survival between radiation therapy and transoral laser microsurgery for early glottic cancer patients; a retrospective cohort study. Journal of Otolaryngology-Head & Neck Surgery. 2016; 45(1):42. [DOI:10.1186/s40463-016-0155-1] [PMID] [PMCID]

[43] Clements KS, Rassekh CH, Seikaly H, Hokanson JA, Calhoun KH. Communication after laryngectomy: An assessment of patient satisfaction. Archives of Otolaryngology-Head & Neck Surgery. 1997; 123(5):493-6. [DOI:10.1001/archotol.1997.01900050039004] [PMID]

[44] Van Houtte E, Van Lierde K, Claeys S. Pathophysiology and treatment of muscle tension dysphonia: A review of the current knowledge. Journal of Voice. 2011; 25(2):202-7. [DOI:10.1016/j.jvoice.2009.10.009] [PMID]

[45] Fung K, Yoo J, Leeper H, Hawkins S, Heeneman H, Doyle PC, et al. Vocal function following radiation for non-laryngeal versus laryngeal tumors of the head and neck. The Laryngoscope. 2001; 111(11):1920-4. [DOI:10.1097/00005537-200111000-00009] [PMID]

[46] Morrison MD, Rammage LA, Belisle GM, Pullan CB, Nichol H. Muscular tension dysphonia. The Journal of Otolaryngology. 1983; 12(5):302-6. [PMID]

[47] Ledda GP, Grover N, Pundir V, Masala E, Puxeddu R. Functional outcomes after co_2 laser treatment of early glottic carcinoma. The Laryngoscope. 2006; 116(6):1007-11. [DOI:10.1097/01.MLG.0000217557.45491.BD] [PMID]

[48] Haddad L, Abrahão M, Cervantes O, Ceccon FP, Gielow I, Carvalho JR, et al. Vocal assessment in patients submited to co_2 laser cordectomy. Brazilian Journal of Otorhinolaryngology. 2006; 72(3):295-301. [DOI:10.1016/S1808-8694(15)30960-5] [PMID]

[49] Vilaseca I, Huerta P, Blanch JL, Fernández-Planas AM, Jiménez C, Bernal-Sprekelsen M. Voice quality after co_2 laser cordectomy--what can we really expect? Head Neck. 2008; 30(1):43-9. [DOI:10.1002/hed.20659] [PMID]

[50] Vilaseca-González I, Bernal-Sprekelsen M, Blanch-Alejandro JL, Moragas-Lluis M. Complications in transoral CO2 laser surgery for carcinoma of the larynx and hypopharynx. Head & Neck: Journal for the Sciences and Specialties of the Head and Neck. 2003; 25(5):382-8. [DOI:10.1002/hed.10207]

[51] Bless DM, Welham NV. Characterization of vocal fold scar formation, prophylaxis, and treatment using animal models. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg. 2010; 18(6):481-6. [DOI:10.1097/MOO.0b013e3283407d87] [PMID] [PMCID]

[52] Johns MM, Kolachala V, Berg E, Muller S, Creighton FX, Branski RC. Radiation fibrosis of the vocal fold: From man to mouse. Laryngoscope. 2012; 122 Suppl 5(Suppl 5):S107-25. [DOI:10.1002/lary.23735] [PMID] [PMCID]

[53] Luo CM, Fang TJ, Lin CY, Chang JT, Liao CT, Chen IH, et al. Transoral laser microsurgery elevates fundamental frequency in early glottic cancer. Journal of Voice. 2012; 26(5):596-601. [DOI:10.1016/j.jvoice.2011.11.006] [PMID]

[54] Siegel RL, Miller KD, Jemal A. Cancer statistics, 2016. C: A Cancer Journal for Clinicians. 2016; 66(1):7-30.

[55] Maryn Y, Corthals P, Van Cauwenberge P, Roy N, De Bodt M. Toward improved ecological validity in the acoustic measurement of overall voice quality: Combining continuous speech and sustained vowels. Journal of Voice. 2010; 24(5):540-55. [DOI:10.1016/j.jvoice.2008.12.014] [PMID]

[56] Vogel AP, Fletcher J, Snyder PJ, Fredrickson A, Maruff P. Reliability, stability, and sensitivity to change and impairment in acoustic measures of timing and frequency. Journal of Voice. 2011; 25(2):137-49. [DOI:10.1016/j.jvoice.2009.09.003] [PMID]

[57] Titze IR, Martin DW. Principles of voice production. The Journal of the Acoustical Society of America. 1998; 104(3). [DOI:10.1121/1.424266]