

성대구증 및 성대 반흔 환자에서 주사후두성형술의 효과

가천대학교 의과대학 길병원 이비인후-두경부외과학교실

우주현 · 백민관 · 김동영 · 박형민 · 안상희 · 문광하 · 차홍역

Injection Laryngoplasty for The Treatment of Vocal Fold Scar, and Sulcus

Department of Otolaryngology-Head & Neck Surgery, Gachon University School of Medicine,
Gil Medical Center, Incheon, Korea

Joo Hyun Woo, Min Kwan Baek, Dong Young Kim, Hyoung-Min Park,
Sanghee An, Kwang Ha Moon and Heung Eog Cha

Background and Objectives : The clinical reports for the treatment of vocal fold scar and sulcus vocalis are limited, also there is no best one for the treatment of them. This study is to evaluate the effect of Injection laryngoplasty (IL) for the treatment of vocal fold scar and sulcus vocalis. **Materials and Methods** : from January 2013 to May 2015, the Nineteen patients who were diagnosed as vocal fold scar, sulcus and atrophy, and underwent IL, were engaged in this study. Clinical information and voice parameters were analyzed by retrospective chart review. Pre and post voice parameters were compared. **Results** : Subgroups of diagnosis were classified into sulcus vocalis for 12 patients, vocal fold scar for 5, and atrophy for 2. IL was performed under local anesthesia through cricothyroid membrane except one patient. Atesense[®], Radiessess[®], and Rofilan[®] were used as injected materials in 9, 9, and 1 patients respectively. Maximal phonation time (p=0.0124), dynamic range (p=0.0028), pitch range (p=0.0141), voice handicap index (p=0.028), glottal closure (p=0.0229), and mucosal wave (p=0.0132) had significant improvement for post-IL voice assessment than Pre-IL. While GRBAS, Mean flow rate, Jitter, Shimmer, Harmony to Noise ratio didn't have improvement. **Conclusion** : IL is a feasible option for the treatment of glottis incompetence with normally mobile vocal folds such as sulcus vocalis and vocal fold scar.

KEY WORDS : Sulcus vocalis · Vocal atrophy · Scar · Injection laryngoplasty.

서 론

주사후두성형술은 1911년 Bruening이 파라핀을 성대에 주입하면서 처음 소개되었으나 심각한 이물반응으로 널리 시행되지 못했다.¹⁾ 이후 1962년 Arnold²⁾가 테프론을 이용한 주사후두성형술을 시행하면서 비록 육아종 형성, 테프론의 성문하이동 등의 문제가 있었지만 1974년 Issiki 등³⁾이 갑상성형술(thyroplasty)을 소개할 때까지 성문폐쇄부전의 치료법으로 널리 시행되었다. 1990년대에는 자가지방을 이용한 성대주사술이 널리 시행되었다. 21세기에 들어오면서 새로운 성대 주입물들이 발명되었다. 2002년 Hoffman 등⁴⁾이 bovine

Zyderm II collagen(Zyplast[®]) 또는 Cymetra[®]를 이용한 경구강 주사후두성형술을 보고하였으며 2003년 Lundy 등⁵⁾이 Cymetra[®]를 이용하여 운상갑상막을 통해 주사후두성형술을 시행하였다. 2003년 Calcium hydroxylapatite(CaHA, Radiesse[®])가 성대 주입물로 FDA 승인을 받았으며 이후 주사후두성형술은 성문폐쇄부전의 주요 치료방법 중 하나로 자리매김 하였다. 2011년 Carroll과 Rosen⁶⁾은 일측 성대마비 환자에서 Radiesse[®]를 이용하여 주사후두성형술을 시행하였을 때 평균 20개월 최장 4년 까지 효과가 지속됨을 보고하였다. 하지만 주사후두성형술에 대한 대부분의 연구는 일측성 성대마비를 대상으로 연구되었다. 성대반흔, 성대구 등은 정상적인 성대운동성을 가지고 있더라도 성대조직의 섬유성 변화 또는 위축으로 인하여 성대 점막물결이 감소하고 성문폐쇄부전이 발생할 수 있다.⁷⁾ 하지만 이런 질환에 대한 성대주입술의 치료 효과를 보고한 연구는 아주 제한적이며 음성분석을 통한 객관적 치료 결과를 보고한 연구는 드물다. 이에 저자들은 성대반흔, 성대구 등과 같이 정상적인 성대운동성을 가

논문접수일 : 2015년 11월 26일

심사완료일 : 2015년 12월 31일

책임저자 : 차홍역, 21565 인천광역시 남동대로 774번길 21

가천대학교 의과대학 길병원 이비인후-두경부외과학교실

전화: (032)460-3324 · 전송: (032)467-9044

E-mail: c1453@gilhospital.com

지고 있지만 성대폐쇄부전이 있는 환자들을 대상으로 한 주사후두성형술의 효과를 알아 보고자 하였다.

연구 대상 및 방법

1. 대 상

2010년 1월부터 2015년 5월까지 후두스트로보검사에서 정상적인 성대운동을 가지고 있지만 성문폐쇄부전이 있는 환자 중 주사후두성형술을 시행 받고 치료 후 3개월 이상 음성평가를 이용한 추적관찰이 가능하였던 환자들을 대상으로 하였다 (Fig. 1). 후향적인 차트분석을 통하여 환자의 주증상, 나이, 성별, 진단명, 주사후두성형술의 접근방법, 주사물질, 주사량, 추적관찰기간 등의 임상 정보를 조사하였다. GRBAS 총점, 음성장애지수, 최대발성시간(Maximal phonation time, MPT), 평균호기류율(Mean flow rate), 주파수 변동률(Jitter), 진폭 변동률(Shimmer), 조화음 대 잡음비(Harmony to Noise ratio, HNR), 음역대분석(Voice range profile)의 음도범위(Pitch range), 음강도범위(Dynamic range)을 분석하였다.

2. 음성 검사

음향학적 검사는 Computerized Speech Lab(CSL, Kay Elemetrics, USA) 중 Multi-Dimensional Voice Program (MDVP)을 CSL 전용 microphone SM 48을 상용하여 주파수 변동률, 진폭 변동률, 조화음대 잡음비를 측정하였다. Microphone를 입에서 3~5 cm 간격을 두고 편안한 자세에서 환자가 평소 사용하는 편안한 목소리로 [어] 발성을 5초 이상,

평균 3회 정도 반복하여 측정하였다. 공기역학적 검사는 aerophone(Kay Electrics, version II, USA)를 사용하여, 최대발성시간을 측정하였다. 편안한 자세에서 편안한 목소리로 aerophone mask를 착용하여 평균 3회 정도 실시하였으며 가장 높은 값을 측정하였다. 음역대분석은 [어] 발성으로 낮고(Hz) 작은(dB) 소리에서 높고 큰 소리로 발성 후에, 반대로 높고 큰 소리에서 낮고 작은 소리로 점차적인 발성을 실시하여 발성 가능한 음역대를 측정하였다. 청각심리검사는 널리 쓰이는 GRBAS scale을 사용하였으며 숙련된 음성치료사 1인이 환자의 음성을 청취한 후 판단하였다. 음성장애지수는 1997 Jacobson 등에 의해 고안된 것을 본원에서 한글로 전환하여 사용하였다.

3. 후두스트로보스코피검사

후두스트로보스코피(Rhino-laryngeal stroboscope, Kay Electrics, Model 9100, USA)와 3CCD camera(Toshiba, JK-TI 52H, Japan)에 의해 스트로보 컴퓨터 영상제어장치(Kay Pentax, Model 9200C, USA)에 녹화된 영상을 재생하여 성문폐쇄(glottal closure)와 점막물결(Mucosal wave)을 분석하였다. 성문폐쇄는 발성 중 막성성대(membranous vocal fold)가 전혀 접촉하지 않는 '성문폐쇄부전'(glottis incompetence)을 '0', 부분적으로 접촉하지 않는 부분이 지속되는 '부분 성문폐쇄부전(partial glottic incompetence)'을 '1', 전체적으로 접촉되지만 부분적으로 붙었다 떨어짐을 반복하는 '불안정한 폐쇄(unstable closure)'를 '2', 완전폐쇄(complete closure)를 '3'으로 등급을 부여했다. 점막물결(mucosal wave)은 점막물결이

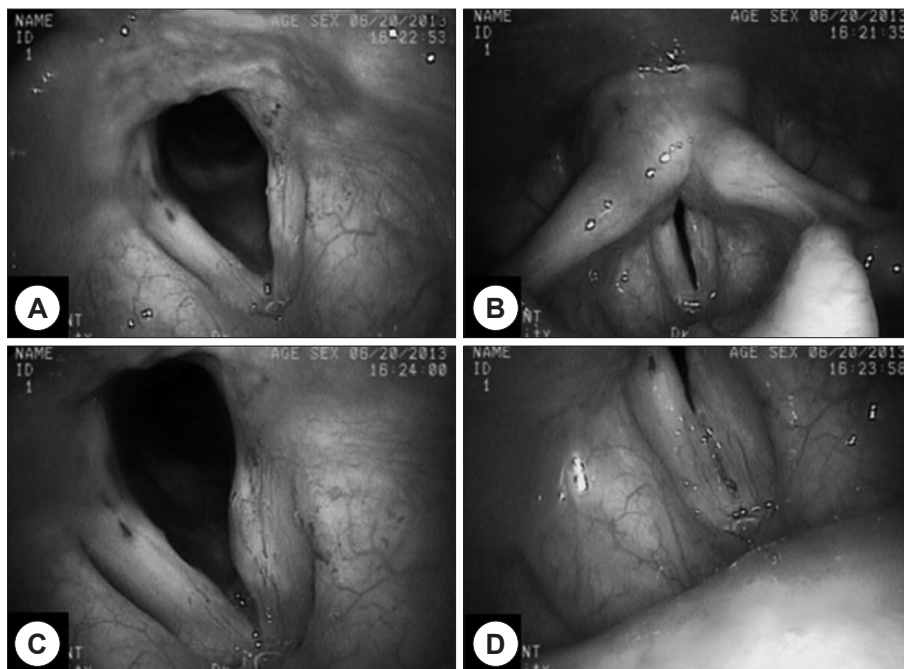


Fig. 1. Fiberoptic laryngoscope imaging during injection laryngoplasty (IL) in left vocal fold scar patient. A and B : before IL, glottal incompetence was found during phonation. C and D : Just after IL, augmentation of left vocal fold and improvement of glottal closure were shown.

전혀 관찰되지 않는 경우(absent)를 '0', '현저히 감소한 경우 (markedly decreased)'를 '1', '다소 감소한 경우(slightly decreased)'를 '2', '정상 점막물결(normal mucosal wave)'을 '3'으로 분류하였다. 양측 성대의 점막물결이 다른 경우 더 나은 쪽의 등급으로 결정하였다. 등급의 결정은 후두스트로보스코피의 판독에 숙련된 한 명의 후두전문의에 의해 이루어졌다. 치료 전후, 환자의 진단 등에 대한 정보가 가려진 상태에서 2번씩 각각의 후두스트로보영상을 보고 등급을 기록하였다. 첫 번째와 두 번째 등급이 다를 경우 합산하여 평균점으로 하였으며 검사자내 신뢰도(intra-subjective reliability)를 측정하였다.

4. 통계

각 환자의 치료 전후를 비교하였으며, GraphPad Prism 6 프로그램의 Wilcoxon Signed Rank 검사를 이용하여 GRBAS 총점, 음성장애지수, 최대발성시간, 주파수 변동률, 진폭 변동률, 조화음 대 잡음비, 음도범위, 음강도범위의 치료 전후 차이를 검증하였다.

Table 1. Patient demographics

Patient		
Total	19	100%
Male	15	78.9%
female	4	21.1%
Mean age (yrs)	62.6±9.8	(39-84)
Etiology		
Sulcus vocalis	12	63.2%
Vocal fold scar	5	26.3%
Vocal fold atrophy	2	10.5%
Injection approach		
Percutaneous	18	94.8%
Suspension laryngoscopic	1	5.2%
Injection materials		
Radiesses®	9	47.4%
Artecoll®	9	47.4%
Rofilan®	1	5.2%
Mean amount (mL)	0.4±0.18	(0.2-0.8)
Mean follow-up periods	13.6±11.1	(3-36)

결 과

총 19 명의 환자가 연구에 포함되었으며 그 중 남성은 14명, 여성은 5명 이었다(Table 1). 나이는 평균 62.6세 였으며 주증상으로 18명은 음성변화, 1명은 경부통증을 호소하였다. 후두스트로보스코피에서 12명은 성대구증, 5명은 성대반흔, 2명은 성대위축으로 진단되었다. 18명은 외래에서 부분마취하에 운상갑상막(cricothyroid membrane)을 통해 경피적 주사후두성형술(percutaneous injection laryngoplasty) 시행 받았으며, 1명은 전신마취하에서 현수후두경하 주입술을 시행 받았다. 주입 물질은 Radiesses®(Bioform Medical Inc., San Mateo, CA, USA), Artecoll®(Rofil International, Breda, Netherlands), Rofilan®(Rofil Medical, Netherlands) 이 각각 9명, 9명, 1명에서 사용되었으며, 성대근 내로 주사하였다. 주입술은 점막물결이 나쁘거나 위축 또는 처짐(bowing)이 심한 일 측 성대에 시행되었다. 평균주사량은 0.4 mm 이었다. 평균 추적관찰 기간은 13.6개월 이었다. 3명에서 재주사가 시행되었으며 재주사 이후의 데이터는 분석에 포함되지 않았다.

1. 객관적 음성분석

최대발성시간이 주사성형술 전 평균 11.7초에서 주사 후 15.2초로 의미있게(p=0.0124) 향상되었다. 음도범위가 주사 전 평균 143.6 Hz에서 주사 후 평균 198.4 Hz(p=0.0141), 음강도범위가 주사 전 평균 21.8 dB에서 주사 후 평균 28.9 dB로 (p=0.0028) 유의하게 증가하였다(Table 2). 평균호기류율, 주파수변동률, 진폭변동률와 조화음대 잡음비는 주사 후 다소 향상되었지만 의미 있는 변화는 없었다.

2. 주관적 음성분석

주관적 음성평가 인자들의 분석에서 음성장애지수가 주사 후두성형술 전 평균 52.9에서 주사 후 38.6으로 통계적으로 유의하게(p=0.028) 감소하였다(Table 3). 세부적으로는 기능적 지수가 평균 20.9에서 15.8(p=0.028), 감성적 지수가 평균

Table 2. The comparison of objective voice parameters between pre and post-Injection laryngoplasty

Parameters	Pre-IL mean ±SD	Post-IL mean ±SD	p-value
Maximal phonation time (seconds)	11.7±6.3	15.2±5.7	0.0124*
Mean flow rate	245.2±111.9	215.3±117.7	0.1006
Jitter (%)	3.7±4.9	2.3±1.8	0.4413
Shimmer (%)	6.3±4.2	4.7±2.3	0.1531
Noise to harmony ratio	0.18±0.18	0.16±0.08	0.806
Pitch range (Hz)	143.6±63.5	198.4±65.5	0.0141*
Dynamic range (dB)	21.8±8.6	28.9±7.9	0.0028*

* : p<0.05 in Wilcoxon signed rank test. IL : Injection laryngoplasty

Table 3. The comparison of subjective voice parameters between pre and post-Injection laryngoplasty

Parameters	Pre-IL mean ± SD	Post-IL mean ± SD	p-value
Sum of GRBAS scale	4.6 ± 1.6	4.1 ± 1.5	0.2993
VHI-30	52.9 ± 20.9	38.6 ± 26.3	0.0280*
VHI-Physical	15.9 ± 9.2	11.3 ± 9.3	0.0646
VHI-Functional	20.9 ± 6.6	15.8 ± 9.5	0.0280*
VHI-Emotional	16.1 ± 8.1	10.9 ± 9.5	0.0111*
Glottal closure	0.97 ± 0.77	1.47 ± 1.01	0.0229*
Mucosal wave	1.29 ± 0.82	1.68 ± 0.75	0.0132*

* : p < 0.05 in Wilcoxon signed rank test. IL : Injection laryngoplasty, VHI : voice handicap index

16.1에서 평균 10.9(p=0.0111)로 주사후두성형술 후에 유의하게 감소되었다(Table 3). 음성장애지수의 신체적 지수는 감소하였지만 유의성은 없었으며, 청지각적검사인 GRBAS scale 점수는 주사후두성형술 전후로 차이가 없었다.

3. 스트로보스코피 분석

성문폐쇄(glottal closure)는 주사 전 평균 0.97에서 주사 후 1.47로 통계적으로 유의하게(p=0.0229) 향상되었다(Table 3). 또한 성대 점막물결(mucosal wave)도 주사 전 평균 1.29에서 주사 후 평균 1.68로 유의하게(p=0.0132) 향상되었다(Table 3).

고 찰

이번 연구의 목적은 성대반흔, 성대구증, 성대위축 등의 질환에서 주사후두성형술의 효과를 알아보기 위한 것이다. 본 연구의 결과에 따르면 주사후두성형술을 통해 성대접촉이 증가하면서 최대발성시간(maximal phonation time)이 증가하고 음성범위분석(Voice range profile)에서 음강도 범위(dynamic range)와 음도 범위(pitch range)가 향상되었다.

성대구증, 성대반흔, 성대위축 등의 치료에서 성문폐쇄 부전이 동반된 경우 이를 해결하는 것이 치료의 일차 목적이 된다.⁸⁻¹⁰ 최대발성시간은 공기역학적 발성 효율을 나타내는 간단하면서도 신뢰성 있는 평가 항목으로 성문폐쇄부전의 치료에서 치료 효과를 판단하는데 유용하다. 음성범위분석은 개인이 각각의 주파수대에서 낼 수 있는 최대 또는 최소 음압(sound pressure level)을 포네토그램(phonetogram)으로 나타낸 것으로 개인이 만들어 낼 수 있는 소리의 범위, 발성 능력(vocal capabilities)를 표현한다.¹¹ 음강도 범위와 음도범위는 서로 연관되어 나타나며 음성 강도(vocal intensity)는 목소리의 음향적인 힘(acoustic power)으로써 대화에서 상대방이 목소리를 청각적으로 인지하는데 중요하게 작용한다.¹² 따라서 주사후두성형술 이후에 최대발성시간이 증가하고 음강도 범위와 음도 범위가 향상되었다는 것은 환자의 음성 효율이 증가하고 목소리 크기를 조절할 수 있는 능

력이 좋아졌다는 것을 의미한다.¹³ 이러한 객관적 음성 분석 인자들의 호전은 주사후두성형술 이후 환자들이 좀더 편안하게 대화를 할 수 있게 되었음을 나타내며 이로 인해 주관적 음성 분석 인자인 음성장애 지수가 호전된 것으로 판단된다. 그러나 객관적인 음성의 질(vocal quality)을 나타내는 지표들인 주파수별동률(Jitter), 진폭변동률(Shimmer), 조화음대 잡음비 등은 좋아지지 않았으며 또한 청지각적검사인 GRBAS scale도 호전이 없었다. 이는 성대반흔, 성대구, 성대위축에 대한 주사후두성형술의 치료적 한계로써 비록 주사 이후 점막물결이 좋아졌다고는 하지만 이와 같은 결과는 성대 접촉이 향상되면서 이차적으로 베르누이 효과가 강화되었기 때문이며 성대 상피와 고유층의 섬유화가 변화된 것이 아니기 때문에 근본적인 음질의 향상은 기대하기 어려울 것으로 생각된다. 오히려 고유층으로 주사물질이 주입되거나 과도한 양이 주입되면, 염증반응을 유발시키거나 점막의 긴장을 증가시켜 목소리가 더 나빠질 수 있으므로,¹⁴ 저자들은 주사물질에 의한 부작용을 최소화하고자 주사 목표 부위를 성대근으로 하였으며, 양측 성대에 병변이 있더라도 일측에만 주사후두성형술을 시행하였다. 본 연구에서는 3례에서 주사 후 시행한 추적 음성검사에서 음성장애지수가 높아진 것으로 나왔지만 육아종이 형성되거나 주입물질을 제거해야 하는 경우는 없었다.

성대구증, 성대반흔, 성대위축 등과 같이 비마비성 성문폐쇄부전에(non-paralytic glottic incompetence)에 대한 치료 방법은 확립된 것이 없으며 제 1형 갑상성형술과 주사후두성형술과 같은 성대내전술,^{15,16} 병변 절제, 봉합 및 내전술,¹⁷ 최소갑상절개(minithyrotomy) 또는 성대절개(cordotomy) 및 삽입술 등¹⁸이 보고되었다. 성대내전술을 이용한 연구 결과들을 살펴보면, 제 1형 고어텍스 갑상성형술(type 1 Gore-Tex thyroplasty, GTP)를 시행하였을 때 성대반흔 환자에서 음성 관련 삶의 질(voice-related quality of life, VRQOL)은 향상되었지만 GRBAS scale은 호전되지 않았다.¹⁵ 국내에서 시행된 성대 위축 및 경미한 성대구증에서 Artecoll[®]을 이용한 후두주입성형술의 효과를 분석한 연구에서도 저자들의 연

구와 비슷하게 최대발성시간, 음성장애지수는 향상되었지만 음질과 관련된 주파수별동률, 진폭변동률, 조화음 대 잡음비는 호전이 없었다.¹⁶⁾ 비록 Molteni 등¹⁹⁾이 히알루로닉산(hyaluronic acid) 성분의 젤을 성대에 주입 후 12개월까지 음성장애지수, GRBAS 스케일, 성문폐쇄 및 점막물결 등에서 유의하게 호전된 결과를 보고하였지만 주사후두성형술이 성대반흔 또는 성대구증에서 전혀 효과가 없다는 보고도 있다.²⁰⁾ 본 연구와 다른 연구들의 결과를 종합해 보면 성대 성대반흔, 성대구증, 위축 등과 같이 성대의 커버 부분에 섬유성 병변이 있는 질환에서 후두주입성형술을 포함한 성대 내전술이 음향학적 음질을 향상시키는 데는 한계가 있지만 최대발성시간, 음성장애지수를 호전시킬 수 있는 것으로 기대된다. 그러나 주사후두성형술의 치료 효과를 판단하기 위해서 추후 더 많은 모집단과 비교군을 포함한 전향적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결 론

주사후두성형술은 성대구증과 성대반흔 환자에서 발성 효율과 목소리강도의 조절을 향상 시키는데 도움이 되었다. 이번 연구가 증례숫자가 부족하고 후향적연구로 인해 규칙적인 추적검사가 이루어 지지 못한 한계가 있다. 하지만 성대구증, 성대반흔, 성대위축 등 성대 운동은 정상이지만 성문폐쇄부전(glottic incompetence)을 보이는 질환에 대한 뚜렷한 치료가 없는 현실에서 주사후두성형술이 외래에서도 쉽게 시행할 수 있으며 어느 정도 음성의 호전을 기대할 수 있으므로 유용한 치료로 판단된다.

중심 단어 : 성대구증 · 성대위축 · 반흔 · 주사후두성형술.

REFERENCES

- 1) O'Leary MA, Grillone GA. *Injection laryngoplasty*. *Otolaryngol Clin North Am* 2006;39(1):43-54.
- 2) Arnold GE. *Vocal rehabilitation of paralytic dysphonia. VIII. Phoniatic methods of vocal compensation*. *Arch Otolaryngol* 1962;76:76-83.
- 3) Isshiki N, Morita H, Okamura H, Hiramoto M. *Thyroplasty as a new phonosurgical technique*. *Acta Otolaryngol* 1974;78(5-6):451-7.
- 4) Hoffman H, McCabe D, McCulloch T, Jin SM, Karnell M. *Laryn-*

- geal collagen injection as an adjunct to medialization laryngoplasty*. *Laryngoscope* 2002;112(8 Pt 1):1407-13.
- 5) Lundy DS, Casiano RR, McClinton ME, Xue JW. *Early results of transcutaneous injection laryngoplasty with micronized acellular dermis versus type-I thyroplasty for glottic incompetence dysphonia due to unilateral vocal fold paralysis*. *J Voice* 2003;17(4):589-95.
- 6) Carroll TL, Rosen CA. *Long-term results of calcium hydroxylapatite for vocal fold augmentation*. *Laryngoscope* 2011;121(2):313-9.
- 7) Franco RA, Andrus JG. *Common diagnoses and treatments in professional voice users*. *Otolaryngol Clin North Am* 2007;40:1025-61, vii.
- 8) Tsunoda K, Kondou K, Kaga K, Niimi S, Baer T, Nishiyama K, et al. *Autologous transplantation of fascia into the vocal fold: long-term result of type-1 transplantation and the future*. *Laryngoscope* 2005;115(12 Pt 2 Suppl 108):1-10.
- 9) Mallur PS, Rosen CA. *Vocal fold injection: review of indications, techniques, and materials for augmentation*. *Clin Exp Otorhinolaryngol* 2010;3(4):177-182.
- 10) Paniello RC, Sulica L, Khosla SM, Smith ME. *Clinical experience with Gray's minithyrotomy procedure*. *Ann Oto Rhino Laryngol* 2008;117(6):437-42.
- 11) Sulter AM, Schutte HK, Miller DG. *Differences in phonetogram features between male and female subjects with and without vocal training*. *J Voice* 1995;9:363-77.
- 12) Sylvain L, Boris D, Michele C. *Toward a more informative voice range profile: the role of laryngeal vibratory mechanisms on vowels dynamic range*. *J Voice* 2012;26:672, e9-672e18.
- 13) Boone DR, McFarlane SC, Von Berg SL, Zraick RI. *The Voice and voice therapy. Eighth Edition*. Boston: Pearson Education Inc.; 2010. p.133-79.
- 14) DeFatta RA, Chowdhury FR, Sataloff RT. *Complications of injection laryngoplasty using calcium hydroxylapatite*. *J Voice* 2012;26(5):614-8.
- 15) Shah RN, Deal AM, Buckmire RA. *Multidimensional voice outcomes after type I Gore-Tex thyroplasty in patients with nonparalytic glottic incompetence: a subgroup analysis*. *Laryngoscope* 2013;123(7):1742-5.
- 16) Yun YS, Yeo J, Choi JE, Son YI. *The effect of Artecoll® injection laryngoplasty for patients with vocal atrophy and mild sulcus vocalis*. *J Korean Soc Logoped Phoniatr* 2013;24(2):112-7.
- 17) Yilmaz T. *Sulcus vocalis: excision, primary suture and medialization laryngoplasty: personal experience with 44 cases*. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2012;269:2381-9.
- 18) Tan M, Bassiri-Tehrani M, Woo P. *Allograft (alloderm) and autograft (temporalis fascia) implantation for glottic insufficiency: a novel approach*. *J Voice* 2011;25:619-25.
- 19) Molteni GI, Bergamini G, Ricci-Maccarini A, Marchese C, Ghidini A, Alicandri-Ciuffelli M, et al. *Auto-crosslinked hyaluronan gel injections in phonosurgery*. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2010;142(4):547-53.
- 20) Welham NV, Choi SH, Dailey SH, Ford CN, Jiang JJ, Bless DM. *Prospective multi-arm evaluation of surgical treatments for vocal fold scar and pathologic sulcus vocalis*. *Laryngoscope* 2011;121(6):1252-60.