

성대위축증 및 경미한 성대구증에서 Artecoll®을 이용한 후두주입성형술의 효과

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 이비인후과학교실

윤영선 · 여진하 · 최지은 · 손영익

= Abstract =

The Effect of Artecoll® Injection Laryngoplasty for Patients with Vocal Atrophy and Mild Sulcus Vocalis

Young-Sun Yun, PhD, Jinha Yeo, MS, Ji Eun Choi, MD and Young-Ik Son, MD, PhD

Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Samsung Medical Center,
Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

Background and Objectives : This study aimed to determine the clinical effect of Artecoll® injection laryngoplasty for patients with vocal atrophy and mild sulcus vocalis. **Materials and Method** : Forty-one patients with vocal atrophy and/or mild sulcus vocalis received transcutaneous Artecoll® injection into the vocal folds under local anesthesia. Subjective evaluations including voice handicap index (VHI) and perceptual grading with Grade, Roughness, Breathiness, Asthenia, Strain (GRBAS) scales and objective evaluations including jitter, shimmer, noise-to-harmonic ratio (NHR), speaking fundamental frequency (SFF) and maximum phonation time (MPT) were evaluated before and 3 months after the injection. **Results** : VHI and Grade, Breathiness and Strain scales in GRBAS showed significant improvement 3 months after injection. SFF and MPT also significantly improved after the injection ; MPT increased and SFF in male patients decreased. **Conclusion** : Injection laryngoplasty with Artecoll® is an effective method for correcting the glottal insufficiency and improving voice quality in patients with vocal atrophy and/or mild sulcus.

KEY WORDS : Sulcus vocalis · Vocal atrophy · Injection laryngoplasty · Artecoll®.

서 론

성대마비, 성대구증 또는 성대위축증 등 성문의 불완전 폐쇄로 인한 음성장애의 개선을 위하여 성문 틈(glottal gap)을 줄이는 다양한 방법의 수술적 치료 접근이 시행되고 있는데, 그 중 후두주입성형술(injection laryngoplasty)은 술기가 상대적으로 간편하고, 주입술의 효과도 뛰어나고 안정적이어서 점차 그 활용도가 증가하고 있다. 후두주입성형술은 성대에 특정 물질을 주입함으로써 불완전 성문 폐쇄를 교정하는 기술이

다. 1911년에 Bruening이 파라핀을 이용한 것을 시작으로 테플론, 실리콘, 젤폼, 우형 콜라겐 등이 사용되어왔으나, 주입된 물질의 이물반응 등 문제점이 지적된 바 있다. 이상적인 성대 주입물질은 주입 절차가 쉽고 간단하고, 주입된 물질이 흡수되거나 변성되지 않아 필요 시 제거가 용이해야 하고, 인체 내에서 이물반응 및 면역반응이 적거나 없으면서, 성대 고유의 점성 및 탄성을 유지할 수 있어야 한다. 최근에는 신물질 개발을 위한 연구가 꾸준히 진행되고 있으며, 근막, 지방, 콜라겐, 섬유아세포 등의 자가조직을 이용하기도 하고, 세포외기질의 구성 성분인 hyaluronic acid에 대한 이용이 보고되고 있다.¹⁾

Artecoll®(Rofil Medical International, Breda, The Netherlands)은 균질의 PMMA 소원형체(polymethyl methacrylate microspheres)를 함유하는 우형 콜라겐(bovine collagen)으로, 주입된 콜라겐이 조직 내 흡수되면서 각 PMMA 미립자가 섬유모세포(fibroblasts)를 자극하게 되고 그 결과 1~3개월 내

논문접수일: 2013년 12월 5일

심사완료일: 2013년 12월 23일

책임저자: 손영익, 135-710 서울 강남구 일원로 81

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 이비인후과학교실

전화: (02) 3410-3575, 2355 · 전송: (02) 3410-6987

E-mail: yison@skku.edu

에 자가 콜라겐 섬유들이 생성되어 결합조직섬유로 구성된 작은 섬유상들을 형성하여 수 년간 유지하게 된다. 소원형체의 직경은 30~40 μm로서 조직 내에서 쉽게 이동하지 않으며 면역세포의 탐식작용을 회피할 수 있다. 또한 매끄러운 표면 때문에 조직 내 이물 반응이 거의 없고, 제조 과정 중 반복하여 정제됨으로써 초기 육아중성 반응의 원인이 되는 정전기학적 전하를 갖지 않는다.^{2,3)}

본 기관에서는 Artecoll®을 이용한 후두주입성형술을 시행하여 성대마비로 인한 성문 불완전폐쇄 환자에서 음성 개선 효과를 보고한 바 있었기에,⁴⁻⁶⁾ 본 연구에서는 성문불완전폐쇄의 또 다른 종류인 성대위축증 또는 경미한 성대구증 환자를 대상으로 Artecoll®을 성대에 주입하였을 때 음성의 개선 정도를 확인해보고 그 유용성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

2009년 8월부터 2013년 6월까지 성대위축증 또는 성대구증으로 진단받은 환자 중 Artecoll® 주입술이 실시된 환자를 후향적 연구 대상으로 하였다. 성대구증 경우, Ford의 분류 중 기능적 장애를 일으키지 않는 비병리적 형태로 점막표면에 국한되어있는 제 I형의 환자를 대상으로 하였다.⁷⁾ 대상자 모두 이전에 성대 수술을 받은 과거력은 없었으며 결절, 폴립 등 성대 점막질환이나 기타 특이한 후두질환이 발견된 경우에는 연구 대상에서 제외되었다. 대상자는 남성 36명, 여성 5명으로 총 41명이었고, 연령은 22세부터 86세로 평균연령이 55세였다.

2. 성대주입술

시술은 국소마취 하에 동일한 1인의 이비인후과 전문의에

의해 진행되었고, 시술 중 혈압, 맥박, 혈중 산소포화도, 체온 등을 감시하였다. 전 처치로 시술 30분 전에 atropine sulphate 0.5 mg 및 meperidine hydrochloride 50 mg을 근육 주사하고, nebulizer를 이용하여 4% lidocaine 3 mL를 인후두에 약 5분간 흡입 분무하였다. 수술실로 이동 후 atomizing 노즐과 10 mL 주사기를 이용하여 4% lidocaine 3 mL를 비강 및 구인두에 분무하였다. 양와위에서 경부를 신전시킨 후 povidone-iodine 용액으로 피부에 무균소독을 하고 윤상갑상막에 2% lidocaine을 0.5 mL 정도 주사하여 부분마취를 시행하였다. 비강을 통하여 굴곡형후두내시경(ENT P3 ; Olympus, Tokyo, Japan)으로 시행 과정을 관찰하면서, 23 gauge 3.8 cm 바늘을 윤상갑상막의 정중선 외측 5 mm 근방을 통하여 후상방으로 바늘을 진입시키고, 바늘 끝이 막양성대부의 중간 부위에 위치되었는지, 성대 점막고유층 및 인대의 외측에 위치하였는지 확인하면서 Artecoll®을 천천히 주입하였다 (Fig. 1). 주사 부위를 성대 인대보다는 약간 외측으로 깊게 위치하도록 하여, 기존 점막 파동을 최대한 보존한 상태에서 성대의 부피를 증가시킬 수 있게 하였다(Fig. 2). Artecoll® 주입은 대부분 성대 양측에 시행되었고(n=35), 6명에서는 편측에만 시행하였다. 주입량은 한쪽 성대에 0.2~0.6 mL 정도로 평균 약 0.3 mL를 주입하였는데, 주입 중 발생 시 성대 단힘 및 진동을 확인 관찰하면서 주입량을 결정하였다.

3. 음성 평가

음성 호전도를 알아보기 위해 시술 전과 시술 후 3개월 째 음성검사를 시행하여, 그 중 정량적 비교가 가능한 일부 항목을 선정하였다. 주관적 평가로는 VHI와 GRBAS 점수를, 객관적 평가로는 jitter, shimmer, NHR, SFF 등 음향학적 평가와 공기역학적 검사로 MPT를 측정하여 비교하였다.

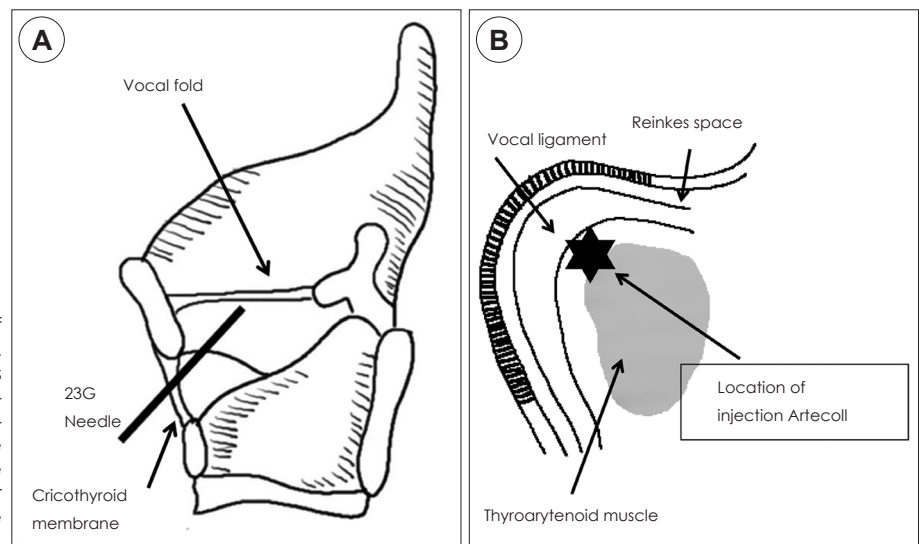


Fig. 1. Schematic demonstration of transcutaneous vocal fold injection. A : A 23-gauge spinal needle was submucosally advanced in a posterolateral direction through the cricothyroid membrane. B : The needle targets the space just lateral to the vocal ligament, at the same level or inferior to the level of the free edge of the vocal fold.

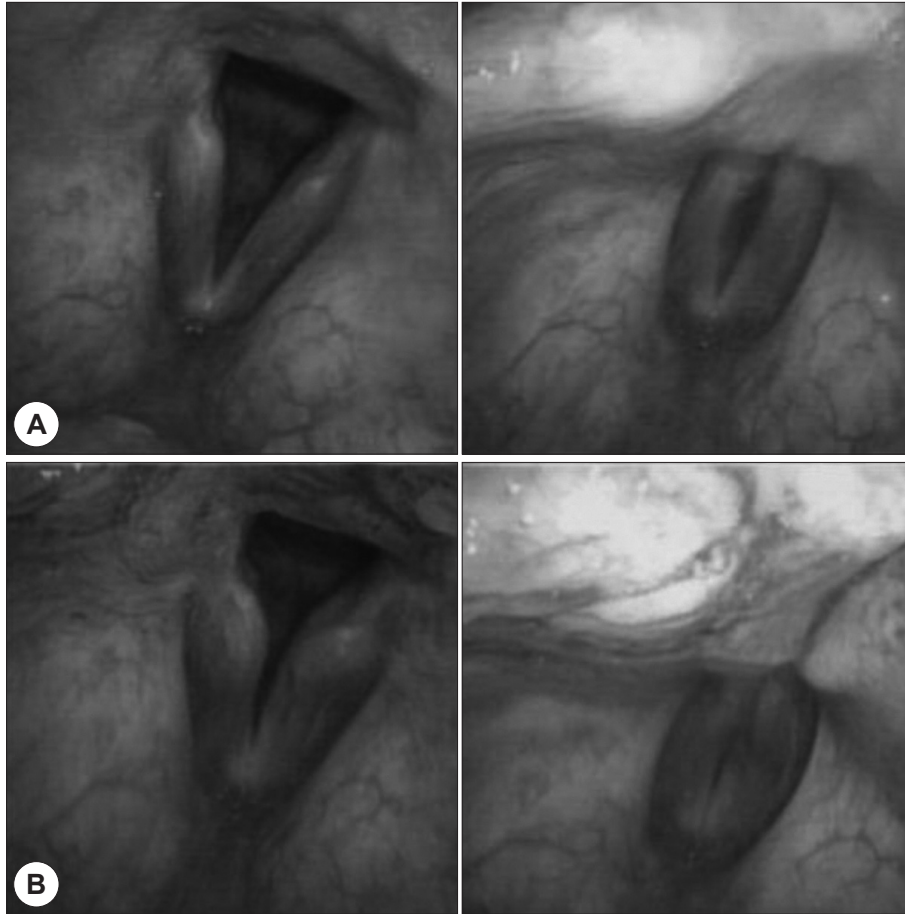


Fig. 1. Laryngeal endoscopic findings in the case of sulcus vocalis during procedure. A : Before injection, there is mild to moderate glottal gap during phonation. Vocal cords during deep inspiration (left panel) and phonation (right panel). B : After Artecoll® injection, Glottal gap decreased during deep inspiration (left panel) and nearly complete glottal closure was observed during phonation (right panel).

1) 주관적 평가

VHI는 환자가 주관적으로 본인의 음성문제 정도를 측정하는 30문항의 설문으로서, 각 문항마다 0점부터 4점까지 5점 척도로 구성되어 있고, 총점이 0점부터 120점까지로, 점수가 높을수록 음성문제가 많은 것을 나타낸다. 본 연구에서는 검증 과정을 거친 한국어 번역판 검사지를 사용 하였다.⁸⁾

GRBAS는 검사자 기준의 청지각적 평가로서, 본 검사에서는 기존의 4점 척도 대신 0.5점 단위의 7점 척도(0, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3)로 변환하여 사용하였고, 점수가 높을수록 음성문제가 많은 것을 나타낸다. G는 전체적인 음성 중증도(overall grade)를 나타내고, R은 거친 음성(rough voice), B는 기식성 음성(breathy voice), A는 약한 음성(asthenic voice), S는 긴장성 음성(strained voice)를 말한다. 평가는 1인의 숙련된 언어 치료사에 의해 결과값을 얻었고, 재검을 통한 평가자 내 일치도는 .92 이상을 보였다($r=0.924, p<0.01$).

2) 객관적 평가

음향학적 검사는 MDVP(multi-dimensional voice program, KAY-PENTAX, USA)를 이용하였다. 소음이 차단된 실내에서 피험자가 앉은 자세를 유지한 채 head worn micro-

phone(AKG, C410, Austria)을 착용하고, 마이크가 왼쪽 입술 끝에서 3 cm 정도 떨어진 상태에서 녹음하였다. 모음/아/를 안정된 발성으로 3초 내외 지속한 것을 분석하여 jitter, shimmer, NHR을 구하고, 표준화 문구 '가을' 문단 중 앞의 두 문장을 읽게 하여 SFF를 구하였다. Jitter는 주파수 변동률(cycle to cycle frequency variation)로 기준치가 1.04%이고, shimmer는 진폭 변동률(peak to peak amplitude variation)로 기준치가 3.81%이다.

최대발성지속시간은 편안한 강도 및 음도에서 /아/발성을 최대로 길게 유지하게 하여, 2회 이상 검사 중 최장 시간을 구하였다.

4. 통계분석

통계분석은 SPSS 20(SPSS Inc., Chicago, IL)을 이용하여 paired t-test를 유의수준 0.05를 기준하여 분석하였다.

결 과

1. 주관적 평가

VHI 총점은 시술 전 평균 56.8점에서 시술 후에 평균 40.7

점으로 유의하게 감소하여, 시술에 대한 환자의 주관적 만족도가 향상됨을 알 수 있었다($p < .01$).

GRBAS에서는 G, B, S 항목에서 호전을 보였다. 전체 음성 중증도(G)는 1.76에서 1.19로 유의하게 감소하였다($p < .01$). 시술의 특성 상 모든 사례에서 시술 후 성문 틈의 감소로 인해 B가 1.74에서 1.08로 뚜렷이 감소하였고($p < .01$), 시술 전 이차적 근긴장발성이 동반된 사례에 한해서 시술 후 S 항목도 0.31에서 0.11로 다소 감소되었다($p < .05$)(Table 1).

2. 객관적 평가

음향학적 검사 중 jitter, shimmer, NHR는 모두 시술 전후로 유의한 차이를 보이지 않았다. 발화 시 평균기본주파수는 남성만 대상으로 했을 때, 시술 전 151 Hz에서 시술 후 144 Hz로 감소하여, 평균 음도가 보다 안정되게 낮아지는 효과를 보였다($p < .01$).

최대발성지속시간은 시술 전 10.34 sec에서 시술 후 11.92 sec로 유의하게 증가하였다($p < .01$)(Table 2).

고 찰

성대위축증과 성대구증은 과소기능발성(hypofunctional voice)에 속하는 음성장애로서, 발성 시 성대 폐쇄 부진을 보이는 공통적인 특징을 보인다.⁹⁾ 이로 인해 청지각적으로는 기식성 음질이 증가하는 전형적인 탁음이 나타나고, 환자에 따라서는 이차적인 근긴장도 수반되어 힘을 주듯이 발성을 하는 긴장성 음질이 동반하여 나타나기도 한다. 성대 폐쇄 부진은 발성 시에 호기류율이 증가되어 호흡 지지 기능을 약화시켜 발성

강도를 감소시키고, 장시간 말을 할 때 음성피로도를 쉽게 나타내고, 전체적인 말 명료도(speech intelligibility)를 떨어뜨리게 한다.

성대위축증은 선천적인 경우도 있지만, 후천적으로는 노화가 되면서 후두 근육이 약화되거나 병후 체력 감소로 인해 일시적인 증상으로 나타나기도 한다. 이 밖에도 중추 및 말초신경의 이상으로 인해 근위축이 동반되어 나타날 수 있다. 최근에는 노인 인구 증가로, 노인성 후두의 경우에 적극적인 음성 개선을 요구하는 경우가 많아졌다. 노인성 음성은 성대 점막과 근육의 위축으로 인해 성대 오목면이 증가하는 궁형성대(vocal fold bowing)가 흔히 관찰되며, 노인 남성의 60~70%에서 관찰된다. 노인성 후두에 대한 치료법의 하나로 Lee Silverman Voice Treatment(LSVT) 및 Vocal Function Exercise(VFE) 등을 적용한 음성치료를 권고하는 편이나, 일정기간 꾸준히 음성치료를 받아야 그 효과를 기대할 수 있기에, 단시간에 성대근의 부피를 증가시키거나 근육을 강화시키기에는 어려움이 있다.¹⁰⁻¹²⁾ 특히 거주지 문제 등 여건 상 정규적인 음성치료가 불가능하다면 이에 대한 대안적 치료가 요구된다.

한편, 성대구증은 음성치료 등 보존적 치료만으로는 근본적인 기질적 문제를 해결하기 어려우므로, 과거부터 다양한 방법의 수술적 치료를 시도해왔다. 성대 구증의 경우, 점막 파동을 개선하기 위해 유착된 점막을 인대로부터 분리하거나 점막을 절제하는 방법은 재유착 또는 반흔 형성으로 인해 좋은 결과를 기대하기 어려운 편이어서, 수술 적용을 신중히 결정할 필요가 있다. 유착 부위의 점막을 분리한 후 성대구증에 수직 방향으로 절개를 가함으로써 유착 또는 반흔의 방향을 전후에서 상하로 바꾸어 점막 파동의 회복을 기대하는 mucosal slicing

Table 1. Subjective voice evaluation before and after Artecoll[®] injection

	Pre-injection (mean±SD)	Post-injection (mean±SD)	t	df	p
VHI-30	56.4±20.5	39.8±27.3	5.850	40	.000
GRBAS					
G	1.76±.54	1.19±.55	6.369	40	.000
R	0.47±.69	0.45±.63	.321	40	.750
B	1.74±.56	1.08±.55	8.342	40	.000
A	0.13±.48	0.06±.39	1.000	40	.323
S	0.31±.67	0.11±.41	2.100	40	.042

VHI : Voice Handicap Index, G : grade, R : rough, B : breathy, A : asthenic, S : strained

Table 2. Objective voice evaluation before and after Artecoll[®] injection

	Pre-injection (mean±SD)	Post-injection (mean±SD)	t	df	p
Jitter (%)	2.39±2.89	2.08±1.92	.582	40	.564
Shimmer (%)	5.76±4.01	6.07±3.76	-.406	40	.687
NHR	0.14±0.06	0.16±0.07	-1.181	40	.245
SFF (Hz)_male	151.0±25.1	144.8±22.8	2.997	35	.005
MPT (sec)	10.34±5.16	11.92±5.36	-3.327	40	.002

NHR : noise to harmonic ratio, SFF : speaking fundamental frequency, MPT : maximum phonation time

기법으로 일부 환자를 대상으로 좋은 결과가 보고 된 바가 있었고, 최근에는 성장인자나 줄기세포를 이용하여 성대반흔의 조직재생을 돕는 연구가 진행 중에 있지만, 현재로서는 성대구증을 해결하는 일반화된 치료 방법이 확립되어 있지 않은 상태이다.¹³⁾

성대위축증과 성대구증에 대한 보다 적극적인 치료로서, 최근에는 성대에 직접 보형물을 주사하여 성대근의 부피를 증가시키는 방법이 선호되고 있다. 후두주입성형술은 시술 방법이 비교적 간단하며 효과를 즉각적으로 볼 수 있다는 장점이 있다. 특히 성대구증이 경미한 경우에는, 성대위축증에 준한 접근 방법으로써 성대근의 부피를 늘려 성문 틈을 줄이는 시술만으로도 비교적 음성 개선을 기대할 수 있다. 보형물의 주입 위치는 주입물질의 성상에 따라 차이가 있을 수 있지만, 성대근육층의 내측, 즉 성대인대에 가까운 성대근육층에 주사하는 것이 일반적으로 바람직하다. 성대 표층에 주입될 경우 자칫 성대 점막에 진동장애를 일으킬 수 있기 때문에 주입 시 내시경을 통해 발성 양상을 확인하면서 보형물의 양을 적절히 조절하는 것이 요구된다.

본 연구에서 성대구증 및 성대위축증을 대상으로 Artecoll® 주입을 한 결과, 환자의 주관적 평가 VHI와 평가자의 청지각적 평가 GRBAS에서는 시술 후 뚜렷한 호전을 확인할 수 있었다. 객관적 평가에서는 발화 시 평균기본주파수와 최대발성지속시간은 호전을 보였으나, jitter, shimmer NHR의 음향학적 음질 평가에서는 차이를 보이지 않았다. 이는 Artecoll® 주입 후 성대의 질량 및 부피가 즉각적으로 증가하여, 초당 성대 진동 횟수가 안정되게 낮아지고 동시에 성문 틈이 감소되어 발성 지속시간이 증가함으로써 발성 개선 효과를 얻었다고 할 수 있다. 반면, 성대구증의 경우 본 시술로써 성대점막 파동 양상이 직접적으로 개선되는 것은 아니므로, 결과적으로는 음향학적 음질 검사에서는 유의한 호전을 보이지 못하였다. 본 연구를 바탕으로 성대구증 및 성대위축증을 대상으로 Artecoll® 주입 시 음향학적 음질 개선이 미미하더라도 환자 및 평가자의 주관적 평가에서 호전을 보이고, 평균기본주파수가 보다 안정적으로 낮아지고, 최대발성지속시간의 증가로 호흡 지지에 향상을 보인다면 시술에 대한 효과가 있다고 간주할 수 있다.

본 연구는 시술 후 3개월째에 음성 경과를 비교한 것으로, 장기 추적으로 호전 양상에 대한 관찰이 요구된다. 1회 시술로도 음성 호전 상태가 1년 이상 유지되는 것을 보이는 경우도 있었지만, 일부 환자는 시술 직후 뚜렷한 음성 호전을 경험한 것에 비해 시간이 경과하면서 음성 기능이 저하된다는 보고를 하기도 하였다. 이러한 경우에는 재시술이나 음성치료 등의 보완이 필요할 수 있다. 편측 성대마비 환자에서 Artecoll® 시술 후 3개월째보다 6개월 경과 시에 발성 양상이 더욱 호전되었다는

본원 일부 환자의 경험을 고려할 때 성대구증 및 성대위축증의 경우에도 가능하다면 적어도 6개월 이상 경과 관찰을 한 후에 추가적인 시술을 고려하는 것이 바람직하다고 사료되었다.

본 연구 대상자들 중 시술 후 6개월 이상 경과 관찰이 가능했던 환자는 총 16명이었다. 이 중 시술 후 음성 호전을 보고한 경우는 총 13명으로, 이들 중 1년 경과 시까지 음성 호전을 유지한 경우는 9명이었고, 10개월 이상 호전 유지는 1명, 6개월 이상 호전 유지는 2명, 그리고 6개월까지 호전 유지되다 다시 약간의 탁음이 출현한다고 보고한 경우가 1명이 해당되었다. 이 중 3예는 추가 시술을 원하여 1차 시술 후 8개월에서 13개월째 사이에 재시술이 시행되었지만, 이로 인한 유의한 주관적인 추가 호전은 없다고 하였다. 일차시술 후 유의한 음성 호전을 보이지 않았던 3명 중 2예에서 8개월 후 추가적인 주입술이 시행되었으며, 1예는 재시술 후 뚜렷한 효과를 보여 8개월 이상 음성 호전 상태가 유지되는 것이 확인되었고, 나머지 1예의 경우에는 재시술 이후에도 유의한 호전을 보이지 않았다.

이로써 장기간 관찰이 가능했던 환자 16명 중 13명(81%)이 Artecoll® 1회 시술로도 6개월에서 1년 이상 호전된 음성을 유지하고 있음을 확인할 수 있었다. 본원에서 과거 성대위축증을 대상으로 hyaluronic acid 주입술을 시행했을 때는 시술 직후 호전된 음성 상태가 장기간 지속되지 않아 효과 유지에 어려움이 있었던 바, 그에 비해서는 Artecoll® 주입술이 음성 보존에 탁월한 것을 알 수 있었다.

향후 대상수가 증가하면, 성대구증과 성대위축증을 세분하여 진단명별 특성을 알아보고, 연령에 따른 양상 또한 관찰하고자 한다. 성대구증의 정도에 따른 Artecoll® 주입의 유용성을 알아볼 필요가 있겠고, 성대위축증의 경우에는 대상자 연령에 따라 시술의 효과 및 효과 지속기간을 분석할 필요가 있다고 생각된다.

결 론

성대구증 및 성대위축증 환자를 대상으로 Artecoll® 후두주입성형술을 시행한 결과, 발성 시 기식음 및 이차 긴장음이 감소하는 등 주관적인 음성 호전을 관찰할 수 있었다. 또한 성문폐쇄 증가에 따른 호흡 지지 개선으로 최대발성지속시간이 향상되었고, 남자 환자의 경우 음도가 보다 안정적으로 낮아졌다. 이로 인해 시술 전에 비해 음성피로도를 줄일 수 있어, 환자의 음성 만족도가 향상되었다. 본 시술은 연령 증가에 따른 위축성 후두변화로 인한 음성장애의 개선에도 도움이 될 것이며, 이는 적극적으로 음성개선을 원하는 노년층에게 안전하게 시술할 수 있는 가능한 좋은 수술적 방법이라고 판단된다.

중심 단어 : 성대구증 · 성대위축증 · 후두주입성형술 · Artecoll[®].

REFERENCES

- 1) O'Leary MA, Grillone GA. *Injection laryngoplasty. Otolaryngol Clin North Am* 2006;39(1):43-54.
- 2) Cohen SR, Holmes RE. *Artecoll: a long-lasting injectable wrinkle filler material: Report of a controlled, randomized, multicenter clinical trial of 251 subjects. Plast Reconstr Surg* 2004;114(4):964-76; discussion 977-9.
- 3) Lemperle G, Romano JJ, Busso M. *Soft tissue augmentation with artecoll: 10-year history, indications, techniques, and complications. Dermatol Surg* 2003;29(6):573-87; discussion 587.
- 4) Oh JW, Lee SW, Kim MB, Yun YS, Kim KM, Son YI. *The effect of artecoll injection for the patients with unilateral vocal cord paralysis. J Korean Soc Logoped Phoniatr* 2005;16(2):129-34.
- 5) Min JY, Hong SD, Kim K, Son YI. *Long-term results of Artecoll injection laryngoplasty for patients with unilateral vocal fold motion impairment: safety and clinical efficacy. Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2008;134(5):490-6.
- 6) Choi J, Son YI, So YK, Byun H, Lee EK, Yun YS. *Posterior glottic gap and age as factors predicting voice outcome of injection laryngoplasty in patients with unilateral vocal fold paralysis. J Laryngol Otol* 2012;126(3):260-6.
- 7) Ford CN, Inagi K, Khidr A, Bless DM, Gilchrist KW. *Sulcus vocalis: a rational analytical approach to diagnosis and management. Ann Otol Rhinol Laryngol* 1996;105(3):189-200.
- 8) Yun YS, Kim HH, Son YI, Choi HS. *Validation of the Korean voice handicap index (K-VHI) and the clinical usefulness of Korean VHI-10. Korean J Commun Disord* 2008;13:216-41.
- 9) Yun YS. *Voice therapy in hypofunctional voice disorders. In: Korean society of logopedics and phoniatrics. Understanding of laryngology. 1st ed. Seoul: Ilchokak;2012. p.129-40.*
- 10) Berg EE, Hapner E, Klein A, Johns MM 3rd. *Voice therapy improves quality of life in age-related dysphonia: a case-control study. J Voice* 2008;22(1):70-4.
- 11) Stemple JC, Lee L, D'Amico B, Pickup B. *Efficacy of vocal function exercises as a method of improving voice production. J Voice* 1994; 8(3):271-8.
- 12) Ramig LO, Gray S, Baker K, Corbin-Lewis K, Buder E, Luschei E, et al. *The aging voice: a review, treatment data and familial and genetic perspectives. Folia Phoniatr Logop* 2001;53(5):252-65.
- 13) Choi SH. *Phonosurgical techniques for special conditions. In: Korean society of logopedics and phoniatrics. Understanding of laryngology. 1st ed. Seoul: Ilchokak;2012. p.669-70.*