

## 서양식 성악발성법의 의학적 이해

연세대학교 의과대학 강남세브란스병원 이비인후과학교실,<sup>1</sup> 음성언어의학연구소<sup>2</sup>  
최홍식<sup>1,2</sup> · 홍현준<sup>1,2</sup> · 염용혁<sup>2</sup> · 남도현<sup>2</sup>

### = Abstract =

### Understanding of the Western Classical Singing in Medical Point of View

Hong-Shik Choi, MD<sup>1,2</sup>, Hyun Jun Hong, MD<sup>1,2</sup>, Yong Hyuk Yum, BA<sup>2</sup> and Do Hyun Nam, BA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Logopedics & Phoniatrics, <sup>2</sup>Department of Otorhinolaryngology, Gangnam Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Western classical singing voices are different from those of pop song singer's singing voices as well as traditional Korean singing such as Pansori. We analyzed the singing voices from three different categories with using free application programs available at the usual smart phones : sound level meter and Spectral View Analyzer and fiberoptic rhinolaryngoscopic evaluation. The intensity of voice produced by a classical western singer was 11 dB louder than that produced by a pop song singer. Source sound, glottic sound, as well as harmonic sound and singing resonant sound (Singer's formant) are much more prominent. When evaluated under video-rhinolaryngoscopy during singing, the resonance cavity especially oropharyngeal cavity and hypopharyngeal cavity are widely opened during singing of the western classical singer than those of the traditional Korean singer's singing. Difference of singing methods including producing the glottal sound, respiration and resonance are discussed. Possible explanation of development of 'Singer's Formant' is discussed.

KEY WORDS : Singing voice · Western classical singing · Singer's formant · Resonance.

한 노래를 대중가요 가수와 성악가가 같이 부른 노래(예를 들어, '향수 : 이동원, 박인수')를 들어보면 대중가요 가수의 발성과 서양식 성악 발성은 현격한 차이가 있음을 느껴 알 수 있다. 성악 발성이 소리가 크고, 성량이 풍부하며, 훨씬 잘 공명된 청아한 소리라는 것을 알 수 있다. 또한, 우리나라의 전통 노래인 창이나 판소리 등의 노래 장르의 소리는 또한 상당히 다른 소리로 들리게 된다. 이 노래 소리의 차이는 어디에서 생기는 것일까?

이는 노래 소리가 만들어지는 성대에서의 발성 자체의 차이 와 함께 호흡의 차이, 그리고 공명 및 조음의 차이로 발생된다는 것을 짐작할 수 있다. 최근 스마트폰 사용이 대중화 되었기에, 무료로 사용할 수 있는 어플리케이션 프로그램들을 사용하여 분석을 해 보았다. 소리의 크기는 '소음측정기(sound level

논문접수일 : 2011년 12월 1일

책임저자 : 최홍식 · 남도현, 135-720 서울 강남구 도곡동 146-92  
연세대학교 의과대학 강남세브란스병원 이비인후과학교실,  
음성언어의학연구소

전화 : (02) 2019-3461 · 전송 : (02) 3463-4750  
E-mail : hschoi@yuhs.ac

meter)'로 측정하여 보았고, 공명 정도는 'Spectral View Analyzer'라는 프로그램으로 배음(harmonics)의 정도와 성악가 음형태(Singer's formant)가 형성되는 상태를 비교하여 보았다. '향수'라는 노래의 전반부에 대중가요 가수인 '이동원'씨가 부르는 부분과 그 뒷부분에 이어지는 성악가(테너) '박인수' 교수의 노래 파일을 컴퓨터를 사용하여 틀어 놓고 스피커에서 일정한 거리(약 20 cm)에서 측정하여 보았다(Fig. 1, 2).

대중가요도 여러 장르의 노래 종류에 따라, 또한 가수의 창법에 따라 일률적이지는 않겠지만, 이동원씨의 노래는 전반적으로 부드럽고 감미로운 느낌이 들었지만, 힘있고 잘 울리는 목소리는 아니라고 느껴지는 반면에, 박인수 성악가가 부르는 부분의 노래는 힘이 훨씬 강하여 이동원씨 부르는 부분의 평균 소리크기가 77 dB인데 비하여, 성악적 발성 부분에서는 평균 소리의 크기가 88 dB로 약 11 dB이 크게 측정되었다. 또한, 같은 부분의 발성을 소리를 삼차원적으로 측정하는 장치인 성문분석기(Spectral View Analyzer)로 측정한 결과, 이동원씨 부르는 부분에서는 볼 수 없었던 것이 성악 발성 부분에서는 거의 일률적으로 관찰되었는데, 이것은 약 2.8 KHz 부분에

Fig. 1. 성도의 좁은 뒤로 이 가슴 C

Fig. 2. 보니 성 대도 중(의 성대)

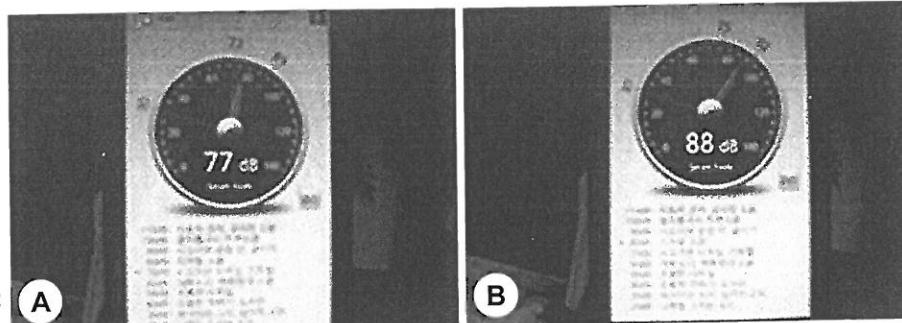
강한 에너지를 보이는 울림 부분이 관찰되었는데, 이것이 성악가 음형대(Singer's formant)로 추정되었다.

한편, 23세 여성 국악 전공자가 판소리 '춘향가' 중 '쑥대머리'라는 노래를 하는 것을 연성후두경 검사를 하였고, 23세 성악 전공의 여성 전공자가 벨칸토 발성으로 노래하는 것을 같은 연

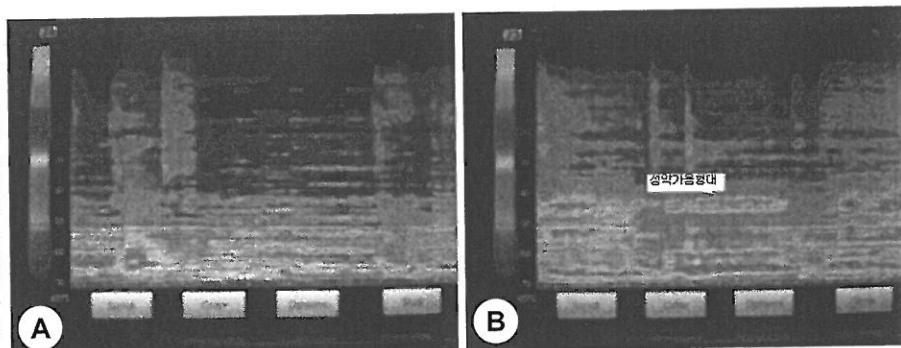
성내시경으로 검사하였다(Fig. 3, 4).

이상과 같은 세 장르의 가창, 즉 대중가요와 국악과 서양식 성악발성에 대한 간단한 고찰 결과를 간략히 표로 요약하면 아래와 같다(Table 1).

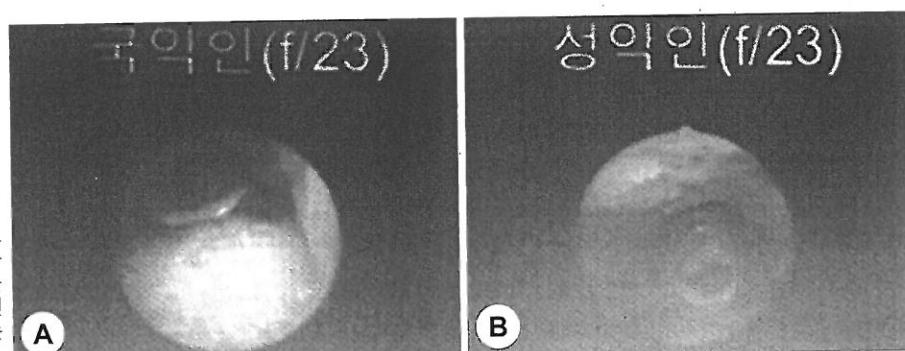
본 연구소에서 그 동안 여러 차례의 연구를 통하여 알게 된



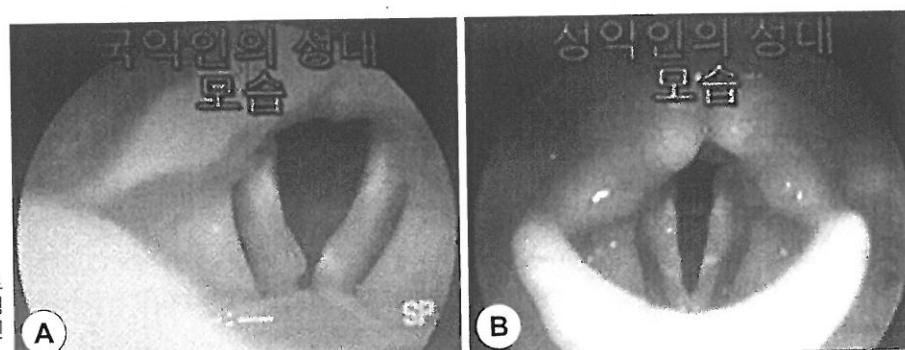
**Fig. 1.** 소음측정기(sound level meter)로 노래 소리의 크기 측정. A : 노래 '향수'의 앞부분 가수 이동원씨 노래 부분. B : 노래 '향수'의 성악가 박인수씨 노래 부분. 이동원씨 노래 부분은 소리 크기가 74~85 dB(평균 : 77 dB)로 측정 되었으며, 성악가 박인수씨 노래 부분은 소리 크기가 83~92 dB(평균 : 88 dB)로 측정되었음.



**Fig. 2.** 성문분석기(Spectral View Analyzer)로 노래 소리의 성문을 분석하였음. A : 노래 '향수'의 앞부분 가수 이동원씨 노래 부분. B : 노래 '향수'의 성악가 박인수씨 노래 부분. 이동원씨 노래 부분은 기본주파수(F0)와 배음이 잘 보이고 모음과 자음의 조음 양상은 잘 보이나, 성악가 음형대는 보이지 않음. 성악가 박인수씨 노래 부분은 배음들이 보다 선명하고, 2.8 KHz 부분에 강한 에너지를 보이는 성악가 음형대(Singer's formant)가 선명하게 나타나고 있다.



**Fig. 3.** A : 국악인이 '쑥대머리' 가창시 성도의 모습. B : 성악인이 가창시 성도의 모습. 국악인 가창시에는 성도가 좁은 편이고 혀뿌리가 자주 후두개를 뒤로 미는 모습이 관찰되었다. 성악인이 가창시에는 성도가 넓게 열려 있는 모습이 관찰되었다.



**Fig. 4.** 국악인의 성대(A)를 내시경으로 보니 성대풀립(우) 관찰되었고 좌측성대도 중앙이 부은 모습이었다. 성악인의 성대(B)는 비교적 깨끗하였다.

## 서양식 성악발성법

Table 1. 대중가요, 국악, 서양식 성악발성에 대한 의학적 관점에서의 차이점 요약

대중가요	국 악	서양식성악발성
성대음(source)	부드러운 성대음 산출 : 음의 깊이가 얕고 크기 작은	잡음이 섞인 강한 소리
성대의 상태	정상 성대	성대결절이나 폴립이 자주 확인됨
공명강의 모습(발성시 내시경으로 관찰)	공명강이 넓지 않은 편임	공명강이 다소 좁아 보이고, 자주 혀의 뿌리가 후두개를 뒤로 밀어 넓는 모습 보임
공명 정도	보통 정도	보통 정도, 공명음이 강하지 않음
		강하고 뚜렷한 울림이 있는 공명음(성악가 음형태)이 만들어짐

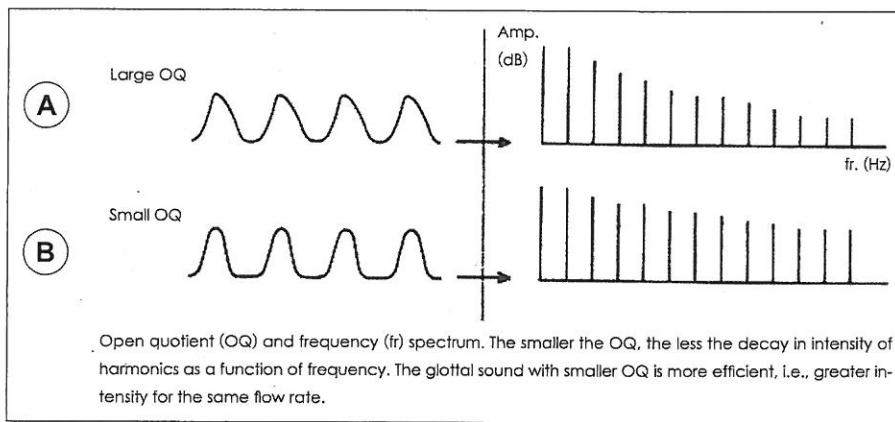


Fig. 5. 발성시 EGG 파형과 그의 스펙트럼 분석. A는 OQ (open quotient, 개방율)이 큰 발성으로 스펙트럼에서 배음의 크기가 고음에서 현격하게 줄어들고 있다. B는 OQ가 적은 발성, 즉 CQ (closed quotient, 성문폐쇄율)이 큰 발성으로 고음에서 배음의 크기의 감소가 적은 편이다.

여러 발성법의 차이와 관련된 음성의학적 견해를 정리해 보고자 한다. 서양식 성악발성은,

1) 배음(harmonics)이 풍부한 성대음(glottic sound)을 지속적으로 만들어 낸다. EGG 검사법 등을 사용하여 검사해 보면, 양쪽 성대 점막면이 충분히 넓은 접촉을 하며, EGG의 OQ(open quotient, 개방율)이 낮은 성대점막 접촉 양상을 보이며, EGG 파형 꼭지점(peak)이 shift to left 하여 SQ(speed quotient, 속도율)가 큰 점막 개폐의 접촉 양상을 보인다. 이렇게 성대음을 발성함으로써, 배음(harmonics)의 개수를 늘이며, 배음의 크기가 감소하는 것을 줄이는 방법을 연마하게 된다(Fig. 5). 이를 이루기 위해서는 성대는 건강한 층구조(layered structure)를 유지해야 하고, open phase시에 점막 사이의 유속을 빠르게 하여 충분한 베르누이효과(Bernoulli effect)가 나타나게 하는 것으로 보이며, 이를 성취하기 위하여 충분한 '성문하 압력(subglottal pressure)'을 만들어 유지하는 것으로 보인다. 이 성문하 압력은 성대를 닫는 성대내전근의 수축과 호흡압을 적절한 비율로 조절하기 위한 호기근(expiratory muscles) 특히 복부근(abdominal muscles)의 충분한 지속적 수축을 통하여 만들어 낸다. 성대 점막은 '점탄성(viscoelasticity)'을 잘 유지하여 '성대공명(vocal cord resonance)'을 잘 이루어 지게 훈련하며, damping을 최대한 줄이는 노력을 하는 것으로 보임.

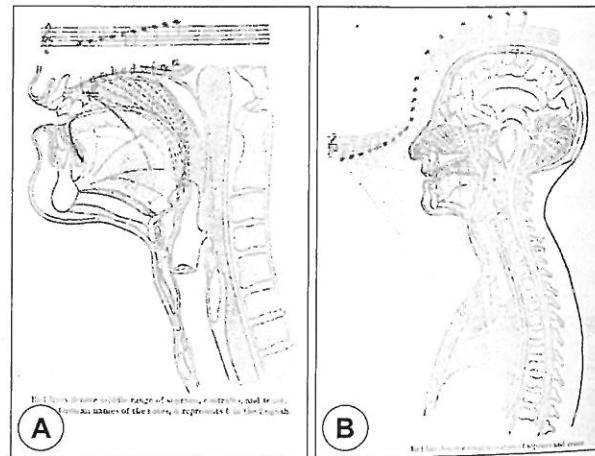
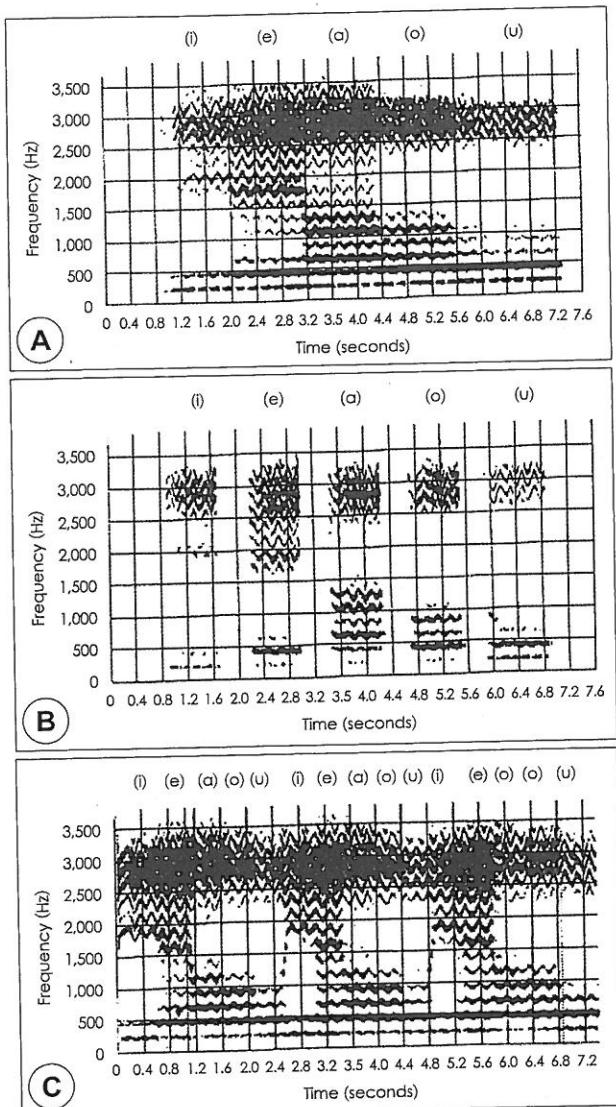


Fig. 6. 마스꺼라 발성법을 도해한 모습.

2) 성악 발성 시 만들어진 성대음을 조음, 공명시키는 과정 중, 입천장에서 소리를 느끼도록 훈련하며(Fig. 6A), 소리의 종류에 따라, 흉성(chest voice), 중성(mid-voice), 두성(head voice), 가성(falsetto) 공명의 위치가 다소 달라질 수 있으나, 얼굴의 전면부로부터 두정에 이르는 부분에서 공명이 느껴지도록 발성하는 '마스꺼라'를 중요한 발성 테크닉으로 훈련한다(Fig. 6B).

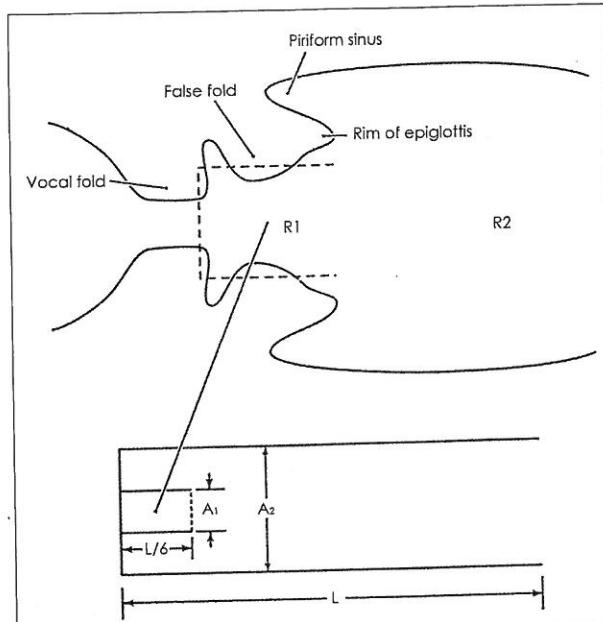
3) 성악가 음형태(singer's formant)란 잘 훈련된 성악가가 충분한 공명을 사용하여 가창할 때, 노래의 모음의 종류와 관계 없이 남성 성악가의 경우, 2,500~3,000 Hz 대에 강한 공명음을



보이는 음형대(formant)를 보이는 것을 말한다(Fig. 7).

성악가 음형대(singer's formant)를 잘 만들어 내기 위하여, 공명강의 폭과 넓이와 길이를 충분히 넓게 사용한다. 가성대와 후두개로 이루어진 '제1공명강(R1)'과 하인두강 중인두강 및 구강으로 연결되는 '주공명강(R2)'의 적절한 길이 및 넓이의 비율을 만들어 내어 2,500~3,000 Hz 대의 강한 공명음이 만들어지게 하며(Fig. 8), 이 성악가 음형대는 모음의 종류와 별 관계없이 가창시 지속적으로 유지된다.

좋은 성대음이 만들어지면서, 성대 바로 위의 첫 번째 공명강인 R1을 우선적으로 잘 공명시키게 되며, 이 성대원음과 공명음은 넓게 벌려져 있어 최선의 공명을 낼 준비를 하고 있는 주 공명강인 R2를 공명시키게 되어 결과적으로 좋은 공명음



**Fig. 8.** 성악가 음형대가 만들어지는 이상적인 성문 상부 공명강의 모식도. 가성대와 후두개로 이루어지는 제1공명강(R1)과 주공명강인 하인두와 중인두(R2)의 관계를 도해한 그림임. R2의 길이(L)는 성도의 길이와 해당되는 길이로서 남성 성악가의 경우 17~17.5 cm정도의 길이이며, 제1공명강(R1)의 길이가 L의 1/6일 때, 그리고 R1의 폭, 즉 A1이 R2의 폭, 즉 A2의 1/3일 때 가장 성악가 음형대가 잘 만들어 진다는 이론적 근거를 제시하는 그림임.

을 산출하게 되는 것으로 보인다.

성악가 음형대가 잘 형성되지 않는 성악가의 노래 속 음성을 분석한 스펙트럼 분석과 성악가 음형대가 잘 형성되는 성악가의 노래 속 음성을 분석한 스펙트럼 분석을 제시한다.

제1공명강(R1)은 가성대와 후두개로 주로 이루어지므로 그 길이는 약 2.5~3.0 cm로 추정할 수 있으며, 이 공명강의 F1은 2.5~3.0 cm의 4배에 해당되는 10~12 cm의 파장을 갖는 공명음 즉  $34,000 \text{ cm}/12 \text{ cm} = 2,800 \text{ Hz}$ 의 공명주파수를 갖게 된다고 추정할 수 있다.

이 공명음이 잘 만들어질 경우, 주변 2,500~3,500 Hz대에 형성되게 되는 모음 관련 F3와 F4 음형대를 끌어 당기고 증폭시키게 되어 아주 강한 '성악가 음형대'를 형성한다고 추론해 볼 수 있겠다(Fig. 8, 9, 10).

4) 성악가의 호흡은 일반인에 비하여 폐활량 자체가 훨씬 큰 것은 아니나, 순간 흡기압, 순간 호기압을 훨씬 크고 빠르게 만들어낼 수 있도록 훈련되어 있으며, 효율적인 공기의 사용을 이루고 있다. 흡기근과 호기근의 '탄성복원력(Elastic recoil force)'을 적절히 잘 사용한다.

중심 단어 : 서양식 성악발성법 · 성악가음형대 · 공명.

2011년 대한음성언어의학회 학술대회 심포지움 발표 내용임.

## 서양식 성악발성법

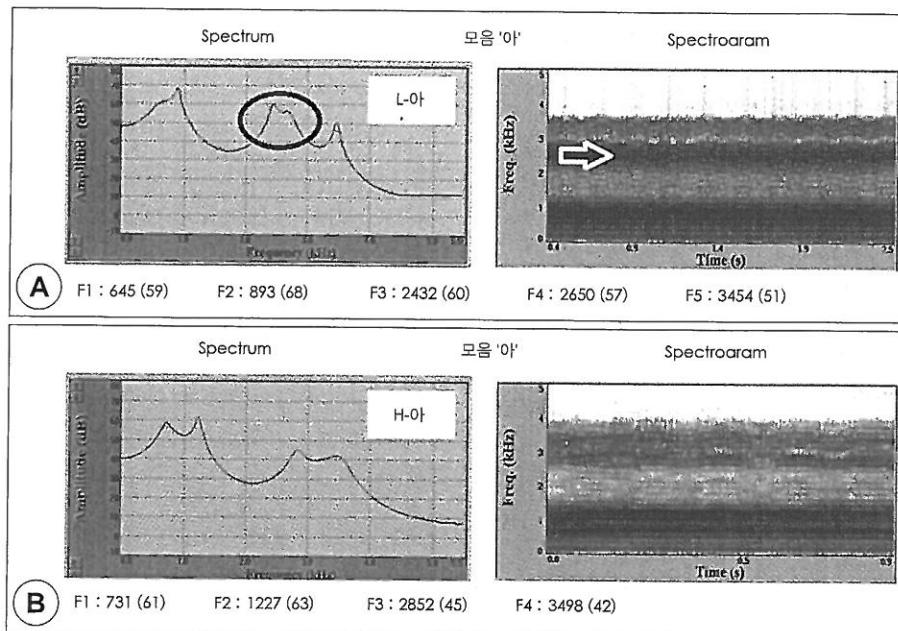


Fig. 9. 성악가 음형대가 잘 형성되는 성악가(A)의 노래 소리와 그렇지 못한 성악가(B). A의 경우 제3음형대(formant) 부근에 만들어진 공명음(R1의 공명음)이 주변 공명음인 F3와 F4의 사이에 위치하게 되어 전체 공명음 크기를 증가시키는 모습이 관찰되고 있음. 스펙트로그램에서도 강한 성악가 음형대(화살표)의 형성이 관찰됨.

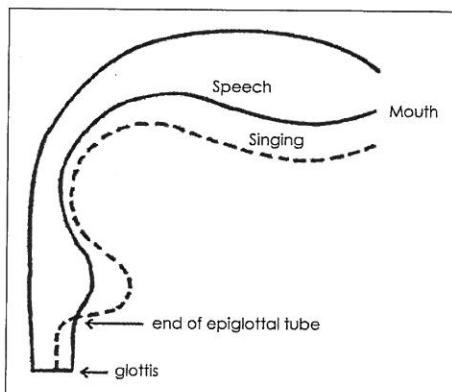


Fig. 10. 목 열기(Open throat)의 도해. 성악 발성(Singing, 점선)에서 말할 때(Speech, 실선)에 비하여 구강과 인두강을 넓게 여는 발성을 훈련한다. 그리고 성대 직상부의 제1공명관의 폭은 상대적으로 좁게 만드는 모습을 보여주고 있다.

## REFERENCES

- 1) 남도현·백재현·최홍식. 성악가의 성종 구분에 관한 문헌적 고찰. 대한음성언어학회지 2007;18:56-61.
- 2) 최성희·남도현·김덕원·김영호·최홍식. 성악가와 훈련 받지 않은 일반인의 흐흡능력에 대한 비교 연구. 대한음성언어학회지 2001;12: 121-5.
- 3) 남도현·최성희·최재남·최홍식. 후두위치의 변화에 따른 Singer's Formant와 성대접촉률의 변화 연구. 대한음성언어학회지 2004;15:98-111.
- 4) 남도현·최성희·최재남·최홍식. 남성성악가의 Vocal Register Transition (Passaggio) 시 공기역학적 변화와 EGG의 변화 연구. 대한음성언어학회지 2004;15:21-6.
- 5) 남도현·안철민·최홍식. 성악가와 성악훈련을 받지 않은 일반인과 성대질환이 있는 환자에서 최대흡기압, 최대호기압, 최대발성지속 시간에 관한 연구. 대한음성언어학회지 2002;13:117-23.
- 6) 최홍식·남도현·안철민·임성운·강성웅. 훈련된 여자 성악가와 일반인의 흐흡능력에 대한 비교 연구. 대한음성언어학회지 2001;12: 121-5.
- 7) Leino T, Laukkanen AM, Radolf V. Formation of the actor's/speaker's formant: a study applying spectrum analysis and computer modeling. J Voice 2011;25(2):150-58.
- 8) Oliveira Barrichelo VM, Heuer RJ, Dean CM, Sataloff RT. Comparison of singer's formant, speaker's ring, and LTA spectrum among classical singers and untrained normal speakers. J Voice 2001;15(3): 344-50.
- 9) Sundberg J. Level and center frequency of the singer's formant. J Voice 2001;15(2):176-86.
- 10) Titze IR, Story BH. Acoustic interactions of the voice source with the lower vocal tract. J Acoust Soc Am 1997;101(4):2234-43.