

Trill 발생시 전기성문파 측정검사로 분석한 성대점막 진동의 변화 : 예비연구

성균관대학교 의과대학 이비인후과학교실
진성민 · 반재호 · 김남훈 · 이경철 · 권기환 · 이용배

= Abstract =

Alterations of Mucosal Vibration of True Vocal Folds on Tongue-Tip Trill : Preliminary Study Using the Electroglottography

Sung-Min Jin, M.D., Jae-Ho Ban, M.D., Nam-Hoon Kim, M.D.,
Kyung-Chul Lee, M.D., Kee-Hwan Kwon, M.D., Yong-Bae Lee, M.D.

*Department of Otolaryngology, Kangbuk Samsung Hospital,
Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea*

Tongue-tip trill is a sound made by the tongue tip making contract with the alveolar ridge and oscillating rapidly as sound is produced. It is an exercise used by many singers to warm up the voice and used as one of the methods of voice rehabilitation for patients who have the vocal folds scarred postoperatively and also who present with a variety of disorders, particularly hypofunction and presbyphonia.

We intended to investigate the mucosal vibration of the true vocal folds on tongue-tip trill by electroglottography and to find the effective methods of tongue-tip trill.

One adult male volunteer participated. Spectrography and electroglottography were checked repeatedly 15 times, more than 5 second in each times, at same pitch, in three conditions of phonation : sustained /a/ vowel, anterior trill in which tongue-tip vibrated at anterior portion of alveolar ridge just behind the anterior tooth, and posterior trill in which at palatal crest behind the transverse palatine fold. We measured the first and second formant to determine indirectly the position of tongue and calculated speed quotient and the ratio of closing phase to closed phase.

Speed quotients of posterior trill were higher than sustained /a/ vowel and anterior trill in 14 times. The ratio of closing phase to closed phase of posterior trill were lower than the others in 14 times.

Mucosa of true vocal folds is vibrated more effectively on posterior trill rather than sustained /a/ vowel and anterior trill. So, when tongue-tip trill is used as a method of voice rehabilitation, we suggest that posterior trill is better in producing effective mucosal vibration

KEY WORDS : Tongue-tip trill · Electroglottography · Mucosal vibration.

논문접수일 : 2000년 5월 3일

심사완료일 : 2000년 5월 23일

책임저자 : 이용배, 110-102 서울 종로구 평동 108번지 성균관대학교 의과대학 이비인후과학교실

전화 : (02) 2001-2267 · 전송 : (02) 2001-2275 E-mail : strobo@samsung.co.kr

서 론

Trill은 발성시 혀의 첩부가 진동하면서 경구개의 치조돌기에 부딪혀 나는 소리로 대부분의 언어에서 /르/ 발음으로 들리게 된다. Trill은 성악가들에게는 발성 전에 후두의 준비운동기법으로 사용되고, 후두수술 후 성대의 반흔에 의한 애성환자나 노인성 음성장애환자의 음성치료에도 사용되고 있다.¹⁾ Trill 기법은 후두의 빠르고 강한 진동을 유발하여 소실되거나 약해진 성대점막의 진동성을 개선시키면서 치료효과를 나타내는 것으로 알려져 있다.^{1,2)} 그러나 tongue tip trill을 실시할 때 각 개인마다 혀의 위치나 호기의 강도 등 trill을 구사하는 기법에 차이가 있을 수 있다.

이에 저자들은 tongue-tip trill을 발성하는 동안 전기성분과 측정검사로 성대점막의 움직임을 기록하여 /아/모음 발성시의 성대점막 움직임과 비교하고 효과적인 trill 기법을 찾아보고자 본 연구를 실시하였다.

재료 및 방법

피검자는 음성장애의 증상이 없고 후두 이학적 검사상 이상소견이 없었으며 tongue-tip trill을 자유롭게

구사할 수 있는 37세 남자 1인을 대상으로 하였다. 피검자가 /아/모음과, 혀의 첩부를 경구개릉 전방의 치조돌기에서 진동시키면서 발성하는 trill, 그리고 혀의 첩부를 좀 더 후방으로 당겨 경구개릉 부위에서 진동시켜서 발성하는 trill을 각각 1회씩, 5초간, 15회 반복 발성

Table 1. Comparison of first and second formants between anterior and posterior trills

	F1(Hz)		F2(Hz)	
	Anterior trill	Posterior trill	Anterior trill	Posterior trill
1	655.14	685.67	1330.08	1042.79
2	663.46	676.34	1373.16	1219.58
3	586.46	596.13	1268.76	1063.71
4	637.24	649.41	1308.70	1063.84
5	594.10	613.80	1292.72	1032.09
6	669.18	671.57	1292.99	1116.77
7	626.33	630.37	1297.75	1055.94
8	600.94	612.50	1272.49	1037.46
9	651.92	671.23	1253.68	1052.59
10	527.77	618.65	1319.23	1022.53
11	539.59	654.28	1332.84	1089.60
12	670.35	617.43	1242.15	1025.04
13	504.76	585.58	1326.67	991.78
14	605.34	496.51	1358.85	1010.29
15	504.10	505.86	1398.39	1040.45

F1 : first formant, F2 : second formant

Table 2. Comparison of speed quotient and ratio of closing phase to closed phase between sustained /a/ vowel, anterior and posterior trills

	Speed quotient(%)			Closing phase/Closed phase(%)		
	Sustained /a/ vowel	Anterior trill	Posterior trill	Sustained /a/ vowel	Anterior trill	Posterior trill
1	246.17	244.87	313.06	28.96	29.16	24.27
2	236.51	257.05	298.30	29.78	28.15	25.22
3	216.70	272.29	318.04	32.18	27.39	24.01
4	271.48	278.37	316.55	27.02	26.49	24.14
5	208.77	265.88	257.92	32.81	27.45	28.06
6	300.17	289.85	375.18	25.07	25.79	21.42
7	280.87	244.74	338.36	26.30	29.29	23.20
8	257.96	290.05	379.42	28.00	25.81	21.05
9	271.25	304.79	400.64	26.99	24.81	20.12
10	253.65	300.47	309.18	28.41	25.54	25.19
11	296.87	275.16	323.70	25.24	26.91	24.11
12	229.79	276.99	434.67	30.40	26.75	19.36
13	299.88	355.95	514.38	25.12	22.40	16.43
14	269.59	279.85	568.16	29.13	27.11	15.24
15	277.47	438.69	619.07	26.56	18.91	14.13

하여 녹취하였다. 이때 발성음의 고저에 따른 오차를 배제하기 위하여 세 조건을 동일한 음고(160~165Hz)로 발성하였다.

음성표본에 대한 음향적 분석은 Computerized Speech Lab(CSL, Kay electromics, Model 4300B, USA)

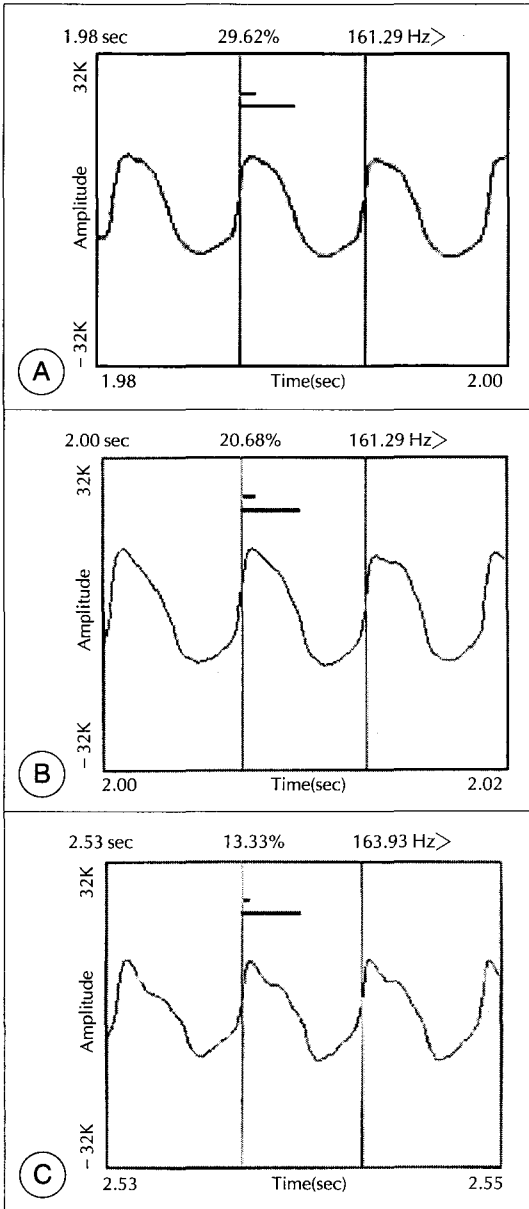


Fig. 1. Mucosal wave form and parameters on electroglottography. A : Sustained /a/ vowel, B : anterior trill in which tongue-tip vibrated at anterior portion of alveolar ridge just behind the upper central incisor tooth, C : posterior trill in which at palatal crest behind the transverse palatine fold.

system의 voicing analysis를 이용하였고, 각 조건에서의 제 1음형대와 제 2음형대 주파수를 기록하여 혀의 위치변화를 간접적으로 측정하였다. 성대점막진동에 대한 검사는 Electroglottography(Kay electronics, Model 4338, USA)로 성문파형을 기록한 후 성문 접촉속도율(speed quotient)과 성문폐쇄기(closed phase)에 대한 성문접촉면적 증가 시간(closing phase)의 비율을 계산하여 성대점막 진동파형의 변화에 대한 매개변수(parameter)로 이용하였다.

결 과

음향적 검사로 혀의 침부가 치조돌기에서 진동하는 전방 trill과, 경구개릉에서 진동하는 후방 trill의 두 조건에서 제 1형대(F1)와 제 2음형대(F2) 주파수의 변화를 비교하였다. 후방 trill의 경우 제 1음형대 주파수는 15회 중 13회에서 전방 trill보다 증가하였고, 제 2음형대 주파수는 15회 모두에서 전방 trill보다 감소하였다(Table 1).

전기 성문파측정 검사상, 15회 중 14회에서 후방 trill이 세가지 조건 중 가장 높은 성문 접촉속도율을 보였고, 이 중 4회에서는 치조돌기에서 진동하는 전방 trill이 /아/모음 발성시 보다 성문 접촉속도율이 낮았다(Table 2). 1회에서는 전방 trill이 후방 trill보다 높은 성문 접촉속도율을 보였다.

성문폐쇄기에 대한 성문접촉면적 증가 시간의 비율(closing phase/closed phase)은 15회중 14회에서 후방 trill이 세 조건중 가장 낮았으며, 이 중 4회에서는 /아/모음이 전방 trill보다 낮은 비율을 보였다(Table 2).

고 찰

Tongue-tip trill은 공기와 혀의 침부간의 상호작용에 의한 결과로 발생되므로 trill의 시작과 유지에는 혀 침부의 조절능력, 성문입구(glottal aperture), 그리고 폐활량 등이 중요한 요소가 된다.²⁾

음성치료를 위한 Trill의 효과에 대하여 Behlau³⁾는 trill발성시 공기역학적 에너지와 근 탄성력을 균등하게 유지하여 후두근의 긴장을 강화시키고 호흡, 발성, 발음간의 조화를 증진시킨다고 하였다. Trill이 성대점막의 진동성을 개선시키는 기전은 trill 발성시 혀의 침부

가 뚜껑문(trap door)역할을 하면서 경구개에 닿는 부위를 기준으로 그 내부(혀 첨부에 의해 단혀진 공간)와 외부(대기압)사이에서 발생하는 압력차에서 시작한다.¹⁾²⁾ 이러한 압력차이는 혀가 진동함에 따라 주기적으로 변하게 되고 인두를 지나는 공기의 용적과 속도도 따라서 주기적으로 바뀌면서 인두벽에 진동을 일으키게 된다. 이러한 주기적인 진동이 성문 상하의 기압차이를 더욱 크게 증가시켜 성대점막의 빠르고 강한 진동을 유발하는 것으로 알려져 있다.¹⁾²⁾ 또한 McGowan²⁾은 trill을 발생하기 위해서는 정상 발생시보다 높은 성문하 호기압이 요구되어 성대점막을 진동시키는 힘이 더욱 커진다고 하였다. 따라서 trill은 성악가들에게는 발생전 후두의 준비운동으로 사용되며 후두수술 후 성대반흔에 의한 애성환자나 노인성 음성장애와 같이 성대점막의 진동성이 떨어진 환자에서 음성치료의 한 기법으로 사용된다. 그러나 성대 결절이나 폴립과 같은 질환에 이용하는 경우 과도한 점막의 마찰을 일으켜 병변을 악화시키기도 한다. 따라서 이러한 질환에서는 사용하지 않는 것이 좋다.¹⁾²⁾⁴⁾

본 연구에서는 trill을 실시하는 방법에 따라 성대점막의 진동이 어떻게 달라지는가를 알아보았다. 즉, 혀의 첨부를 경구개의 가장 전방인 치조돌기에서 진동시키는 경우와 그보다 약간 후방의 경구개릉에서 진동시키는 경우에 나타나는 전기성문파형의 변화를 측정하였다.

음향적 검사에서 제1음형대와 제2음형대 주파수는 혀의 위치와 밀접한 관계가 있는데, 혀의 높이가 낮을수록 제1음형대 주파수가 높아지며 혀의 위치가 앞쪽일수록 제2음형대 주파수가 높아지므로 이것을 측정하여 혀의 위치를 예측하고자 하였다.⁵⁾⁶⁾ 저자들의 연구에서는 후방 trill에서 전방 trill에 비하여 제1음형대 주파수가 증가되고 제2음형대 주파수가 감소된 결과를 보여 성도(vocal tract)의 좁힘점(constriction point)이 후방으로 이동하고 혀의 위치가 후하방으로 이동하였다는 것을 간접적으로 나타낼 수 있었다.⁵⁾⁶⁾

전기성문파 측정검사서 성대점막의 진동파형을 분석하기 위한 지표로는 성문접촉속도율과 성문접촉면적이 증가되는 시간을 이용하였다. 성문접촉속도율은 성문 폐쇄기동안에 성문접촉면적 증가시간(closing phase)에 대한 성문접촉면적 감소시간(opening phase)의 비로, 최 등⁸⁾은 한국의 정상 성인남자에서 평균 2.65, 정상 성

인여자에서 2.28로 보고한 바 있다. Kelman 등⁷⁾은 성대점막의 접촉면적이 넓어지는 시간이 짧고 성문파형 검사상 경사가 급할수록 효과적이고 좋은 발생법이라고 하였다. 즉, 성문접촉속도율이 증가할수록, 그리고 성문접촉면적 증가시간이 성문폐쇄기 동안 짧아질수록 성대가 접촉하는 시간이 짧고 점막의 진동이 원활하여 효과적인 발생이라고 할 수 있다.⁷⁻¹⁰⁾

본 연구결과에서 혀의 진동위치가 후방으로 이동할수록 성문접촉속도율이 증가되고, 성문폐쇄기에 대한 성문접촉면적 증가시간의 비율도 감소되는 것을 알 수 있었다(Fig. 1). 따라서 /아/모음과 전방 trill, 후방 trill중 후방 trill이 가장 효과적인 성대점막 진동을 유발한다는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 trill을 후방에서 발생할 경우 더 큰 성문하 호기압이 요구되고, 이로 인해 성문 상하의 기압차가 더욱 증가되며 인두벽의 진동이 커지면서 성대점막을 더 효율적으로 진동시키기 때문인 것으로 생각된다.

본 연구는 성문하 호기압을 측정하지 않은 상태에서 얻은 결과이고 1인의 피검자로 검사하였다는 한계점이 있으나, 반복 검사하여 검사의 재현성을 얻고자 하였고 향후 다수의 피검자를 대상으로 보완된 연구를 위한 예비연구로 실시하였다.

결 론

전기성문파형 검사상 trill은 정상 발생보다 효과적인 성대점막의 진동을 유발하는 것으로 나타났고, 혀를 경구개의 전방보다 후방에서 진동시킬수록 성문접촉속도율이 증가되고, 성문접촉면적 증가시간이 짧아져서 더 효율적인 진동을 일으키는 것을 알 수 있었다. 따라서 trill을 음성치료에 이용할 경우 혀의 진동위치에 따라 효과가 달라질 수 있으므로, 환자에게 가능하면 혀를 후방으로 당기면서 경구개릉부위에서 진동시키도록 교육하는 것이 치료효과를 증진시킬 것으로 생각된다.

중심 단어 : 혀첨부 진동음 · 전기성문파 측정검사 · 성대점막진동.

References

- 1) Colton R, Casper JK : *Understanding voice problems. 2nd ed. Baltimore : Williams & Wilkins, 1996 : 289-304*

- 2) McGowan RS : *Tongue-tip trills and vocal-tract wall compliance. J Acoust Soc Am. 1992 : 91 : 2903-2910*
- 3) Behlau M, Pontes P : *Princípios de reabilitação vocal nas disfonias. 2nd ed. Sao Paulo, Brazil : Paulista Publicaes Medica, 1990*
- 4) Sataloff RT : *Professional voice. In : The Science and art of clinical care. 2nd ed. San Diego : Singular Publishing Group, Inc., 1997 : 699-729*
- 5) Borden GJ, Harris KS : *Speech science primer. 2nd ed. Baltimore : Williams & Wilkins, 1984 : 89-110*
- 6) Choi HS, Kim GR, Kim KM, Kim KS, Cho GJ : *Clinical Application of electroglottography. Korean J Otolaryngol. 1990 : 33 : 537-547*
- 7) Kelman AW : *Vibratory pattern of the vocal folds. Folia Phoniatica. 1981 : 33 : 73-99*
- 8) MacCurtain F, Fourcin AJ : *Applications of the electro-laryngography wave form display. In Lawrence, Van L. Transcripts of the tenth symposium on care of the professional voice. New York : The voice Foundation. 1982 : 51-57*
- 9) Reed VW : *The electroglottography in voice teaching. In Lawrence, Van L. Transcripts of the tenth symposium on care of the professional voice. New York : The voice Foundation. 1982 : 58-65*
- 10) Baken RJ. *Clinical Measurement of speech and voice. Boston : College-Hill Press, 1987 : 197-240*