

KayPENTAX Phonatory Aerodynamic System Model 6600의

수행방법에 따른 공기역학 변수 비교

Comparison of Aerodynamic Variables according to the Execution Methods of KayPENTAX Phonatory Aerodynamic System Model 6600

고혜주¹⁾ · 최홍식²⁾ · 임성은³⁾ · 최예린⁴⁾

Ko, Hyeju · Choi, Hong-Shik · Lim, Sung-Eun · Choi, Yaelin

ABSTRACT

In case of PAS test, the air is sometimes leaked although the mask is tightly attached to the face, which is not reliable on the measured values. Therefore, this study aimed to assist the clinical practice suggesting the test method of PAS without air leakage. In the healthy subjects with 12 males and 12 females over 19 years old, three types of tests were performed on the voicing efficiency among the protocol of PAS Model 6600. They are; first, to attach the mask tightly to the face holding the handle of PAS with the subject's two hands (Method 1); second, to attach the mask tightly to the face holding the handle of PAS with the subject's one hand and pushing the body of PAS strongly with the other hand (Method 2); and third, to attach the mask tightly to the face pushing the upper part of the mask by the tester when the subject attached the mask to his or her face holding the handle of PAS with two hands (Method 3). Upon the study analyses, the mean negative pressure, the mean phonogram, subglottic air pressure, and voicing efficiency were shown to be statistically significantly different during PAS test in males depending on the methods. ($p < .05$) In case of females, only the target airflow rate showed significant difference depending on the methods during PAS test. ($p < .001$) In conclusion, Method 2 enhanced the noise level and strength while Method 1 was likely to leak the air more compared to the other two methods in males. In case of females, Method 1 showed significant leakage of the air flow. Not to allow the air flow leakage without affecting the outcome of PAS test, it will be the most useful for the tester to push the mask to the subject's face tightly (Method 3).

Keywords: PAS(phonatory aerodynamic system), execution methods, voicing efficiency, mean airflow rate

1. 서론

1.1 연구목적

공기역학 검사는 임상에서 음성장애의 진단 및 평가에 매우 유용한 검사이다. 이 검사는 성대 아래쪽의 압력인 성문하압(subglottal pressure, Ps)과 성문 사이를 통과하는 공기의 흐름인 평균호기류율(mean airflow rate, MFR) 등을 측정하여 음성 산출 시 호기의 효율을 예측한다(김재욱, 2014; 안성윤 외, 2003; Schute, 1992). 공기역학 검사를 실시하기 위해서는 비침습적 방법을 이용한 다양한 기기를 사용할 수 있으나 최근 국내에서는 phonatory aerodynamic system(Model 6600, KayPentax, NJ, USA; 이하 PAS)이 점차 많이 사용되고 있다(김재욱, 2014).

PAS 검사의 원리는 다음과 같다. 마스크를 입과 코에 완전

-
- 1) 명지대학교 & 연세대학교의과대학, juya2501@nate.com, 제1저자
 - 2) 연세대학교 의과대학, hschoi@yuhs.ac, 제2저자
 - 3) 연세대학교 의과대학, geumganghaeng@gmail.com, 제3저자
 - 4) 명지대학교, yaelinchoi@gmail.com, 교신저자

본 논문은 2015 한국음성학회 봄학술대회 포스터 발표논문을 수정 및 보완한 것입니다.

접수일자: 2015년 11월 15일
수정일자: 2015년 12월 04일
게재결정: 2015년 12월 07일

히 밀착시킨 후 발성을 하여 본체 안의 변환기로 신호를 보내면 컴퓨터에 자료를 수집하고 저장하게 된다. 이때 측정된 호기류를 또는 성문하압(하나의 신호에서 한 가지 이상의 공기압력 파열로부터 얻어진 가장 큰 공기압력들의 산술평균값으로 산출) 등은 본 검사에서 하나의 측정 변수이기도 하지만 이 측정된 수치들을 일정한 공식에 넣어 다른 변수의 수치들을 도출하기도 한다. 예를 들어 PAS의 측정변수인 공기역학(aerodynamic power, APOW)은 평균성문하압(mean peak air pressure, MPAP), 표적호기류율(target airflow, TARF)과 0.09806을 곱한 값이고 성문저항(aerodynamic resistance, ARES)은 평균성문하압을 표적호기류율로 나눈 뒤 0.9806을 곱한 값이다. 또한 PAS에서 가장 중요한 변수인 공기역학효율성(aerodynamic efficiency, AEFF)은 음향역학을 공기역학으로 나눈 값으로 도출된다. 그러므로 PAS 검사 시 모든 변수의 정확한 측정치를 얻기 위해서는 적절한 방법으로 검사를 수행하는 것이 중요하다(김재욱, 2014; KayPENTAX, 2006). 특히 호기류율은 공기역학, 성문저항, 공기역학효율성을 도출하기 위해 공식 내에 포함되는 중요한 변수이므로 매우 정확하게 측정해야 할 것이다. 이러한 이유로 PAS 검사 시 대상자가 마스크를 얼굴에 완전히 밀착시켜 발성 시 공기가 새지 않도록 해야 하는 것이 무엇보다 중요하다. 때문에 정확한 데이터 수집을 위해 PAS 매뉴얼에서는 마스크를 사용하는 기준에 대해 다음과 같이 제시하고 있다. 첫째, 마스크는 입과 코 전체를 덮어야 하고, 둘째, 얼굴에 완전히 밀착시켰을 때 공기가 빠져나갈 수 있는 공간이 없어야 하고, 셋째, 마스크가 대상자에게 불편하거나 거주장스러워서는 안 된다. 또한 PAS에서는 아동을 위한 작은 마스크와 성인을 위한 큰 마스크 2개를 제공하며 일반적으로 마스크의 선택은 연령에 관계없이 대상자에게 가장 적합한지 확인해야 한다고 하였다<그림 1>(KayPENTAX, 2006).

그러나 임상현장에서 PAS 검사 시 마스크를 얼굴에 완전히 밀착시켰음에도 불구하고 공기가 새는 경우가 있어 측정치를 신뢰하기 어려운 경우가 종종 발생하고 있다. 그 원인은 마스크의 모양에 있다. <그림 3>에서 동그라미로 표시된 바와 같이 컷대를 덮어야 하는 부분이 움푹 파여 있어 얼굴 전체를 마스크로 완전히 밀착시켰다할지라도 이곳으로 공기가 새었을 가능성이 높다. 즉 대상자의 컷대가 낮거나 마스크 크기에 비해 대상자의 얼굴이 작은 경우 얼굴에 마스크를 제대로 밀착시키지 못해 공기가 새어 정확한 측정이 어려울 것이다. 물론, 이런 경우 아동용 마스크를 사용하는 것도 가능하나 실제 임상 현장에서 성인이 아동용 마스크를 사용할 경우 입을 벌려 발화하는 것에 방해를 받고 대상자도 불편함을 호소하여 정확한 측정이 어렵다.

또한 PAS 기기를 대상자가 두 손으로 들고 검사를 수행해야 하는데 기기의 무게로 인해 손과 팔에 계속 힘을 주기 어려운 경우에도 대상자가 마스크를 얼굴에 지속적으로 완전히 밀

착시키지 못하여 공기가 새는 문제가 발생한다. 즉 PAS의 매뉴얼에서 제시한 수행방법만으로는 검사 시 공기가 새 가능성이 높아 PAS의 변수 중 가장 중요한 호기류율이 제대로 측정되지 않을 수 있다.

그러므로 본 연구에서는 PAS 검사 시 성인용 마스크를 사용했을 때 공기가 새지 않는 검사 수행방법을 제시하여 임상 현장에서 정확하게 PAS를 실시하도록 도움을 주고자 하였다. 연구문제는 다음과 같다. 첫째, 본 연구방법에서 제시된 세 가지 수행방법에 따라 측정치에 차이가 있는가? 둘째, 각각의 수행방법 내에서 반복측정 한 측정치에 차이가 있는가?



그림 1. 아동용 마스크(왼쪽), 성인용 마스크(오른쪽)
Figure 1. Face mask for children (left), face mask for adult (right)



그림 2. PAS를 잡는 올바른 방법
Figure 2. The correct way to hold the PAS



그림 3. 마스크의 옆모습(왼쪽), 윗모습(오른쪽)
Figure 3. Side of face mask (left), upside of face mask (right)

2. 연구 방법

2.1 연구대상

본 연구는 현재 서울에 거주하는 만19세~만26세의 정상성인 남성(24.5±2.0세) 및 여성(20.08±1.2세) 각각 12명씩 총 24명을 대상으로 ○○병원 후두음성언어의학연구소에서 실시하였다. 이들은 모두 설문지 조사 및 음성정밀검사 결과, 첫째, 표준어를 사용하고, 둘째, 최근 3년 이내에 음성에 영향을 줄 수 있는 호흡기 및 후두 질환, 소화기 질환, 음성장애에 대한 병력이 없었고, 셋째, multi-dimensional voice program(Model 5105, KayPentax, NJ, USA; MDVP)을 사용하여 /아/ 발성 시 음질 검사를 한 결과 모두 정상 범위에 속하였고, 넷째, 후두스트로

보스코피 결과, 현재 성대결절이나 성대폴립 등의 성대 병변이 없는 것을 확인하였다. 마지막으로 여성의 경우, 월경주기에 따라 음성이 변화하므로 월경 중인 여성은 제외하였다(Chae et al, 2001).

2.2 연구방법

PAS Model 6600의 음성효율성(voicing efficiency, VOFE) 과제를 실시하였다. 성인용 마스크에 내경 1.651mm, 외경 2.413mm인 구강 내 튜브(intraoral tube)를 끼운 후 마스크가 대상자의 코와 입을 완전히 덮도록 얼굴에 밀착하였다. 이후 평소 대화하는 편안한 목소리의 높이와 크기로 /pa/를 1초에 한 번씩 총 5회 산출하도록 한 후 중간 3회의 평균값을 분석하였다. 그리고 이 전체 과정을 총 3회 반복한 후 이 3회의 평균값과 반복된 각각의 값을 최종 분석 대상으로 하였다. 이때 다음과 같이 3가지 수행방법에서 각각 PAS를 실시하였다.

- 방법1. 대상자가 두 손으로 PAS의 손잡이를 잡고 마스크를 얼굴에 완전히 밀착한다(PAS의 매뉴얼에서 제시한 수행방법)<그림 4>.
- 방법2. 대상자가 한 손으로는 PAS의 손잡이를 잡고 다른 한 손으로는 PAS의 본체를 힘껏 밀면서 마스크를 얼굴에 완전히 밀착한다<그림 5>.
- 방법3. 대상자가 두 손으로 PAS의 손잡이를 잡은 후 마스크를 얼굴에 밀착할 때, 검사자가 마스크의 윗부분을 밀면서 완전히 밀착시킨다<그림 6>.



그림4. PAS 수행방법 중 방법1
Figure 4. Method 1 of execution methods of PAS

그림5. PAS 수행방법 중 방법2
Figure 5. Method 2 of execution methods of PAS



그림6. PAS 수행방법 중 방법3
Figure 6. Method 3 of execution methods of PAS

PAS의 음성효율성 과제를 실시하면 총 15가지의 공기역학

변수들이 측정된다. 본 연구에서는 측정된 변수들 중 공기가 새는 것으로 인해 측정치에 영향을 줄 것이라 예상되는 표적 호기류율과 PAS의 음성효율성 과제에서 가장 중요한 변수인 평균성문하압, 공기역학효율성을 분석하였다. 또한 음성효율성 검사 시 반드시 통제되어야 하는 변수인 평균음압과 평균음도를 분석 대상으로 하였다(김재욱, 2013; KayPENTAX, 2006).

2.3 통계 분석

Predictive analytics software(version 21.0, IBM; SPSS)를 이용하여 세 가지 검사 수행방법에 따른 차이와 한 가지 수행방법 내에서 반복측정에 따른 차이가 있는지 살펴보고자 반복측정 분산분석(repeated measures of ANOVA)을 실시하였다. 또한 사후검정은 Bonferroni를 실시하였고 통계적 유의 수준은 0.05 미만에서 검정하였다.

3. 연구 결과

3.1 세 가지 수행방법에 따른 차이

3.1.1 남성

남성은 표적호기류율을 제외한 모든 변수에서 수행방법에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 평균음압의 경우, 방법2가 방법1과 방법3 보다 통계적으로 유의하게 높았다($p < .05$). 평균음도, 평균성문하압, 공기역학효율성은 모두 방법2가 방법1 보다 통계적으로 유의하게 높았다($p < .05$)<표 1>.

표 1. 수행방법에 따른 PAS 변수 비교(남성)(n=12)
Table 1. Comparisons of PAS variables by the test execution methods(male)(n=12)

변수 (단위)	방법1	방법2	방법3	p - 값
평균음압 (dB)	85.55 (3.31)	88.08 ¹⁾ (2.37)	86.65 ²⁾ (3.59)	<.001
평균음도 (Hz)	116.97 (8.17)	121.22 ¹⁾ (8.68)	119.09 (8.22)	.018
평균성문하압 (cmH ₂ O)	6.50 (1.39)	7.47 ¹⁾ (1.33)	6.74 (1.50)	.034
표적호기류율 (Liters/sec)	0.25 (0.05)	0.29 (0.06)	0.29 (0.06)	.073
공기역학 효율성 (p.p.m)	425.72 (277.87)	547.74 ¹⁾ (339.71)	502.79 (397.11)	.020

평균(표준편차)

¹⁾방법1과 방법2의 차이 $p < .05$

²⁾방법2와 방법3의 차이 $p < .05$

3.1.2 여성

여성은 수행방법에 따라 표적호기류율만 통계적으로 유의한 차이가 있었고($p<.001$) 다른 변수에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 표적호기류율은 방법2 및 방법3이 방법1 보다 통계적으로 유의하게 높았다($p<.001$)<표 2>.

표 2. 수행방법에 따른 PAS 변수 비교(여성)(n=12)
Table 2. Comparisons of PAS variables by the test execution methods(female)(n=12)

변수 (단위)	방법1	방법2	방법3	p - 값
평균음압 (dB)	83.42 (4.04)	84.82 (4.04)	84.06 (3.95)	.261
평균음도 (Hz)	212.14 (13.24)	214.95 (10.72)	212.24 (10.02)	.307
평균성문하압 (cmH ₂ O)	6.84 (1.20)	6.91 (1.53)	6.90 (1.30)	.971
표적호기류율 (Liters/sec)	0.13 (0.06)	0.22 ¹⁾ (0.05)	0.22 ²⁾ (0.05)	<.001
공기역학 효율성 (p.p.m)	999.01 (1895.98)	436.58 (447.32)	408.67 (495.34)	.273

평균(표준편차)

¹⁾방법1과 방법2의 차이 $p<.001$

²⁾방법1과 방법3의 차이 $p<.001$

3.2 각각의 수행방법 내에서 반복측정에 따른 차이

3.2.1 남성

방법1에서 반복측정 할 때마다 평균음압($p<.05$)과 평균음도 ($p<.01$)가 통계적으로 유의하게 높아졌다. 특히 평균음압의 경우 시도1이 시도3보다 통계적으로 유의하게 낮았다($p<.05$). 평균음도에서는 시도1과 시도2 모두 시도3 보다 통계적으로 유의하게 낮았다($p<.05$)<표 3>. 방법2에서는 모든 변수가 반복측정에 따라 통계적으로 유의한 차이가 없었다<표 3>. 방법3에서는 반복측정 할 때마다 평균음도가 조금씩 높아졌으나 통계적으로 유의하지는 않았다($p=0.051$). 그러나 사후검정 결과 평균음도에서 시도2가 시도3보다 통계적으로 유의하게 낮았다 ($p<.05$)<표 3>.

3.2.2 여성

시도1, 시도2, 시도3 모두 반복측정에 따라 모든 변수에서 통계적으로 유의한 차이가 없었다<표 4>.

표 3. 각각의 수행방법 내에서 반복측정에 따른 PAS 변수 비교(남성)(n=12)

Table 3. Comparisons of PAS variables by repeated measurements within each test execution method(male)(n=12)

변수 (단위)	수행 방법	시도1	시도2	시도3	p - 값
평균 음압 (dB)	방법1	84.92 (1.01)	85.59 (0.95)	86.14 ¹⁾ (0.96)	.015
	방법2	87.86 (0.74)	88.09 (0.62)	88.27 (0.74)	.536
	방법3	86.42 (1.06)	86.64 (1.08)	86.88 (1.03)	.365
평균 음도 (Hz)	방법1	115.73 (8.0)	116.88 (8.2)	118.31 ¹⁾²⁾ (8.4)	.008
	방법2	120.51 (8.80)	121.56 (8.71)	121.59 (8.55)	.342
	방법3	118.58 (8.37)	118.72 (7.99)	119.97 ²⁾ (8.32)	.051
평균 성문 하압 (cmH ₂ O)	방법1	6.39 (0.44)	6.38 (0.38)	6.72 (0.47)	.445
	방법2	7.77 (1.39)	7.43 (1.33)	7.23 (1.50)	.522
	방법3	6.80 (1.39)	6.60 (1.33)	6.82 (1.50)	.702
표적 호기류율 (Liters/sec)	방법1	0.26 (0.02)	0.25 (0.02)	0.25 (0.02)	.806
	방법2	0.28 (0.02)	0.29 (0.02)	0.29 (0.02)	.828
	방법3	0.29 (0.02)	0.29 (0.02)	0.29 (0.02)	.990
공기역학 효율성 (p.p.m)	방법1	401.77 (89.73)	420.18 (77.08)	455.22 (85.35)	.422
	방법2	503.05 (92.71)	532.01 (97.10)	608.16 (121.72)	.377
	방법3	478.40 (124.85)	508.95 (119.08)	521.04 (121.86)	.895

평균(표준편차)

¹⁾시도1과 시도3의 차이 $p<.05$

²⁾시도2와 시도3의 차이 $p<.05$

표 4. 각각의 수행방법 내에서 반복측정에 따른 PAS 변수 비교(여성)(n=12)

Table 4. Comparisons of PAS variables by repeated measurements within each test execution method(female)(n=12)

변수 (단위)	수행 방법	시도1	시도2	시도3	p - 값
평균 음압 (dB)	방법1	82.70 (0.96)	83.37 (1.26)	84.20 (1.43)	.267
	방법2	84.42 (1.17)	84.77 (1.19)	85.27 (1.21)	.203
	방법3	83.85 (1.02)	84.19 (1.21)	84.14 (1.26)	.723
평균 음도 (Hz)	방법1	210.62 (3.68)	212.30 (3.93)	213.50 (3.96)	.122
	방법2	213.67 (3.13)	215.35 (2.99)	215.83 (3.22)	.057
	방법3	211.03 (2.69)	212.28 (2.92)	213.41 (3.16)	.115
평균 성문 하압 (cmH ₂ O)	방법1	6.46 (0.31)	6.87 (0.38)	7.19 (0.44)	.101
	방법2	6.79 (0.37)	6.77 (0.49)	7.18 (0.53)	.291
	방법3	6.87 (0.39)	7.10 (0.46)	6.73 (0.42)	.577
표적 호기류율 (Liters/sec)	방법1	0.13 (0.05)	0.13 (0.06)	0.14 (0.06)	.606
	방법2	0.22 (0.01)	0.22 (0.02)	0.23 (0.01)	.110
	방법3	0.21 (0.02)	0.22 (0.01)	0.22 (0.02)	.538
공기역학 효율성 (p.p.m)	방법1	792.50 (429.37)	922.92 (511.12)	1281.62 (712.91)	.271
	방법2	503.05 (92.71)	532.01 (97.10)	608.16 (121.72)	.377
	방법3	394.84 (154.69)	409.66 (138.96)	422.51 (142.87)	.738

평균(표준편차)

4. 논의 및 결론

음성장애의 정확한 진단 및 진전을 파악하기 위해 매우 중요한 음성검사 기기 중 하나인 PAS는 검사자의 숙련도 및 검사 수행방법에 따라 그 결과가 많이 달라질 수 있다. 이에 본 연구에서는 PAS 검사 시 정상성인을 대상으로 공기가 새지 않는 적절한 수행방법을 찾고자하였다.

남성의 경우, PAS 검사를 할 때 수행방법에 따라 평균음압, 평균음도, 성문하압, 공기역학효율성에서 모두 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 특히 매뉴얼에서 제시한 방법인 방법1보다 대상자 본인이 한손으로 본체를 힘껏 미는 방법인 방법2에서 모든 변수가 통계적으로 유의하게 높았다($p < .05$). 이는 남성이 한 손으로 본체를 힘껏 미는 행위(방법2)가 후두 근육의 긴장을 줄 뿐만 아니라 성대를 강하게 접촉시켜 평균음압과 성문하압이 방법1보다 증가했을 것으로 판단된다(김재욱, 2013). 뿐만 아니라 음성 데이터 수집 시 마이크의 거리가 멀어짐에 따라 소리가 작아지는 음압의 감쇠현상이 발생하게 된다(Jeoung & Choe, 2012). 그런데 방법2로 검사 시 본체를 손으로 힘껏 미는 행동은 PAS의 본체에 달려 있는 마이크에서 대상자의 입술까지의 거리를 좁혀 미세하지만 측정되는 평균음압에 영향을 줄 가능성이 있다. 공기역학효율성은 낮은 호기류율 및 성문하압으로 높은 강도를 산출할 때 높아지는데(Titze, 1992) 본 연구에서 방법2가 방법1에 비해 평균성문하압과 표적호기류율이 모두 높았으나 음성강도 또한 높게 산출되어 방법2의 공기역학효율성도 높게 나왔을 것이라 판단된다. 검사자가 마스크의 윗부분을 밀어주는 방법3은 평균음압에서만 방법2 보다 통계적으로 유의하게 낮았고($p < .05$) 다른 변수에서는 모두 방법1 및 2와 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 또한 각각의 수행방법 내에서 반복측정에 따른 차이를 살펴보면, 표적호기류율을 제외한 모든 변수에서 방법 2의 시도1, 시도2, 시도3이 방법1과 방법3에 비해 모두 높아 방법2에서 제시한 수행방법이 공기역학 검사 변수들의 수치를 높이는 작용을 했을 것이라 추정된다. 공기역학 검사를 할 때 평균음압 및 음도는 공기역학효율성에 영향을 미치기 때문에 이를 잘 통제해야 할 필요가 있다(김재욱, 2013). 그러므로 남성에게 있어서 방법2는 방법1과 방법3에 비해 대상자의 후두 긴장도를 증가시켜 평균음압과 음도를 높이는 방법이므로 PAS 검사 시 적절치 못한 수행방법이라 판단된다. 반면 표적호기류율은 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 방법1이 0.25 ± 0.05 Liters/sec인 것에 비해 방법2와 방법3은 모두 0.29 ± 0.06 Liters/sec로 동일하였고 방법1보다 높았다. 즉 PAS의 매뉴얼에서 제시된 방법인 방법1은 얼굴에 마스크를 꼭 밀착시켰더라도 방법2와 방법3에 비해 어느 정도 공기가 새고 있음을 추정할 수 있다. 그렇기 때문에 남성의 경우 PAS 검사를 할 때 음도와 강도를 높이는 방법2와 공기가 새는 방법1이 아닌 검사자가 마스크를 밀어주는 방법3

으로 검사를 실시하는 것이 가장 적절할 것이라 판단된다.

여성의 경우, PAS 검사를 할 때 수행방법에 따라 표적호기류율에서만 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .001$). 방법1의 표적호기류율은 0.13 ± 0.06 Liters/sec인 것에 비해 방법2와 방법3은 모두 0.22 ± 0.05 Liters/sec로 동일하였다. 즉 남성과 마찬가지로 여성도 대상자가 본체를 힘껏 미는 방법2와 검사자가 마스크를 밀어주는 방법3에 비해 매뉴얼에서 제시한 방법1은 공기가 많이 새었고 남성에 비해 그 차이가 두드러졌다. 실제로 본 연구에서 한 여성 대상자의 수집된 데이터 중 호기류율의 윈도우 화면을 보면 방법1로 수집된 호기류율보다 방법3으로 수집된 호기류율이 시각적으로 매우 높게 표시되어 있음을 확인할 수 있었다<그림 7> <그림 8>. 즉 PAS 검사를 할 때 <그림 7>처럼 호기류율이 낮게 표시되는 경우 반드시 공기가 새고 있음을 의심해야 한다. 또한 본 연구자의 임상경험에 비추었을 때 정상인뿐만 아니라 내전형 연축성 발성장애 (adductor spasmodic dysphonia, ADS) 환자를 제외한 대부분의 음성장애 환자들의 경우에도 PAS 검사를 할 때 <그림 7>처럼 호기류율이 낮게 표시되는 경우는 거의 없다. 그러므로 이런 경우 검사 자체가 잘못 되었을 가능성이 높으므로 반드시 기류가 새고 있는지는 않은지 다시 확인해야 할 것이다.

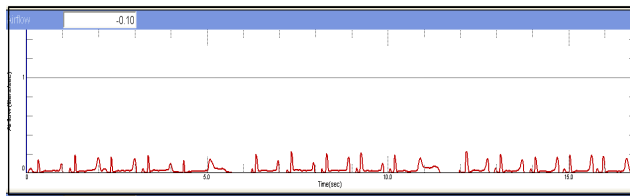


그림 7. 방법1로 PAS 검사를 실시했을 때 호기류율의 윈도우 화면

Figure 7. Window captured picture of airflow rate in case of PAS test with Method 1

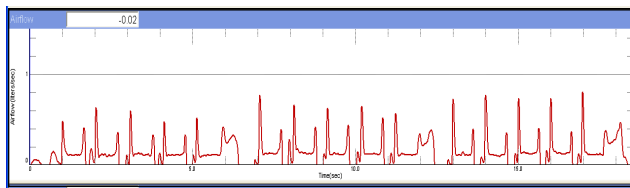


그림 8. 방법3으로 PAS 검사를 실시했을 때 호기류율의 윈도우 화면

Figure 8. Window captured picture of airflow rate in case of PAS test with Method 3

또한 각각의 수행방법 내에서 반복측정 된 표적호기류율을 살펴보면, 방법2와 방법3에서 시도1, 시도2, 시도3의 표준편차가 모두 0.01Liters/sec 또는 0.02Liters/sec인 것에 비해 방법1의 시도1, 시도2, 시도3의 표준편차는 0.05Liters/sec 또는 0.06Liters/sec로 높게 나타나 방법1에서 각 대상자마다 검사 수행 시 마스크를 얼굴에 밀착시키는 힘에 차이가 있을 것으로 생각된다. 그

러므로 여성에게 있어서도 PAS의 매뉴얼에서 제시한 수행방법인 방법1은 방법2와 방법3에 비해 적절하지 못한 검사 수행 방법이라 판단된다.

이처럼 여성이 수행방법에 따라 공기가 두드러지게 새는 이유는 다음과 같다. 여성의 경우 PAS의 매뉴얼에서 제시한 수행방법대로 기기의 손잡이를 두 손으로 잡고 마스크를 얼굴에 완전히 밀착시킬 때 여성의 힘만으로 기기의 무게중심을 잡아 얼굴에 밀착시키는 것이 어려워 결국 마스크가 얼굴에서 뜨는 부분이 생겼음을 의미한다. 실제로 PAS 검사를 할 때 검사자가 대상자의 앞에서 보면 대상자가 마스크를 얼굴에 완전히 밀착시키고 있는 것 같이 보여도, 대상자의 옆이나 위에서 자세히 보면 <그림 9>의 왼쪽 사진의 동그라미로 표시된 부분과 같이 마스크의 윗부분에 작은 공간이 생기는 경우가 종종 있다. 이런 경우 아무리 작은 공간이라도 공기가 예상보다 많이 새기 때문에 주의가 필요하다. 그러므로 반드시 마스크가 코와 입뿐만 아니라 눈 주위까지 완벽하게 덮도록 한 후 <그림 9>에서 오른쪽 사진의 동그라미로 표시된 부분과 같이 마스크의 윗부분을 완벽하게 누른 다음 검사를 실시해야 할 것이다.



그림 9. 수행방법에 따른 마스크의 모양: 방법1(왼쪽), 방법3(오른쪽)

Figure 9. Shapes of masks by each method: Method 1 (left), Method 3 (right)

각각의 수행방법 내에서 반복측정에 따른 차이를 살펴본 결과, 남성의 경우 방법1에서 반복측정 할 때마다 평균음압과 평균음도가 통계적으로 유의하게 높아졌으나($p < .05$) 다른 변수에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 방법2와 방법3에서도 반복측정 할 때마다 대부분 변수의 측정치가 높아지긴 하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 여성의 경우에도 반복측정 할 때마다 방법1, 방법2, 방법3 모두 대부분의 변수에서 측정치가 조금씩 높아졌으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 이는 PAS 검사를 할 때 반복측정 횟수가 증가할수록 변수들의 측정치가 높아지긴 하였으나 첫 번째와 세 번째 측정치 간의 차이가 크지 않다는 선행연구와도 일치하였다(김재욱, 2014).

즉 본 연구에서 남성의 경우, 한 손으로 PAS의 본체를 힘껏 미는 수행방법인 방법2가 음도, 음압, 성문하압의 수치를 높였으리라 생각된다. 높은 음도 및 음압은 검사 결과에 영향을 미치므로 방법2는 적절하지 못한 수행방법이라 판단된다. 표적호

기류율은 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 방법1이 방법2와 3에 비해 낮아 공기가 새었을 가능성이 있다. 여성의 경우에도, PAS의 매뉴얼에서 제시된 수행방법인 방법1에서 명백하게 공기가 많이 새고 있음을 확인할 수 있었다. 이는 기기의 무게로 인해 여성의 힘으로 얼굴에 마스크를 제대로 밀착시키지 못하여 결국 마스크가 얼굴에서 뜨는 부분이 생겼음을 의미한다. 결론적으로 남성과 여성 모두, PAS 검사를 할 때 결과에 영향을 미치지 않으면서 기류가 새지 않도록 하기 위해서는 검사자가 대상자의 얼굴에 마스크를 완전히 밀착하도록 밀어주는 방법(방법3)이 가장 유용할 것이다.

본 연구는 최근 국내에서 많이 사용되고 있는 PAS 검사를 할 때 매뉴얼에서 제시한 수행방법 보다 국내 대상자에게 더 적절한 검사 수행방법을 제시하여 임상현장에 도움을 주고자 하였다. 추후 대상자를 정상성인 뿐만 아니라 노인도 확대하여 방법3으로 PAS 검사를 했을 때 표적호기류율을 알아볼 필요가 있다. 또한 다양한 음성장애 환자에게도 각각의 수행방법을 실시하여 수행방법에 따라 각각의 변수에 차이가 있는지를 알아보고 환자를 대상으로 하는 임상현장에서 어떤 수행방법으로 검사를 실시하는 것이 좋을지 확인해 볼 필요가 있을 것이다.

참고문헌

Ahn, S. Y., Kim, H. S., Kim, Y. H., Choi, S. H., Lee, S., E., & Choi, H. S. (2003). Comparative evaluation of electroglottography and aerodynamic study in trained singers and untrained controls under different two pitch. *Phonetics and speech sciences*, 10(2), 111-128.

(안성윤, 김한수, 김영호, 송기재, 최성희, 이성은, 최홍식 (2003). 성악인과 일반인 발성의 전기성문검사 및 공기역학적 검사에 대한 연구. *말소리와 음성과학*, 10(2), 111-128.)

Chae, S. W., Choi, G., Kang, H. J., Choi, J. O., & Jin, S. M. (2001). Clinical analysis of voice change as a parameter of premenstrual syndrome. *Journal of Voice*, 15(2), 278-283.

KayPENTAX. (2006). Instruction Manual for Phonatory Aerodynamic System Model 6600.

Kim, J. O. (2013). Aerodynamic Characteristics, Vocal Efficiency, and Closed Quotient Differences according to Fundamental Frequency Fixation. *Phonetics and speech sciences*, 5(1), 19-26.

(김재욱 (2013). 음도 고정 유무에 따른 공기역학, 음성효율성 및 성대접촉률 차이. *말소리와 음성과학*, 5(1), 19-26.)

Kim, J. O. (2014). Korean adult normative data for the kaypentax phonatory aerodynamic system model 6600. *Phonetics and speech sciences*, 6(1), 105-117.

(김재욱 (2014). KayPENTAX Phonatory Aerodynamic System Model 6600을 이용한 한국 성인의 공기역학적 변수들의 정상치. *말소리와 음성과학*, 6(1), 105-117.)

Jeoung, B. C., & Choe, Y. S. (2012). A Study on the Compensating System for the Acoustic Characteristics Caused by the Variation of Distance from Sound Source to Microphone. *The Journal of the Acoustical Society of Korea*, 31(3), 197-204.

(정병철, 최윤식 (2012). 음원과 마이크로폰 사이의 거리변화에 의한 음향 특성 보정에 관한 연구. *한국음향학회지*, 31(3), 197-204.)

Schutte, H. (1992). Integrated aerodynamic measurements. *Journal of Voice*, 6(2), 127-134.

Titze, I. R. (1992). Vocal efficiency. *Journal of Voice*, 6(2), 135-138.

- **고혜주 (Ko, Hyeju), 제1저자**
 명지대학교 일반대학원 심리재활학과간협동과정 & 연세대학교 의과대학 이비인후과학교실, 후두음성언어의학연구소
 서울특별시 서대문구 거북골로 34
 Tel: 010-2768-7048
 Email: juya2501@nate.com
 관심분야: 음성장애, 신경언어장애
 현재 강남세브란스병원 후두음성언어의학연구소 연구원
- **최홍식 (Choi, Hong-Shik), 제2저자**
 연세대학교 의과대학 이비인후과학교실, 후두음성언어의학연구소
 서울특별시 강남구 언주로 211
 Tel: 02-2019-3461
 Email: hschoi@yuhs.ac
 관심분야: 음성장애, 두경부의학, 음성의학
 현재 연세대학교 의과대학 이비인후과학교실 교수 및 후두음성언어의학연구소 소장
- **임성은 (Lim, Sung-Eun), 제3저자**
 연세대학교 의과대학 이비인후과학교실
 서울특별시 강남구 언주로 211
 Tel: 02-2019-2587
 Email: geumgangaeng@gmail.com
 관심분야: 음성장애
 현재 강남세브란스병원 이비인후과 음성언어치료사
- **최예린 (Choi, Yaelin), 교신저자**
 명지대학교 사회교육대학원 언어치료학과 & 일반대학원 심리재활학과간협동과정
 서울특별시 서대문구 거북골로 34
 Tel: 02-300-0882
 Email: yaelinchoi@gmail.com
 관심분야: 음성장애, 신경말언어장애, 삼킴장애
 현재 명지대학교 언어치료학과 & 심리재활학과간협동과정 교수