

# 카페인 섭취량 증가에 따른 음성 분석 요소의 변화 측정

서경원, 장영조, 강덕현, 배정수, 연용흠, 임순용, 민지선, 김봉현, 가민경, 조동욱  
충북도립대학교 정보통신과학과

hinakiri@nate.com

## Change Measurement of Voice Analysis Parameter by an Increase of Intake the Caffeine

Kyoung-Won Seo, Yong-Jo Jang, Deok-Hyun Kang, Jung-Su Bae, Yong-Hem Yean,  
Soon-Yong Lim, Ji-Seon Min, Bong-Hyun Kim, Min-Kyoung Ka, Dong-Uk Cho  
Dept. of Information & Communications Engineering, Chungbuk Provincial University

### 요 약

오늘날 현대 사회에서 여가생활시간이 늘어나고 이에 따라 사람들은 잦은 커피타임을 갖고 있으며 이로 인해 커피의 섭취량이 날로 늘어나고 있다. 날로 늘어나는 커피 섭취량과 같이 커피의 주성분인 카페인 섭취량 또한 날로 증가 하고 있다. 따라서 본 논문에서는 카페인의 성분과 효능, 인체에 미치는 영향 정도와 음성에 관여하는 정도 등에 대한 결과를 추출하여 실질적으로 카페인이 음성에 미치는 요소를 분석하였다. 이를 위해 본 논문에서는 음성분석 프로그램인 Praat를 사용하였으며 성대의 변화량과 몸 속의 공명음인 Formant를 실험 요소로 적용하였다. 데이터 자료에서 유용성을 입증하고 문제점 해결에 대해 분석하였으며 실험에 의해 제안한 방법의 활용성을 입증하는 연구를 수행하였다.

### 1. 서론

건강에 대한 국민적인 관심이 높아져가고 있는 현대생활에서 이에 부응하기 위한 대체 의학 및 예방 의학이 함께 발전하고 있다. 이에 따라 사람의 음성을 이용하여 우리 몸을 진단하는 방법 또한 많은 발전을 하고 있다. 목소리는 항상 주위 환경에 영향을 받아 수시로 변화가 생긴다. 목소리가 나는 이유는 우리가 코로 숨을 들이 마시면서 성대가 있는 후두를 거쳐서 기도, 기관지를 지나 폐 속으로 들어가게 된다. 이렇게 들이쉬는 숨을 천천히 다시 내보내면서 성대를 진동시켜 소리가 생성 되는 것이다. 이 생성된 소리가 공명과 구음이라는 과정을 거쳐 음성이라는 목소리로 인식된다. 이중 목소리의 고유한 특색을 결정해주는 것이 성대의 진동이다. 이러한 소리의 특성 요소를 분석하여 삶의 질을 높이는데 있어 건강한 삶을 살 수 있도록 이용하기 위해서 많은 노력이 행해지고 있다.[1]

오늘날 현대 사회에서 여가 생활시간이 늘어나고 이에 따라 사람들은 잦은 커피타임을 갖고 있으며 이로 인해 커피의 섭취량이 날로 늘어나고 있다. 날로 늘어나는 커피 섭취량과 같이 커피의 주성분인 카페인 섭취량 또한 날로 증가 하고 있다. 카페인을 적당량 섭취하면 몸에 좋은 영향을 주지만 자주 장기간 섭취하게 되면 우리 인체에 좋지 않은 영향을 줄 수 있다.

### 2. 카페인의 효능

카페인은 코코아나 커피열매에 들어 있는 알칼로이드 화합물 중에 nitrogen(질소를 포함하는 물질)성분이다.

카페인은 주로 커피, 초콜릿, 녹차, 홍차, 두통약, 각종 드링크 등에 많이 들어 있다. 카페인은 미약하긴 하나 필로폰의 주성분인 암페타민처럼 중추신경계와 교감신경계를 자극하는 일종의 중추신경자극의 효능이 있다. 알칼로이드는 신경조직이나 심장근육, 호흡기조직의 흥분시키기도 하고 이뇨장애나 피로를 일으키기도 한다. 또한 카페인은 체내에서 칼슘과 철분의 흡수성을 떨어뜨려 다량으로 섭취할 경우 골다공증을 일으키거나 빈혈을 일으킬 수 있고, 위산분비를 촉진시켜 위궤양이나 위염을 일으킬 수도 있다. 때문에 빈속에 카페인이 든 음료를 마시 것은 위에 좋지 않은 영향을 줄 수 있다. 커피 한잔에 들어 있는 카페인 함량은 평균 100mg 정도로 하루에 4~5 잔 이상의 커피를 섭취 하는 것은 몸에 좋지 않은 영향을 준다. 과로 사하는 사람들의 10가지 습관 중 하나가 하루 4잔 이상의 커피 마시거라는 조사 결과가 있다. 이렇게 커피의 유·무해 논란이 팽팽한 가운데 “카페인이 방사능 피해를 막는다”는 새로운 연구가 나왔다. 인도 원자연구소의 조지박사팀은 카페인을 주입시킨 쥐와 그렇지 않은 쥐에 치사량의 방사능을 가한 결과 카페인을 주입시킨 쥐만 생존한다는 연구 결과를 발표했다. 연구팀이 471마리의 쥐에 감마선을 노출시킨 뒤 25일이 지나자 한 마리당 80mg의 카페인이

주입된 쥐는 70%가 생존한 반면, 카페인을 주입시키지 않은 쥐 196마리는 모두 죽었다. 또 같은 조건에서 한 마리 당 100mg의 카페인을 주입시킨 결과 대부분의 쥐가 생존했으며 50mg을 주입시켰을 때는 거의 모두 죽었다[2]. 또한 카페인을 두뇌와 척추세포들의 활동을 억제하는 체내 화학물질인 아데노신의 활성을 떨어뜨린다. 그렇게 되면 아데노신이 신경세포 활동을 억제하지 못해 신경세포의 활동이 활발해진다[2].

### 3. 카페인이 인체에 미치는 영향

카페인을 적당량 섭취 하게 되면 뇌세포가 활동을 할 때 분비하는 아데노신 수용체라는 것이 있다. 아데노신 수용체에 아데노신이 반응하면 피로감을 느끼고 졸리고 쉬어야겠다는 생각을 하게 된다. 카페인이 섭취 되면서 아데노신 수용체에 카페인이 반응해서 아데노신이 반응하지 못하게 하기 때문에 졸리지 않게 되는데 어느 정도의 피로와 졸음을 방지해주는 작용을 할 수 있다. 하지만 뇌에는 아데노신 수용체 외에도 졸리게 하는 작용을 하는 체계가 여럿 있기 때문에 사람에게 따라서 커피를 마셔도 졸음을 방지 할 수 없는 사람도 있다. 하지만 카페인을 과다 복용 하게 되면 불면증을 유발 할 수 있다. 또한 카페인을 적당량 섭취하게 되면 인체 장기 중 신장에 좋은 영향을 주는데 그 원인은 대장에서의 결장이라는 부분이 있는데 이곳에 아데노신 수용체가 많이 분포하고 있다. 여기서 아데노신 수용체가 이완과 수축사이의 균형유지에 이용되는 신호분자 역할을 하는데 아데노신 수용체를 카페인이 봉쇄하면 이완메시지가 차단된다. 그렇게 되면 결장에서는 수축을 일으키고, 그 영향으로 평활근육은 장연운동이라는 특유의 리듬으로 좀 더 쉽게 수축하게 된다. 따라서 이노 작용을 촉진하는 작용을 한다. 이노작용이 활발해지면 신장에 좋은 영향을 준다. 하지만 운동선수들은 땀을 많이 배출하기 때문에 카페인을 과다 복용하면 이노작용이 인체에는 온건하고 무해하나 간혹 탈수를 일으킬 수도 있다. 적당량의 카페인을 우리 몸에 이로운 작용을 할 수 있지만 과다복용을 한다면 우리 몸에 악영향을 줄 수 있다. 카페인을 과다 섭취하게 되면 철분의 흡수를 방해하여 골다공증을 유발한다. 그리고 위액 분비를 증가 시켜 빈속에 카페인을 자주 섭취하게 되면 속이 쓰리고 위에 좋지 않은 영향을 줄 수 있다. 또한 환각제와 같은 작용으로 인해서 신경이 날카로워지고, 안절부절 못하게 되며 쉽게 흥분하여 폭력적으로 변할 수 있다[3][4].

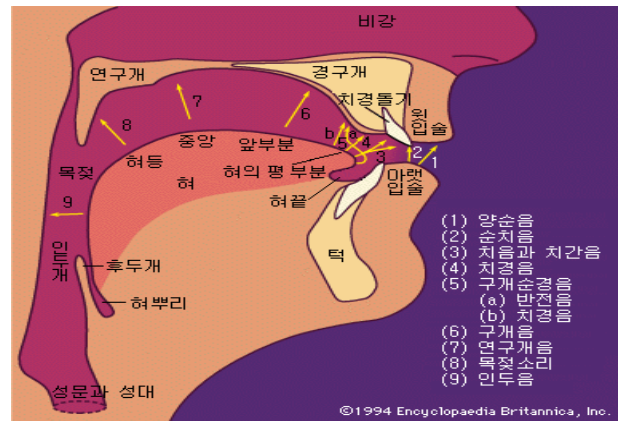
### 4. 분석데이터에 대한 설명

본 논문에서는 카페인의 섭취량에 따른 음성의 변화를 측정하기 위해 음성 분석학적 요소 기술 중 성대 진동 요소인 Jitter와 음의 압력 레벨을 나타내는 Spectrum, 그리고 조음기관의 변화에 따른 인체 내의 공명음인 Formant를 적용하여 실험을 수행하였다.

Jitter는 단위시간 안의 발음에서 성대의 진동의 변화가 얼마나 많은지를 나타내주며 정상적인 음성에서는 변화율이 높지 않는데, 성대에 결절이 있거나 암 조적이 있으면 변화가 많게 된다. 따라서 이 값을 이용하여 성대의 질병여부를 판단하는데 흔히 사용되는 것이다.

Spectrum은 성도의 모양 변화를 연속적으로 볼 수 있는 분석 방식이다. 사람의 지문이 다르듯이 음성의 지문도 달라지게 된다. 이러한 데이터를 지정된 한 시간점에 대해서 분석하는 것이 스펙트럼이다.

Formant는 조음기관의 변화를 나타낸다. 조음기관이란 말소리를 만드는데 쓰이는 신체 기관을 의미 한다. Formant의 값은 조음기관의 열고 닫힘 따라 변하게 된다. 조음기관의 열고 닫힘에 따라 입에서부터 성대까지의 길이가 결정되는데 이것을 성도라 하며 성도의 길이의 따라 Formant의 값이 변하게 된다. 음파의 음향적 특징을 조사하는 것은 Formant에 대한 더 많은 정보를 얻을 뿐만 아니라, 음성과의 다른 중요한 특징을 알아 낼 수 있다[5].



(그림 1) 조음기관의 구성도

### 5. 실험 및 고찰

본 논문에서의 카페인의 섭취량에 따른 음성의 변화를 측정하기 위해 음성분석 전용 프로그램인 Praat를 사용하였다. 피실험자는 20대 초반의 건강한 남성 10명으로 구성 하였으며, 밀폐된 공간에서 동일한 녹음기로 동일한 거리에서 목소리를 녹음하여 분석 하였다. C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>O<sub>2</sub>N<sub>4</sub> 섭취량에 따라 음성을 녹음하기 위해 한잔에 C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>O<sub>2</sub>N<sub>4</sub> 함유량이 250mg인 자판기 블랙커피를 사용하여 섭취전, 250mg섭취 후 음성, 500mg섭취 후 음성, 750mg섭취 후 음성, 1000mg섭취 후 음성을 녹음하여 분석 하였다. 그리고 C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>O<sub>2</sub>N<sub>4</sub> 섭취량을 누적하기 위하여 250mg을 섭취후 음성을 녹음하고 바로 다시 250mg을 섭취하여 누적 시켰다. 음성 분석 요소로는 단위시간 안의 발음에서 성대의 진동변화율을 나타내는 Jitter와, 성도의 모양 변화를 연속적으로 볼 수 있는 Spectrum, 조음기관의 열고 닫힘으로 인한 인체내의 공명음인 Formant 값을 분석하여 실험을 실시하였다.

&lt;표 1&gt; 카페인 섭취량에 따른 Jitter 값의 변화표

Jitter	섭취 전	250mg	500mg	750mg	1000mg
M01	0.947	1.059	1.420	0.911	0.843
M02	0.402	0.668	1.052	0.865	0.554
M03	0.550	0.464	0.475	0.378	0.334
M04	0.424	0.549	0.577	0.490	0.476
M05	0.487	0.506	0.552	0.522	0.499
M06	1.240	1.300	1.324	1.311	1.219
M07	0.807	0.823	0.932	0.881	0.809
M08	1.362	1.496	1.499	1.350	1.292
M09	1.067	1.155	1.276	1.136	0.939
M10	0.475	0.509	0.716	0.424	0.407

위의 <표 1>은 카페인의 섭취 전과 각각 250mg, 500mg, 750mg, 1000mg을 섭취한 후 음성의 Jitter값의 변화를 나타낸 표이다. 그 결과 카페인을 250mg 섭취한 후 음성이 섭취 전 음성 보다 90%가 값이 상승하였다. 그리고 500mg을 섭취 후 음성은 250mg 섭취 후 음성보다 100% 값이 상승하였다. 또한, 750mg 섭취 후 음성은 500mg 섭취 후 음성보다 100% 값이 감소하였다. 마지막으로 1000mg 섭취 후 음성은 750mg 섭취 후 음성보다 100% 값이 감소하였다. 결과적으로 피실험자의 90%가 카페인을 250mg, 500mg을 섭취 하였을 때는 값이 증가하다가 750mg, 1000mg을 섭취 한 후에는 값이 감소하였다. 이는 처음 카페인을 250mg, 500mg을 섭취하면 성대를 자극하여 긴장 시키지만 750mg, 1000mg로 섭취량을 늘려 나가면 성대가 카페인에 적응하여 수치 값이 감소하는 것으로 분석 된다.

&lt;표 2&gt; 카페인 섭취량에 따른 Formant3 값의 변화표

Formant3	섭취 전	250mg	500mg	750mg	1000mg
M01	2230.5	2497.8	2397.7	2553.9	2400.7
M02	2466.8	2591.2	2568.4	2627.3	2331.3
M03	2549.4	2580.9	2555.1	2572.3	2508.7
M04	2087.2	2157.5	2098.2	2146.5	2137.2
M05	2389.8	2446.6	2552.3	2491.8	2345.4
M06	2173.4	2098.6	2231.2	2157.8	2056.2
M07	2274.3	2571.2	2381.3	2449.2	2364.2
M08	2705.2	2874.5	2698.3	2944.2	2857.4
M09	2345.9	2466.7	2321.5	2547.2	2128.9
M10	2303.8	2397.2	2366.8	2403.9	2339.8

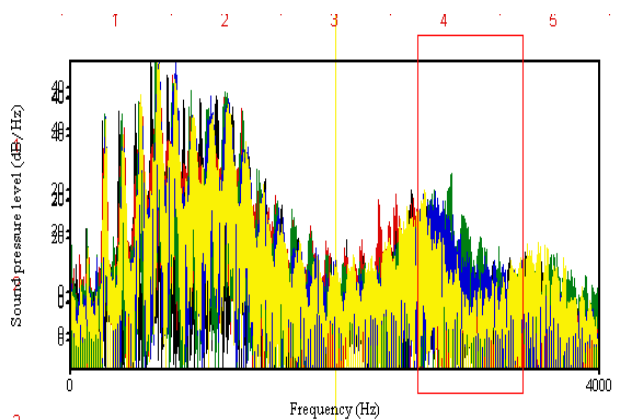
위의 <표 2>는 카페인의 섭취 전과 각각 250mg, 500mg, 750mg, 1000mg을 섭취한 후 음성의 Formant3 값의 변화를 나타낸 표이다. 그 결과 카페인을 250mg 섭취한 후 음성이 섭취 전 음성 보다 100%가 값이 상승하였다. 그리고 500mg을 섭취 후 음성은 250mg 섭취 후 음성보다 100% 값이 감소하였다. 750mg 섭취 후 음성은 500mg 섭취 후 음성보다 100% 값이 증가하였고, 마지막으로 1000mg 섭취 후 음성은 750mg 섭취 후 음성보다 100% 값이 감소하였다. 결과적으로 피실험자의 100%가 카페인을 250mg 섭취 하였을 때는 값이 증가하다가 500mg 섭취 하였을 때는 값이 감소하고, 750mg을 섭취

한 후에는 값은 증가하였다. 그리고 1000mg을 섭취한 후의 값은 감소하였다. 이는 Formant3의 값이 카페인을 250mg, 500mg, 750mg, 1000mg을 섭취하면서 Formant3의 값의 증가와 감소를 반복하는 것으로 보아 Formant3의 음성을 일정하게 유지 하지 못하고 불안정하게 만든다고 분석된다.

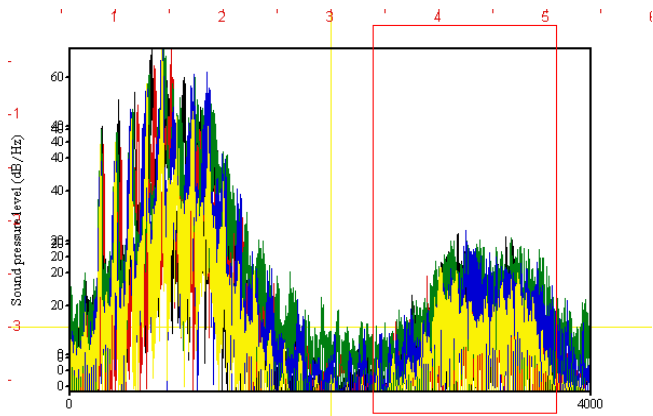
&lt;표 3&gt; 카페인 섭취량에 따른 Formant4 값의 변화표

Formant4	섭취 전	250mg	500mg	750mg	1000mg
M01	2990.0	3101.3	3144.8	2948.4	2864.7
M02	3174.8	3244.2	3349.1	3294.6	3057.3
M03	3014.0	3071.6	3183.2	3155.2	3144.3
M04	2737.0	2774.6	2880.6	2838.3	2775.6
M05	3004.0	3196.4	3258.2	3113.0	3107.3
M06	2964.5	3128.4	3475.1	2886.3	2896.4
M07	3083.3	3142.7	3157.2	3074.2	3049.0
M08	3132.4	3209.5	3360.7	3245.6	3171.6
M09	2974.7	3366.1	3487.9	3155.4	3020.3
M10	3036.7	3224.0	3224.6	3198.0	3124.2

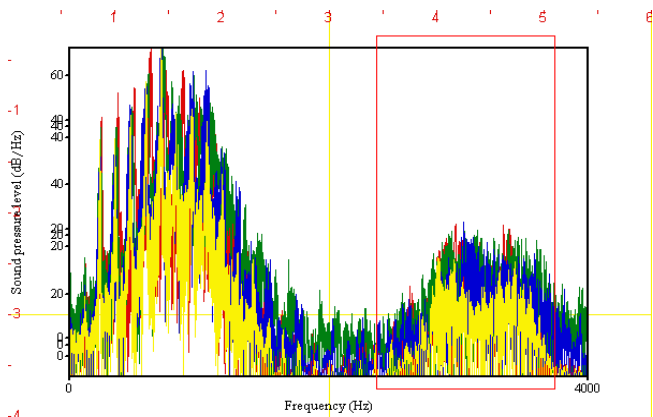
위의 <표 3>은 카페인의 섭취 전과 각각 250mg, 500mg, 750mg, 1000mg을 섭취한 후 음성의 Formant4 값의 변화를 나타낸 표이다. 그 결과  $C_8H_{10}O_2N_4$ 을 250mg 섭취한 후 음성이 섭취 전 음성 보다 100%가 값이 상승하였다. 그리고 500mg을 섭취 후 음성은 250mg 섭취 후 음성보다 100% 값이 상승하였다. 또한, 750mg 섭취 후 음성은 500mg 섭취 후 음성보다 100% 값이 감소하였다. 마지막으로 1000mg 섭취 후 음성은 750mg 섭취 후 음성보다 100% 값이 감소하였다. 결과적으로 피실험자의 90%가 카페인을 250mg, 500mg을 섭취 하였을 때는 값이 증가하다가 750mg, 1000mg을 섭취 한 후에는 값이 감소하였다. 이는 처음  $C_8H_{10}O_2N_4$ 을 250mg, 500mg을 섭취하면 우리 음성에 좋지 않은 영향을 미치지만 750mg, 1000mg로 섭취량을 늘려 나가면 우리 몸이 카페인에 적응하여 수치 값이 감소하는 것으로 분석된다.



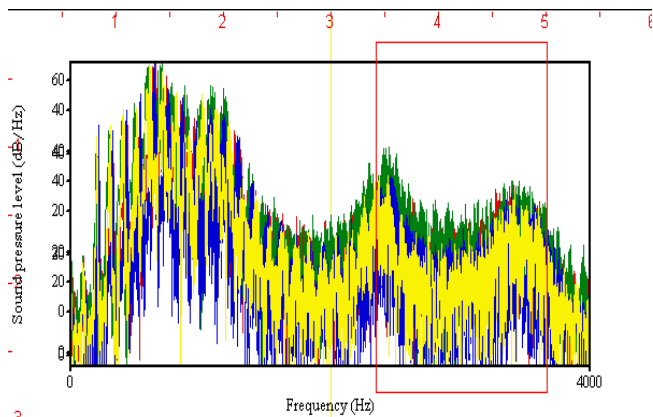
(그림 2) M01의 Spectrum 분석 결과



(그림 3) M02의 Spectrum 분석 결과



(그림 4) M03의 Spectrum 분석 결과



(그림 5) M06의 Spectrum 분석 결과

위의 (그림 2)는 M01의 Spectrum 분석 결과 그림이다. 검정색은 카페인의 섭취 전의 음성 Spectrum이다. 붉은색은 카페인을 250mg 섭취 후 음성 Spectrum이고, 초록색은 카페인을 500mg 섭취 후 음성 Spectrum, 푸른색은 카페인을 750mg 섭취 후 음성 Spectrum이다. 마지막으로 노란색은 카페인을 1000mg 섭취 후 음성 Spectrum을 나타낸다. Spectrum에서 그렇게 큰 차이를 보이지는 않는다. 검정색, 붉은색, 초록색 까지 점점 상승하였고 이후부

터의 Spectrum에서는 점점 하향되었다는 것을 알 수 있다. (그림 3), (그림 4), (그림 5)는 각각 M02, M03, M06의 Spectrum을 분석한 그림이다. 전체 피실험자들 중 80%가 위의 그림과 같은 결과를 보였다.

대략적으로 2500~3500정도의 간격에서 sound pressure level(음성 압력 레벨)이 하향된다는 것은 발음을 할 때 음의 압력이 인체 내부에서 발생하였을 때 압력이 약하여 발음의 정확도를 알 수 있는 Jitter와 상관성이 있다고 할 수 있다.

## 6. 결론

오늘날 현대 사회에서 여가 생활시간이 늘어나고 이에 따라 사람들은 잦은 커피타임을 갖고 있으며 이로 인해 커피의 섭취량이 날로 늘어나고 있다. 날로 늘어나는 커피 섭취량과 같이 커피의 주성분인 카페인 섭취량 또한 날로 증가 하고 있다. 카페인을 적당량 섭취하면 몸에 좋은 영향을 주지만 자주 장기간 섭취하게 되면 우리 인체에 좋지 않은 영향을 줄 수 있다. 따라서 본 논문에서는 카페인 섭취량에 따른 음성의 변화를 성대 진동 요소 및 조음기관의 다른 Formant와 음압의 변화를 나타내는 Spectrum을 이용하여 분석 연구 하였다.

카페인 섭취량이 250mg, 500mg일 때 까지는 Jitter 값이 상승하였고 그 이후부터는 점점 감소하였다. 이는 카페인 섭취 시 몸에서 처음 250mg, 500mg일 때는 성대의 긴장감을 주어 값이 상승하다가 그 뒤로 갈수록 정상으로 조절하려고 하는 것으로 분석된다. 또한 Formant3의 값에서는 상승하였다 하향하는 패턴으로 반복 주기를 보여주고 있다. 이는 3Formant의 음성을 불규칙적으로 만들어 좋지 않은 영향을 미친다고 분석된다. Formant4는 Jitter와 마찬가지로 결과가 나왔는데 이는 Jitter값의 변화의 이유와 같은 것으로 분석 된다. 마지막으로 Spectrum은 섭취 전과 200mg, 500mg 까지는 음압의 레벨이 높아지다가 750mg, 1000mg에서는 음압의 레벨이 감소하였다. 이는 Jitter와 Formant4와 마찬가지로 위와 같은 결과가 나온 것이라 분석된다. 앞으로 더욱더 많은 피실험자들을 대상으로 분석 할 수 있다면 보다 신빙성 있고 객관화된 결론을 도출할 수 있을 것으로 생각된다.

## 참고문헌

- [1] 장영조 외3명, C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>O<sub>2</sub>N<sub>4</sub>(카페인) 섭취에 따른 음성 분석 요소의 변화, 2010.
- [2] (주)미디어엠, <http://www.mediland.co.kr/>
- [3] 박건영, 수험생의 머리를 좋게하는 음식 61가지, 연합뉴스, 2010.
- [4] 한국건강관리협회, <http://www.kahpb.or.kr/>
- [5] 양병곤, 프라트(Praat)를 이용한 음성 분석의 이론과 실제, 만수출판사, 2003