

$C_8H_{10}O_2N_4$ 섭취량에 의한 조음기관의 변화 요소 분석 연구

정회원 김 봉 현*, 조 동 옥*

A Study on the Change Parameter Analysis of Articulator by Intake the $C_8H_{10}O_2N_4$

Bong-hyun Kim*, Dong-uk Cho*^o *Regular Members*

요 약

현대사회에서 일에 대한 스트레스, 여가 생활, 기호 식품에 대한 매력 등이 증가하면서 커피를 즐겨 마시는 사람들이 늘고 있다. 커피는 품종, 가공방법, 원두의 혼합여부 및 인위적인 향의 첨가여부 등에 따라 다양한 종류로 현대인의 입맛을 사로잡고 있다. 그러나 대부분의 커피에는 $C_8H_{10}O_2N_4$ 이 함유되어 있고 이로 인해 인체의 여러 부위에 영향을 미치고 있다. 이러한 $C_8H_{10}O_2N_4$ 이 커피의 주성분인 카페인이다. 따라서 본 논문에서는 블랙커피 한 잔에 함유되어 있는 $C_8H_{10}O_2N_4$ 250mg에 대해 섭취량이 증가할 때마다 조음기관에 미치는 영향을 분석하였다. 이를 위해 20대 남성 30명을 대상으로 $C_8H_{10}O_2N_4$ 섭취량을 점차 늘리면서 이에 대해 반응하는 조음기관의 변화를 음성 분석 요소인 Jitter, Formant 및 Spectrum을 적용하여 결과값을 추출하고 이를 분석하는 연구를 수행하였다.

Key Words : $C_8H_{10}O_2N_4$, Jitter, 4 Formant Frequency, Spectrum, Voice Analysis

ABSTRACT

The people frequently drink coffee under stress at work, according to increase attractive of leisure activities, favourite food in modern society. The coffee taste which we are catching the taste of modern people is depending on various kinds processing methods such as a mixture of beans. However, the most coffee contains $C_8H_{10}O_2N_4$ which affected various parts of the body. These $C_8H_{10}O_2N_4$ is that the main component of coffee is caffeine. Therefore, in this paper, we are analyzed influence about articulator according to increase in $C_8H_{10}O_2N_4$ 250mg contains a cup of coffee. From this, we gradually increased the amount of $C_8H_{10}O_2N_4$ intake about thirty persons of men in his 20's in experiments. Then we performed a study about Jitter, Formant, Spectrum in voice analysis parameter by applying the results having an affect articulator.

I. 서 론

최근 들어 사회적 변화가 실생활에 자연스럽게 포함되면서 기호 식품에 대한 별다른 인식 없이 다양한 환경과 형태로 현대 사회의 일부분으로 자리 잡고 있다. 특히, 커피는 스트레스와 졸음을 방지하기 위한

방법으로 이용되던 형태에서 최근에 와서는 여유로움과 멋, 습관적으로 마시는 음료 등의 형태로 현대인들의 애호 식품으로 자리 잡고 있는 실정이다. 이러한 커피 이용에 대한 증가는 정보통신 기술의 발달과 함께 코피스족이란 합성어까지 나타나는 계기가 되었다. 즉, 무선 인터넷 환경이 보편화되면서 커피전문점에서

* 충북도립대학교 전자정보계열(kimbh@cpu.ac.kr, ducho@cpu.ac.kr), (° : 교신저자)

논문번호 : KICS2010-08-397, 접수일자 : 2010년 8월 16일, 최종논문접수일자 : 2010년 12월 16일

일을 하는 사람들이 증가하고 있는 것이다. 이와 같이 커피에 대한 시대적 패러다임의 변화 속에서 현대인들이 섭취하는 커피의 양은 날로 증가하고 있으며 이러한 커피의 주성분인 카페인에 관심이 증대되면서 다양한 연구 결과들이 발표되고 있다. 아래 표 1은 성인과 어린이 및 임신부가 하루에 섭취하는 카페인 기준량을 나타낸 것이다. 적당량을 마시는 커피는 인체에 좋은 영향을 끼친다는 것은 이미 보편적인 사실로 알려져 있다. 그러나 과다한 커피 복용으로 인한 카페인 중독은 오히려 인체 장기에 악영향을 끼치게 된다^{1,2}.

이와 같이 커피에 대한 섭취량이 증가하면서 건강에 대한 관심도 늘어나고 있다. 현대 사회에서는 삶의 질이 윤택해지면서 건강관리 및 유지 방법도 대체 의학 및 예방 의학으로 많은 부분을 행하고 있는 실정이다. 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 폐속으로 들어가게 된다. 이렇게 들이쉬는 숨을 천천히 다시 내보내면서 성대를 진동시켜 소리가 생성 되는 것이다. 이 생성된 소리가 공명과 구음이라는 과정을 거쳐 음성이라는 목소리로 인식된다³. 이중 목소리의 고유한 특색을 결정해 주는 것이 성대의 진동이다. 이러한 소리의 특성 요소를 분석하여 삶의 질을 높이는 데 있어 건강한 삶을 살 수 있도록 이용하기 위해서 많은 노력들이 행해지고 있다.

카페인은 가장 대중적인 정신활성제이다. 따라서 이를 과학적으로 평가하고 검토하는 기존의 연구 활동들이 다양한 분야에서 수행되었다. 그러나 카페인 섭취에 따른 운동중의 탈수현상, 뇌의 건강, 근육회복 및 성장, 노화방지 등에 관한 연구활동이 주를 이루고 있다. 따라서 본 논문에서는 현대 사회의 필수 식품이 되어버린 커피의 이용량이 증가하면서 커피의 주성분인 카페인 섭취량이 인체의 조음기관에 미치는 영향을 분석하는 연구를 수행하여 카페인과 조음기관과의 연관성을 분석하는 연구를 최초로 수행하였다. 이를 위해 카페인을 일정하게 증가시킴으로써 조음기관에

미치는 영향을 분석하는 실험을 수행하였다. 실험은 인체 장기의 손상 및 각종 질환에 대한 과거력이 없는 본교에 재학 중인 20대 남성 30명을 대상으로 피 실험자 집단을 구성하였다. 피 실험자 집단을 토대로 평소의 음성을 수집하고 단계별로 일정량의 카페인을 섭취하도록 하여 각 단계별 음성을 수집하였다. 수집된 음성을 기반으로 카페인 섭취량이 증가할 때마다 변하는 음성 분석학적 특징 요소들을 추출하여 카페인 섭취량에 따른 음성 분석 요소의 변화를 분석하는 연구를 수행하였다.

II. $C_8H_{10}O_2N_4$

2.1 $C_8H_{10}O_2N_4$ 의 성분 및 효능

$C_8H_{10}O_2N_4$ 는 커피의 주성분인 카페인으로 알려져 있다. $C_8H_{10}O_2N_4$ 는 브라질의 커피콩에 1~1.5%, 동양의 차 잎에 1~5%, 열대 아프리카의 콜라 열매에 3%, 파라과이의 마테차에 1~2%, 브라질의 구아라나 종자에 3~5% 존재하는 흥분성 성분으로 흰색의 연한 결정이다. 찬물에는 녹기 어렵고 뜨거운 물에는 잘 녹으며 쓴맛이 있다. 녹차 등에서 뜨거운 물로 삼출시켜 타닌 등을 제거하고 단리(單離)할 수 있다. 다이메틸요소·말론산을 출발물질로 하여 화학적으로 합성할 수도 있다. 식물 속에서의 합성은 그 밖의 퓨린 염기와 마찬가지로 글리신·폼산·이산화탄소 등을 재료로 하여 합성된다. 또한, 3개가 존재하는 메틸기는 메싸이오닌에서 유래하고 있으며 $C_8H_{10}O_2N_4$ 의 중요성은 그 약리작용에 있다. 중추신경 흥분제, 호흡흥분제, 강심제, 이뇨제이며, 소량을 사용하면 피로회복의 효력이 있고, 편두통이나 심장병 등에도 쓰인다. 여기에 벤조산나트륨을 가하여 수용성으로 만든 것이 강심제로 알려진 벤조산나트륨 $C_8H_{10}O_2N_4$ 이다. 극약이며 상용량 1회 0.2g, 1일 0.5g, 극량은 1회 0.5g, 1일 1.5g이며 약제 이외에도 금·팔라듐·비스무트 등의 분석시약으로도 사용된다.

$C_8H_{10}O_2N_4$ 는 코코아나 커피열매에 들어 있는 알칼로이드 화합물 중에 nitrogen(질소를 포함하는 물질)성분이다. $C_8H_{10}O_2N_4$ 는 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 이노장애나 피로를 일으키기도 한다. 또한 $C_8H_{10}O_2N_4$ 는 체내에

표 1. $C_8H_{10}O_2N_4$ 1일 섭취 기준량

구 분	1일 섭취기준량
성 인	400mg 이하
임산부	300mg 이하
어린이	체중 1kg 당 2.5mg 이하

서 칼슘과 철분의 흡수성을 떨어뜨려 다량으로 섭취할 경우 골다공증을 일으키거나 빈혈을 일으킬 수 있고, 위산분비를 촉진시켜 위궤양이나 위염을 일으킬 수도 있다. 따라서 공복에 카페인을 든 음료를 마시는 것은 위에 좋지 않은 영향을 줄 수 있다^{4,5)}.

2.2 $C_8H_{10}O_2N_4$ 가 인체에 미치는 영향

통상 뇌세포가 활동을 할 때 분비되는 아데노신 수용체에 아데노신이 반응하면 피로감을 느끼고 졸리고 쉬어야겠다는 생각을 하게 된다. 카페인이 섭취되면서 아데노신 수용체에 $C_8H_{10}O_2N_4$ 가 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 사람에 따라서 커피를 마셔도 졸음을 방지 할 수 없는 사람도 있다⁶⁾. 하지만 $C_8H_{10}O_2N_4$ 를 과다 복용하게 되면 불면증을 유발 할 수 있다. 또한 $C_8H_{10}O_2N_4$ 를 적당량 섭취하게 되면 인체 장기 중 신장에 좋은 영향을 주는데 그 원인은 대장의 결장에 아데노신 수용체가 많이 분포하고 있기 때문이다. 여기서 아데노신 수용체가 이완과 수축사이의 균형유지에 이용되는 신호분자 역할을 하는데 아데노신 수용체를 $C_8H_{10}O_2N_4$ 가 봉쇄하면 이완메시지가 차단된다. 그렇게 되면 결장에서는 수축을 일으키고, 그 영향으로 평활근육은 장연운동이라는 특유의 리듬으로 좀 더 쉽게 수축하게 된다. 따라서 이뇨작용을 촉진하는 작용을 한다. 이뇨작용이 활발해지면 신장에 좋은 영향을 준다. 하지만 운동선수들은 땀을 많이 배출하기 때문에 $C_8H_{10}O_2N_4$ 를 과다 복용하면 이뇨작용이 인체에는 온건하고 무해하나 간혹 탈수를 일으킬 수도 있다.

최근 캐나다 대학의 연구팀은 하루에 4잔 이상 커피를 마시면 하루 1잔 이하로 커피를 마신 사람에 비해 혈중 요산 수치가 훨씬 낮아, 결과적으로 통풍 위험이 줄어들 수 있다는 연구결과를 발표하기도 했다. 또한 600명 이상의 노인들을 대상으로 한 연구결과에서는 하루 3잔의 커피가 기억력과 사고력 감퇴를 막을 수 있다는 결과를 발표했다. 하지만 $C_8H_{10}O_2N_4$ 섭취로 수면 장애, 잦은 소변, 가슴 두근거림, 위장 장애, 안절부절 못함, 지칠 줄 모름, 근육 경련, 신경과민, 흥분, 산만, 안면 홍조 등이 나타나면 $C_8H_{10}O_2N_4$ 중독을 의심해볼 수 있다.

결과적으로 커피 한잔에 들어 있는 $C_8H_{10}O_2N_4$ 함량은 평균 100mg 정도로 하루에 4~5 잔 이상의 커피

를 섭취 하는 것은 몸에 좋지 않은 영향을 준다. 과로 사하는 사람들의 10가지 습관 중 하나가 하루 4잔 이상의 커피 마시기라는 조사 결과가 있다. 또한, 인도 원자연연구소의 조지박사팀은 카페인이 방시능 피해를 막는다는 연구 결과를 발표했다. 조지박사팀은 카페인을 주입시킨 쥐와 그렇지 않은 쥐에 치사량의 방시능을 가한 결과 카페인을 주입시킨 쥐만 생존한다는 연구 결과를 발표하기도 했다. 결론적으로 적당량의 $C_8H_{10}O_2N_4$ 는 우리 몸에 이로운 작용을 할 수 있지만 과다복용을 한다면 우리 몸에 악영향을 줄 수 있다. $C_8H_{10}O_2N_4$ 를 과다 섭취하게 되면 철분의 흡수를 방해하여 골다공증을 유발한다. 또한 환각제와 같은 작용으로 인해서 신경이 날카로워지고, 안절부절 못하게 되며 쉽게 흥분하여 폭력적으로 변할 수 있다⁷⁾.

III. 연구 과정 및 음성학적 분석 요소 적용

3.1 연구 과정 및 방법

본 논문에서는 현대 사회에서 흔히 접하는 기호 식품이면서 해마다 이용량이 증가하고 있는 커피의 주 성분인 $C_8H_{10}O_2N_4$ 가 인체의 조음기관에 미치는 영향을 음성 분석학적 요소 기술의 적용 및 측정값 분석으로 연구를 수행하였다. 이를 위해 건강에 문제가 없는 20대 남성 30명을 대상으로 피 실험자 집단을 구성하였다. 실험 과정은 24시간동안 커피를 섭취하지 않은 상태에서 1단계 음성을 수집하고 2단계부터는 $C_8H_{10}O_2N_4$ 를 250mg씩 섭취하도록 하여 총 5단계 1,000mg까지의 $C_8H_{10}O_2N_4$ 섭취에 따른 음성을 수집하였다.

수집된 음성을 기반으로 각 단계별로 동일한 음성 분석 요소 기술을 적용하여 단계별 측정값을 추출하였다. 추출된 결과값을 통해 $C_8H_{10}O_2N_4$ 의 섭취량이 증가할 때마다 변하는 음성 분석 요소를 도출하고 측정값의 변화 추이를 분석하였다. 최종적으로 분석 결과를 통해 $C_8H_{10}O_2N_4$ 가 인체의 조음기관에 미치는 영향을 통계적으로 분석하여 연구 결과를 도출하였다.

또한, 실험의 정확성을 위해 실험 대상자들에게 실험의 목적을 간단히 설명함으로 화자 내에서는 동일한 목소리로 발음하도록 하였으며 총 실험 대상자는 1 단계부터 5단계까지 각각의 실험 환경에 따라 $C_8H_{10}O_2N_4$ 를 섭취한 후 음성을 수집하였다. 실험 자료 수집과정에서 선천적으로 말을 더듬거나 언어 및 음성성에 대한 장애가 심한 경우, 혹은 실험의 설명과 최대한의 여유를 통해서도 마음의 안정을 갖지 못하

고 불안함을 호소하는 피 실험자는 연구의 정확성을 위해 제외하였다. 전체 연구 과정은 아래 그림 1과 같다.

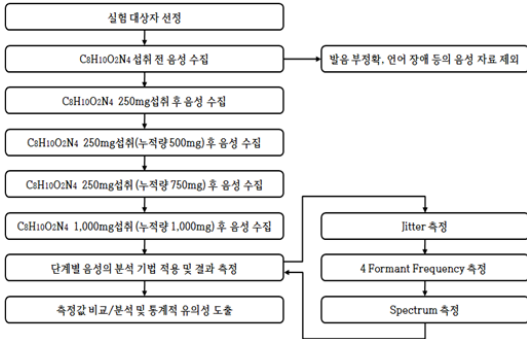


그림 1. 연구 진행 과정도

3.2 음성학적 분석 요소의 적용

3.2.1 성대 진동의 변화를 추출

단위시간 안의 발음에서 성대의 진동인 피치의 변화가 얼마나 많은지를 나타내준다. Pitch Perturbation 이라고도 한다. Momentary pitch period(음성파형 1회 진동)에 대한 Short-term average pitch period(음성파형 3회 진동)길이의 비율이다. 기본주파수 내 진동시간을 백분율로 표시하며, Relative Average Perturbation 측정을 목적으로 Koike 공식으로 산출한다. 정상적인 음성에서는 변화율이 높지 않지만, 성대에 결절이 있거나 암조직이 있으면 변화가 많게 된다. 성대의 질병여부 또는 음성장애의 평가로 Jitter가 1.0% 이상이면 병적인 음성으로 판단하는데 흔히 사용한다. Jitter의 경우 연령의 증가와 상관이 있다는 연구와 연령의 증가와는 상관이 없다는 연구가 모두 공존한다. 또한 Jitter는 진동주파수의 한 주기가 얼마나 변동적인지를 말하여 주는데, 청지각적으로 목 쇠소리와 거친 소리에 관련이 많다^{8,9)}.

$$jitter = \frac{\sum_{i=2}^{N-1} |2T_i - T_{i-1} - T_{i+1}|}{\sum_{i=2}^{N-1} T_i} \quad (1)$$

3.2.2 포먼트 주파수 대역폭 추출

인체 내부에는 소리가 진동할 수 있는 관처럼 생긴 모양의 성도(Vocal track)가 있어 공기가 이 부분을 지날 때 소리가 생성되며 말단(성대, 혀, 이빨, 입술) 등에 의해서 최종음이 발생한다. 이와 같은 성도의 공명을 포먼트(Formant)라 하며 이곳에서 생성되는 파

형을 포먼트 주파수라 한다. 즉, 성도의 공명 특성을 분석하기 위해서 주파수를 띠 영역으로 세밀하게 구분하여 그 속의 에너지의 시간 변화를 나타낸 것을 스펙트로그램(성문, 聲紋)이라 하며 스펙트로그램에서 검게 표현된 곳에 에너지가 큰 것이며 성도에서 공명한 주파수에 해당한다. 이와 같이 음성 분석에 대한 파라미터 중에 에너지가 집중적으로 나타나는 영역에 대한 분석을 수행할 때 포먼트 분석 요소를 사용한다. 포먼트 주파수는 음성 신호의 LPC를 이용해서 추출할 수 있다. LPC는 현재의 출력 음성 신호를 과거의 입력 신호와 과거의 출력 신호와의 선형적 결합에 의해 예측할 수 있다. 이것은 음성발생모델과 연관이 있어서 음성에 관한 특징을 적은 수의 파라미터만으로 표현할 수 있고 정확도와 계산속도면에서도 좋은 성능을 보이고 있다.

즉, 음성의 일정구간을 N개의 표본으로 나누면 음성 신호 $s(1), \dots, s(N)$ 에서 한 시점의 음성 신호 $s(n)$ 을 그 이전 $M(M < N)$ 개의 신호 $s(n-1), \dots, s(n-M)$ 에 의해 다음과 같이 표현할 수 있다. 아래의 식 (1)과 (2)에서 $s(n)$ 은 음성 신호이며 a_i 는 예측계수이고 M 은 예측차수이고 $e(n)$ 은 예측오차를 의미한다^{10,11)}.

$$s(n) = \sum_{i=1}^M a_i s(n-i) + e(n) \quad M+1 \leq n \leq N \quad (2)$$

$$e(n) = \sum_{i=0}^M a_i s(n-i) = s(n) + \sum_{i=1}^M a_i s(n-i) \quad (3)$$

3.2.3 스펙트럼 추출

음성 파형의 복합음을 푸리에 변환시키면 각각의 성분음으로 나타낼 수 있다. 즉, 소리 신호의 파형은 여러 개의 다양한 주파수와 이에 따른 진폭을 갖는 파형으로 각각 분해하여 표현할 수 있다. 이와 같이 소리 신호를 주파수와 진폭의 크기로 표현하는 것이 스펙트럼이다. 사람의 지문이 다르듯이 음성의 지문도 각각 달라지게 되며 지정된 한 시간점에 대해 나타나는 것이 스펙트럼이다.

소리 신호의 스펙트럼은 $a_n \sin(2\pi f_n t)_{n=0,1,\dots,\infty}$ 의 중첩된 파형으로 표현된다. 이와 같이 스펙트럼 인자로서 주파수와 진폭을 동일한 시간 축에 대해 중첩시키면 분해되기 이전의 원래 파형 모양에 근사하게 된다. 이러한 스펙트럼을 구하는 대표적인 방법으로 시간축 상에서의 신호를 주파수 영역에서의 신호로 변환하는 푸리에 변환을 사용한다¹⁸⁾.

IV. 실험 결과 및 분석

본 논문에서는 C₈H₁₀O₂N₄의 섭취량을 250mg단위로 증가시킬 때마다 음성에 미치는 영향을 분석하기 위한 연구를 수행하였다. 이를 위해 음성 분석 요소 적용 및 분석 결과 추출 프로그램은 Praat를 사용하였으며 잡음을 최소화하기 위해 밀폐된 공간에서 본고에 재학생인 20대 초반의 건강한 남성 30명으로 피실험자 집단을 구성하였다.

음성 수집 장치는 Sony ICD-SX67을 사용하였으며 음성 분석 프로그램인 Praat를 사용하여 실험 결과를 측정하였다. C₈H₁₀O₂N₄는 일반적인 자판기 블랙커피 한 잔에 포함된 정도를 측정하여 실험에 적용하였으며 한 잔의 블랙커피에 C₈H₁₀O₂N₄ 함유량이 250mg이기 때문에 섭취 전의 음성을 1단계로 수집하고 각 단계별로 블랙커피를 한 잔씩 섭취하여 총 5단계까지 1,000mg의 C₈H₁₀O₂N₄ 섭취량 증가에 대한 음성의 변화를 측정, 분석하였다. 실험에 사용된 음성 분석 요소로는 단위시간 안의 발음에서 성대의 진동 변화율을 나타내는 Jitter와, 성도의 모양 변화를 연속적으로 볼 수 있는 Spectrum, 조음기관의 열고 닫힘으로 인한 인체 내의 공명음인 Formant 중 4번째 단계 값인 4 Formant Frequency를 적용하여 분석, 실험을 수행하였다. 아래 표 2는 C₈H₁₀O₂N₄의 섭취 전과 각각 250mg, 500mg, 750mg, 1000mg을 섭취한 후의 음성에서 상대진동 변화율인 Jitter값의 변화를 측정된 결과이다. 실험 결과에서 나타나듯이 C₈H₁₀O₂N₄을 250mg을 섭취한 후의 음성이 섭취 전의 음성 보다 93%가 값이 상승하였다. 그리고 500mg을 섭취한 후의 음성은 250mg을 섭취한 후의 음성보다 97%가 값이 상승하였다. 또한, 750mg을 섭취한 후의 음성은 500mg을 섭취한 후의 음성보다 97%가 값이 감소하였다. 마지막으로 1000mg을 섭취한 후의 음성은 750mg을 섭취한 후의 음성보다 100% 값이 감소하였다. 결과적으로 대부분의 피실험자들이 C₈H₁₀O₂N₄을 250mg, 500mg 섭취 하였을 때는 값이 증가하다가 750mg, 1000mg을 섭취 한 후에는 값이 감소하는 실험 결과를 나타내었다. 이러한 결과는 C₈H₁₀O₂N₄을 250mg, 500mg 섭취하면서 성대를 자극하여 긴장시켜 Jitter값을 증가시키지만 750mg, 1000mg로 섭취량을 증가시키면서 성대가 C₈H₁₀O₂N₄에 적응하여 결과값이 감소하는 것으로 분석된다.

또한, 아래 표 3은 C₈H₁₀O₂N₄의 섭취 전과 각각

표 2. C₈H₁₀O₂N₄ 섭취량 증가에 따른 Jitter 변화

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
M11	1.024	1.089	1.105	1.043	0.925
M12	0.684	0.725	0.763	0.702	0.694
M13	0.924	0.954	0.982	0.921	0.918
M14	0.805	0.842	0.871	0.824	0.805
M15	0.718	0.739	0.782	0.728	0.714
M16	1.124	1.150	1.172	1.118	1.102
M17	0.850	0.884	0.905	0.852	0.827
M18	0.925	0.964	0.986	0.920	0.892
M19	1.038	1.067	1.092	1.043	1.016
M20	0.562	0.581	0.614	0.586	0.554
M21	0.483	0.524	0.582	0.605	0.582
M22	0.815	0.828	0.854	0.795	0.783
M23	1.248	1.263	1.306	1.217	1.212
M24	0.921	0.942	0.972	0.928	0.905
M25	0.627	0.648	0.674	0.630	0.618
M26	1.082	1.034	1.068	1.047	1.009
M27	1.380	1.394	1.376	1.374	1.338
M28	0.862	0.905	0.944	0.841	0.824
M29	0.938	0.967	0.983	0.925	0.886
M30	0.645	0.701	0.746	0.682	0.634

250mg, 500mg, 750mg, 1000mg을 섭취한 후의 음성에서 제4포먼트 주파수의 변화를 측정된 결과이다. 실험 결과에서 나타나듯이 C₈H₁₀O₂N₄을 250mg을 섭취한 후의 음성이 섭취 전의 음성 보다 100%가 값이 상승하였다. 그리고 500mg을 섭취한 후의 음성은 250mg을 섭취한 후의 음성보다 97%가 값이 상승하였다. 또한, 750mg을 섭취한 후의 음성은 500mg을 섭취한 후의 음성보다 97%가 값이 감소하였다. 마지막으로 1000mg을 섭취한 후의 음성은 750mg을 섭취한 후의 음성보다 97% 값이 감소하였다. 결과적으로 대부분의 피 실험자들이 C₈H₁₀O₂N₄을 250mg, 500mg 섭취 하였을 때는 값이 증가하다가 750mg, 1000mg을 섭취 한 후에는 값이 감소하는 실험 결과를 나타내

표 3. $C_8H_{10}O_2N_4$ 섭취량 증가에 따른 4 Formant Frequency 변화

4 Formant	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
M11	2861.5	3054.9	3182.4	2964.8	2826.4
M12	3192.4	3275.5	3382.4	3405.1	3342.6
M13	3018.5	3364.5	3452.1	3148.6	3054.2
M14	2961.3	3124.6	3185.8	3092.4	2985.1
M15	3042.8	3264.5	3382.6	3157.3	3072.0
M16	3120.5	3304.5	3385.4	3241.0	3149.5
M17	2952.4	3148.5	3265.3	3094.6	2947.8
M18	3184.6	3305.6	3384.7	3240.6	3182.0
M19	3052.8	3284.6	3296.4	3128.5	3092.4
M20	3093.4	3248.5	3371.4	3192.6	3072.8
M21	3152.8	3253.7	3228.4	3225.9	3134.0
M22	2864.3	3124.6	3248.9	2947.8	2835.7
M23	2982.0	3242.6	3415.0	3127.9	2894.6
M24	3004.5	3186.4	3405.7	2964.8	2897.5
M25	3059.2	3205.8	3242.8	3164.7	3102.4
M26	2948.6	3182.4	3294.5	3205.0	3251.2
M27	3012.4	3204.9	3247.0	3118.5	3024.6
M28	2837.9	2884.6	2935.1	2905.8	2847.3
M29	3158.7	3224.0	3305.8	3264.3	3195.7
M30	3045.8	3141.5	3168.4	3095.2	3062.7

었다. 이러한 패턴은 Jitter 분석 결과와 동일하게 추출된 것으로 $C_8H_{10}O_2N_4$ 을 500mg 섭취할 때까지 자극

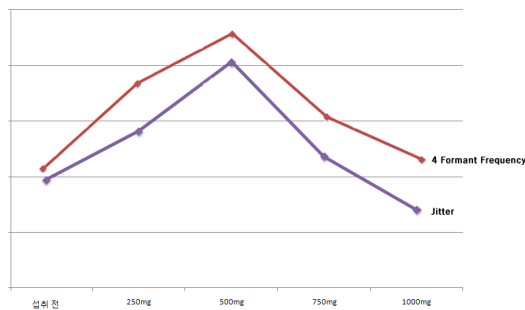


그림 2. Jitter 및 4 Formant Frequency 평균 결과값 변화량

에 의해 4 포먼트 값이 증가하다가 $C_8H_{10}O_2N_4$ 의 적용에 의해 원래의 값으로 감소되는 것으로 분석된다.

마지막으로 아래 그림 3은 M02의 Spectrum 분석 결과 그림이다. 검정색은 $C_8H_{10}O_2N_4$ 을 섭취하기 전의 음성 Spectrum을 나타낸 것이며 붉은색은 $C_8H_{10}O_2N_4$ 250mg을 섭취한 후의 음성 Spectrum이고, 초록색은 $C_8H_{10}O_2N_4$ 500mg을 섭취한 후의 음성 Spectrum을 나타낸 것이다. 마찬가지로 그림 4, 그림 5는 피실험자 M16과 M23의 Spectrum 분석 결과를 나타낸 것이다.

또한, 푸른색은 $C_8H_{10}O_2N_4$ 750mg을 섭취한 후의 음성 Spectrum이며 노란색은 $C_8H_{10}O_2N_4$ 1,000mg을 섭취한 후의 음성 Spectrum을 나타낸 것이다. Spectrum 분석 결과에서 큰 차이를 보이지 않았지만 Jitter 및 제 4 포먼트 주파수 분석 결과와 동일하게 $C_8H_{10}O_2N_4$ 섭취량 500mg까지는 Spectrum의 음압레벨(Sound Pressure Level)이 점차 증가하였다가 이후부터는 점점 감소하는 분석 결과를 나타냈다. 이러한 Spectrum 분석 결과는 전체 피실험자 30명 중에서 83.3%에 해당하는 25명의 개체에서 동일한 Spectrum 분석 파형이 추출되었다.

분석 결과에서 나타나듯이 $C_8H_{10}O_2N_4$ 의 섭취량 500mg까지 Spectrum 음압레벨(Sound Pressure Level)이 증가하다가 이후부터는 주파수 대역이 평균적으로 2,500~3,500Hz 정도의 간격에서 음압레벨(Sound Pressure Level)이 감소되는 것을 알 수 있다.

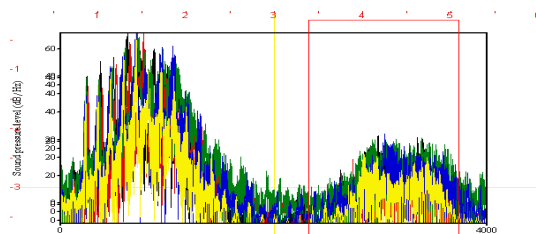


그림 3. M02의 Spectrum 분석 결과

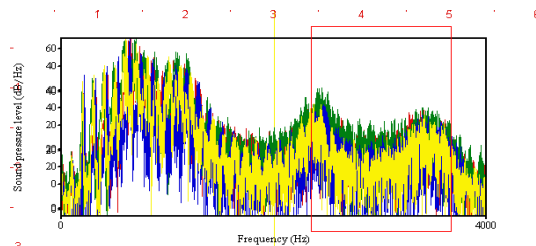


그림 4. M16의 Spectrum 분석 결과

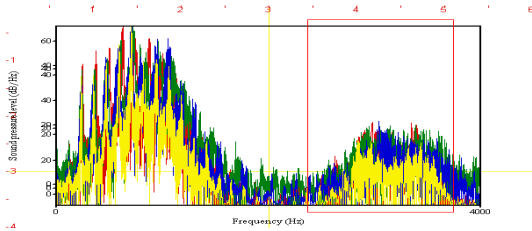


그림 5. M23의 Spectrum 분석 결과

이는 인체 내부에서 발생하는 과정에서 C₈H₁₀O₂N₄의 섭취량 증가로 인해 음성의 압력이 약하게 되는 것으로 분석되며 이로 인해 발음의 정확성도 낮아져 결과적으로 Jitter 분석과 동일한 결과의 상관성이 있다고 볼 수 있다.

V. 결 론

현대 사회에서 스트레스의 증가 및 생활 습관의 변화 등으로 인해 여가 생활시간이 증가하고 있는 실정이다. 이에 따라 많은 현대인들이 잦은 커피 섭취 시간을 갖고 있으며 이로 인해 커피의 주성분인 카페인(C₈H₁₀O₂N₄)의 섭취량도 동시에 늘어나고 있다. 즉, 현대 사회의 특징에 맞는 다양한 커피 종류와 문화적 패턴이 증가하면서 커피 섭취량도 증가하고 있으며 이로 인해 C₈H₁₀O₂N₄도 섭취량이 늘고 있는 실정이다. 기존의 연구에서도 발표되듯이 C₈H₁₀O₂N₄를 적당량 섭취하면 몸에 좋은 영향을 주지만 장시간동안 자주 섭취하게 되면 인체에 악영향을 줄 수 있다.

따라서 본 논문에서는 C₈H₁₀O₂N₄ 섭취량의 증가에 따른 조음기관의 변화를 측정하는 실험을 수행하였으며 이를 위해 음성학적 분석 요소 중 성대 진동 요소 및 공명기관 요소인 Formant와 음압의 변화를 나타내는 Spectrum을 적용한 분석, 연구를 수행하였다.

실험 결과에서 알 수 있듯이 C₈H₁₀O₂N₄ 섭취량이 250mg, 500mg일 때 까지 Jitter, 4 Formant Frequency 및 Spectrum 음압레벨 값이 상승하였으며 750mg부터는 점점 감소하여 원래의 음성 분석 요소값을 나타냈다. 이러한 실험 결과는 C₈H₁₀O₂N₄ 섭취 시 인체의 성대 및 공명 기관에 자극을 주어 이로 인한 긴장감으로 분석 요소값이 상승하다가 750mg 이후부터는 C₈H₁₀O₂N₄ 섭취에 따른 자극에 조음기관이 적응하여 점점 정상적인 분석 요소값을 나타낸 것으로 분석된다. 이와 같은 분석 결과를 기반으로 추후 많은 피실험자들을 대상으로 연구를 지속하여 신빙성 있고

객관화, 정량화된 연구 결론을 도출할 수 있다면 C₈H₁₀O₂N₄의 인체 영향에 적용할 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] 최영심 외 2명, “서울지역 대학생의 커피전문점 이용 실태에 관한 연구,” *한국조리과학회지*, 2009.
- [2] 노진섭, *카페인 중독 - 그 위험한 유혹*, 시사저널, 2010.
- [3] 김봉현, “심장 질환 진단을 위한 포먼트 주파수와 설음간의 상관성 분석에 관한 연구,” *한밭대학교 대학원 박사논문*, 2009.
- [4] 윤지인, “기호음료 속의 카페인에 관한 연구 : 차·커피·코코아를 중심으로,” *원광대학교 석사논문*, 2010.
- [5] 조운정, *커피*, 대원사, 2007.
- [6] 박건영, *수험생의 머리를 좋게하는 음식 61가지*, 연합뉴스, 2010.
- [7] (주)미디어엠, <http://www.mediland.co.kr/>
- [8] 양병곤, *프라트(Praat)를 이용한 음성 분석의 이론과 실제*, 만수출판사, 2003.
- [9] Boone, D. M. & McFarlane, S. C, *The Voice and Voice Therapy(4th ed.)*, Englewood Cliffs, NJ:Prentice Hall, 1988.
- [10] 고도홍, 정옥란, *음성 및 언어 분석기기 활용법*, 한국문화사, 2001.
- [11] 오영환, *음성언어정보처리*, 생능과학출판사, 1998.

김 봉 현 (Bong-hyun Kim)

정회원



2000년 2월 한밭대학교 전자계산학과
 2002년 2월 한밭대학교 전자계산학과 공학석사
 2009년 3월 한밭대학교 컴퓨터공학과 공학박사
 2002년 3월~현재 한밭대학교 외래강사

2005년 9월~현재 충북도립대학교 외래강사

2009년 한국정보처리학회 논문대상 수상

<관심분야> 생체신호분석, 음성처리, 전자상거래

조 동 옥 (Dong-uk Cho)

정회원



1983년 2월 한양대학교 전자공
학과

1985년 8월 한양대학교 전자공
학과 공학석사

1989년 2월 한양대학교 전자통
신공학과 공학박사

1991년~2000년 서원대학교
정보통신공학과 교수

1999년 Oregon State University 교환교수

2000년~현재 충북도립대학교 전자정보계열 교수

2007년 기술혁신대전 대통령 표창 수상

2008년 한국정보처리학회 학술대상 수상

2009년 한국산학기술학회 학술대상 수상

<관심분야> BIT융합기술, 영상 및 음성처리