

## Award Report (국내학술지 부문)

### 음성장애 평가에서 켈스트럼 분석의 임상적 유용성

성균관대학교 의과대학 강북삼성병원

이상혁, 김태환

음성장애(voice disorder)는 일생 동안 평균적으로 약 50%의 인구에서 경험할 정도의 높은 빈도로 발생하며, 장애의 정도가 심하고 지속기간이 길어지게 되면 환자에게 심리적, 사회적으로 많은 어려움을 줄 수 있다. 이러한 음성장애는 만성 후두염, 성대의 양성질환 및 악성종양 등의 다양한 원인에 의해서 발생할 수 있으며 이를 정확하게 진단하고 정량화하기 위한 노력이 계속되어 왔다. 현재 주파수와 연관성을 나타내는 jitter, 진폭과의 연관성을 나타내는 shimmer, noise-to-harmonic ratio 등과 같은 음향 지표가 가장 많이 사용되고 있지만, 이러한 방법들은 음성이 매우 기식적이거나(breathy) 비주기적(aperiodic)이고 기본 주파수를 추적하기 힘든 경우에는 그 신뢰도가 감소하는 단점이 있다. 즉, 기본 주파수의 변화에 의해 많은 영향을 받기 때문에 기본 주파수의 작은 변화에도 변수들의 측정치가 크게 변할 수 있다. 따라서, 이러한 단점을 보완하기 위하여 켈스트럼(cepstrum)을 이용한 검사가 소개되어 여러 연구에서 그 유용성이 증명되었다.

켈스트럼이란 스펙트럼을 로그(log)를 취해 푸리에 변환(Fourier transformation)시켜서 얻은 것이다. 즉, 음성 신호를 디지털 녹음 방식으로 얻은 후 숫자화하여 그래프로 표현하면 x축은 시간(time domain), y축은 진폭인 그래프로 표시되는데,

음성 신호를 푸리에 변형을 한번 시행하면 x축은 주파수(frequency domain), y축은 진폭인 스펙트럼을 얻을 수 있다. 이 스펙트럼을 다시 푸리에 변환하여 얻어진 것이 켈스트럼이고, 이때 x축은  $1/\text{frequency}$ 와 같은 개념인 켈스트럼(quiefren-cy domain)로 표시된다(Fig. 1). 켈스트럼은 기본주파수의 영향을 많이 받는 이전 검사들과는 달리 음성신호의 푸리에 변환 과정을 시행하여 얻어진 기저선(baseline)을 중심으로 값을 측정하기 때문에 중등도 이상의 발성장애에서도 신뢰할만한 결과를 얻을 수 있다. 켈스트럼을 이용한 음성 분석에는 Hillenbrand가 개발한 Cepstral Peak Prominence (CPP)와 Computerized Speech Laboratory (CSL) 프로그램에서 분석하는 Cepstral Mean Value (CMV) 방법이 있지만 CPP를 이용한 음성 분석이 보다 신뢰도가 높은 결과를 보인다(Fig. 2).

일반적으로 발성장애를 평가하기 위한 음성샘플 녹음은 /a/ 모음연장 발성 및 문장검사, 문단검사 등으로 평가를 하게 된다. 임상에서는 모음연장 발성을 가장 많이 사용하는데 이는 개인의 발성습관 및 말의 속도 등에 대해서 비교적 빠르고 객관적인 정보를 얻을 수 있다는 장점이 있기 때문이다. 하지만 /a/ 모음연장 발성만을 이용한 평가는 실제 대화할 때의 동적인 측면을 반영하는데 있어서 충분하지 않으며 기식화된 음성을 분석하는

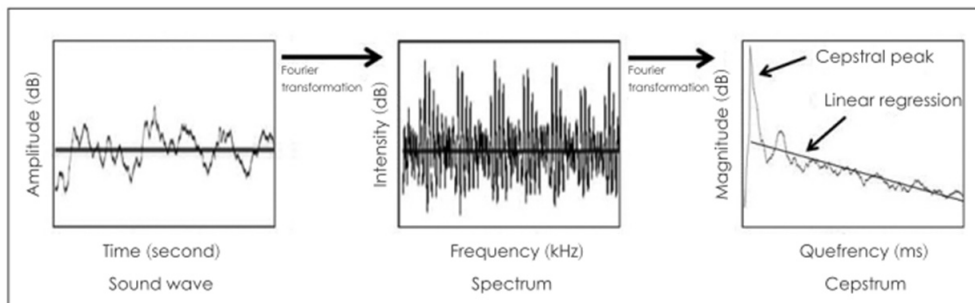


Fig. 1. Voice analysis algorithm of cepstrum. Fourier transformation of simple sound wave to spectrum. And then, cepstrum is produced by Fourier transformation of spectrum.

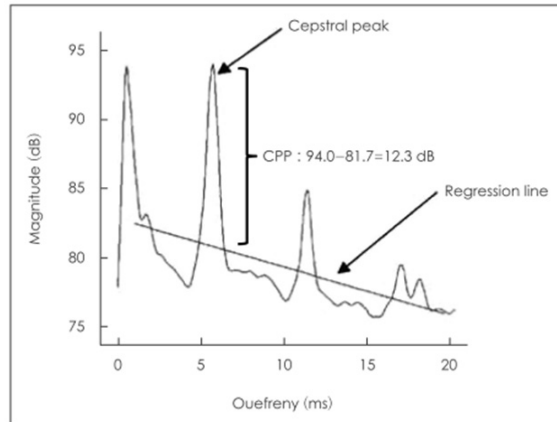


Fig. 2. Cepstral representations of cepstral peak prominence (CPP) and regression line.

것에 있어 문장검사보다는 민감도가 떨어진다는 보고들이 있어 왔다. 반면 문장검사는 일상생활에서의 목소리 평가를 하는데 있어서 더 현실적이며 음성의 시작 및 종결, 기본 주파수, 음의 강도 등의 변이에 대해서 더 효과적으로 평가할 수 있다.

모음연장 발생과 문장검사는 음성평가를 하는데 있어서 각각의 장점을 가지고 있으나 현재까지 이 두 검사간의 유용성에 대한 직접적인 연구는 많지 않으며 특히 캡스트럼 검사에서 두 가지 방법에 따른 검사의 효용성은 아직 많은 연구가 이루어지지 못하였다. 따라서 저자들은 발생장애를 보이는 일측 성대

마비, 성대결절, 성대 폴립 환자에서 캡스트럼 검사의 임상적 유용성과 분석 시 /a/ 모음연장 발생 및 문장검사가 기식적 음성을 얼마나 객관적이고 정량적으로 평가하는지에 대해 비교 분석하였다. 결과적으로 다양한 지표가 함께 사용될 수 있지만 캡스트럼 분석을 통한 CPP 값은 음성장애 환자들의 기식화된 음성의 평가와 정량적인 분석에 유용하게 사용될 수 있는 중요한 검사 방법이라 할 수 있으며, 모음연장 발생검사와 함께 문장검사를 같이 이용하는 것이 발생장애 평가에 보다 유용한 정보를 제공해 줄 수 있을 것으로 평가된다.