



Endolarengal mikrocerrahi uygulanan hastalarda ses kalitesinin akustik ve spektrografik analiz ile değerlendirilmesi

Voice quality assessment via acoustic and spectrographic analysis in patients who had endolaryngeal microsurgery

Dr. Abdullah Onur Göksel, Dr. İlhan Topaloğlu

¹Kastamonu Taşköprü Devlet Hastanesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Kliniği, Kastamonu, Türkiye

²Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Kliniği, İstanbul, Türkiye

Amaç: Bu çalışmada, endolarengal mikrocerrahi uygulanan hastalarda, ses kalitesinde meydana gelen değişiklikler, objektif ses analizleriyle incelendi.

Hastalar ve Yöntemler: Benign vokal kord patolojisi nedeniyle endolarengal mikrocerrahi uygulanan 30 hasta (17 kadın, 13 erkek; ort. yaş 34.3±11.5 yıl; dağılım 17-65 yıl) ve larengal patolojisi bulunmayan 25 kişi (12 kadın, 13 erkek; ort. yaş 28.7±6.6 yıl; dağılım 22-50 yıl) çalışmaya dahil edildi. Ameliyat öncesi ve sonrası hasta grubundan elde edilen ses kayıtları ile kontrol grubu ses kayıtları akustik ve spektrografik olarak analiz edildi. Ses kayıtları için Cool-Edit, ses analizleri için ise Praat yazılımları kullanıldı. Çalışmada elde edilen çeşitli ses parametre bulguları, istatistiksel yöntemlerle karşılaştırıldı.

Bulgular: Ameliyat öncesi ve sonrası akustik analiz bulguları karşılaştırıldığında fundamental frekans parametresi hariç tüm parametrelerde anlamlı derecede fark saptandı. Ameliyat sonrası; S/Z oranı, jitter ve shimmer değerlerinde anlamlı derecede düşüş, buna karşın maksimum fonasyon zamanı, harmonik/gürültü oranı ve şiddet değerlerinde ise anlamlı derecede yükselme saptandı. Fundamental frekans değerinde, anlamlı bir değişiklik saptanmadı. Ameliyat sonrası bulgular ile kontrol grubu bulguları arasında ise anlamlı fark bulunmadı. Fonetik dengeli okuma pasajı kayıtlarına uygulanan, uzun süreli ortalama spektrum analizinde; ameliyat sonrası amplitüd değerlerinin, ameliyat öncesi değerlere oranla anlamlı derecede yükseldiği saptandı.

Sonuç: Akustik ve spektrografik ses analizleri, endolarengal mikrocerrahinin ses kalitesi üzerine olan etkisinin değerlendirilmesinde kullanılabilecek, objektif bilgiler sağlayan yöntemlerdir.

Anahtar Sözcükler: Akustik ses analizi; endolarengal mikrocerrahi; ses kalitesi/analiz/kayıt.

Objectives: In this study, changes in quality of voice in patients who underwent endolaryngeal microsurgery were assessed by objective voice analyses.

Patients and Methods: Thirty patients (17 females, 13 males; mean age 34.3±11.5 years; range 17 to 65 years), who underwent endolaryngeal microsurgery because of benign vocal cord pathology and 25 people (12 females, 13 males; mean age 28.7±6.6 years; range 22 to 50 years), without laryngeal pathology were included in this study. Voice records, which were taken from the patients pre- and postoperatively, and also from the control group, were analyzed acoustically and spectrographically. Cool-Edit software was used for voice recording, and Praat software was used for voice analysis. Parameters, which were obtained in the study, were compared statistically.

Results: When pre- and postoperative acoustic analysis results were compared, it was found out that there was significant difference in all parameters except fundamental frequency. While S/Z ratio, and jitter and shimmer values were significantly decreased postoperatively, maximum phonation time, harmonic/noise ratio, and intensity values were significantly increased. No important changes were detected in fundamental frequency value. Postoperative and control group findings were not significantly different. At long term average spectrum analysis of the phonetically balanced read passage records, postoperative amplitude value was increased significantly, compared to preoperative values.

Conclusion: Acoustic and spectrographic voice analyses are objective methods which can be used to assess effects of endolaryngeal microsurgery on quality of voice.

Key Words: Acoustic voice analysis; endolaryngeal microsurgery; vocal cord; voice quality/analysis/record.

Ses bozuklukları, kişinin sosyal ve mesleki hayatını önemli ölçüde olumsuz etkilemektedir. Kişinin çevresiyle olan iletişimi bozulmakta ve bunun sonucu olarak çeşitli psikolojik sorunlar yaşanmaktadır.

Larenks ve vokal kordlar, ses oluşumunda rol alan önemli anatomik yapılardır. Vokal kordların benign lezyonları, ses bozukluğuna neden olan ve sık görülen bir hastalık grubudur. Bu lezyonlar, en sık ses kısıklığı semptomu ile karşımıza çıkar, ses kalitesinde düşmeye yol açar ve yaşam kalitesini de olumsuz yönde etkilerler. Bu hastalık grubuna; vokal kord nodülleri, vokal kord polipleri, Reinke ödemi, vokal kord kistleri, vokal kord granülomları, glottik sulkus, larengeal web, larengeal papillomatosis gibi lezyonlar örnek teşkil ederler.

Endolarengeal mikrocerrahi, bu lezyonların tedavisinde kullanılan larengeal fizyolojiyi korumaya ve vokal kordların fonatuar fonksiyonlarını normale döndürmeye yönelik bir cerrahidir. Cerrahi tedavi sonrası ses kalitesinde meydana gelen değişiklikler, sesin akustik ve spektrografik analizleriyle objektif olarak değerlendirilebilir.

Çalışmamızda, benign vokal kord lezyonları nedeniyle endolarengeal mikrocerrahi uygulanan hastaların, cerrahi öncesi ve sonrası ses kayıtları yapılmış, bu kayıtlara akustik ve spektrografik analizler uygulanmış ve endolarengeal mikrocerrahinin, ses kalitesinde meydana getirdiği değişiklikler objektif yöntemlerle incelenmiştir.

HASTALAR VE YÖNTEMLER

Bu çalışma, Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kulak Burun Boğaz Kliniği'nde, Aralık 2005-Aralık 2006 tarihleri arasında gerçekleştirildi. Ses kısıklığı yakınması ile kliniğimize başvuran hastalar incelendi. Her hastadan ayrıntılı bir öykü alınarak, genel fizik muayenelerinden sonra rutin kulak burun boğaz muayeneleri yapıldı. İndirekt larengoskopi sonrası 70 derece rijit endoskop ile larengoskopik incelemeleri yapıldı ve benign vokal kord patolojisi saptanan 30 hasta (17 kadın, 13 erkek; ort. yaş 34.3±11.5 yıl; dağılım 17-65 yıl) çalışmaya dahil edildi. Çalışmaya kontrol grubu olarak, sesiyle ilgili herhangi bir yakınması olmayan ve indirekt larenks muayenesinde ve 70 derece endoskopik larenks muayenesinde herhangi bir patolojiye rastlanmayan 25 kişi (12 kadın, 13 erkek; ort. yaş 28.7±6.6 yıl; dağılım 22-50 yıl) dahil edildi. Hasta ve kontrol gruplarındaki tüm bireylere yapılacak işlemler hakkında bilgi verilerek gerekli etik izinleri alındı.

Tümü çeşitli derecelerde ses bozukluğu yakınması ile başvuran, hasta grubunun muayenesinde, 21 hastada vokal polip, beş hastada vokal nodül, iki hastada vokal kord kisti ve iki hastada da polipoid Reinke ödemi saptandı. Patolojilerin tümü, vokal kordların serbest kenarlarında yerleşti.

Tüm hastalara genel anestezi altında, endolarengeal mikrocerrahi uygulandı ve ameliyatlar tek bir cerrah tarafından mikroskop eşliğinde, mikrocerrahi aletler yardımıyla yapıldı. Cerrahi işlemler, vokal kordların serbest kenarlarına uygulanarak, benign lezyonların basit eksizyonu şeklinde gerçekleştirildi. Ameliyat sonrası hastaların takipleri ikinci, dördüncü ve sekizinci haftalarda yapıldı. Ameliyat sonrası hiçbir olguda iyileşme sorunu yaşanmadı.

Tüm hastaların, ameliyat öncesi ve sonrası dördüncü haftada ses kayıtları ve ses analizleri yapıldı. Kayıtlar için, kliniğimiz odyometri laboratuvarındaki ses yalıtımlı bir oda, Intel Celeron (2000 GHz) işlemcili bir bilgisayar (Intel Celeron 2200 Mission College Blvd.Santa Clara, CA USA), Sound Blaster Audigy 7.1 ses kartı ve ağızdan 5 cm uzaklıkta Shure SM58 mikrofon kullanıldı.

Her hastanın, derin bir inspiryum sonrası çıkartabildiği maksimum /a/ sesi, yine derin bir inspiryum sonrası çıkartabildiği /s/ ve /z/ sesleri kaydedildi. Akustik analiz için 3 sn süreli düz /a/ sesi kaydedildi. Ayrıca hastalara, "Diyet" pasajının (Ömer Seyfettin), belirli bir kısmı*, 40 sn süre ile okutuldu ve kaydedildi. Kontrol grubuna da aynı kayıtlar uygulandı. Kayıtlar, Cool-Edit Pro 2.1 Demo dijital ses kayıt programı kullanılarak, 44.100 Hz örnekleme hızı ve 16 bit amplitüd değerinde, "wav" dosyası formatında bilgisayara kaydedildi. Ameliyat öncesi ve sonrası ses kayıtlarının amplitüdüleri mümkün olduğunca sabit tutuldu.

**Çalışmamızda kullandığımız "Diyet" pasajının kısmı: Dar kapısından başka aydınlık girecek hiçbir yeri olmayan dükkanında, tek başına, gece gündüz, kıvılcımlar saçarak çalışan Koca Ali, tıpkı kafese konmuş terbiyeli bir aslanı andırıyordu. Uzun boylu, iri pençeli, kalın pazulu, geniş omuzlu bir pehlivanı. On yıldır bu karanlık in içinde ham demirden dövdüğü kılıç namluları bütün Anadolu'da, bütün Rumeli'de, sınır boylarında büyük bir ün kazanmıştı. Hatta İstanbul'da bile yeniçeriler, satın alacakları kamaların, saldırmalarının, yatağanların üstünde «Ali Usta'nın işi» damgasını arıyorlardı.*

Tablo 1. Ameliyat öncesi ve sonrası akustik analiz bulgularının istatistiksel olarak karşılaştırılması

| Parametreler | Ameliyat öncesi (n=30) | Ameliyat sonrası (n=30) | p |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|--------|
| | Ort.±SS | Ort.±SS | |
| Maksimum fonasyon zamanı | 7.6±2.3 | 15.9±4.4 | <0.001 |
| S/Z | 1.6±0.4 | 1.0±0.2 | <0.001 |
| Ortalama temel frekans | 192.3±61.0 | 187.2±59.6 | >0.05 |
| Jitter | 1.6±1.3 | 0.4±0.3 | <0.001 |
| Shimmer | 7.5±3.8 | 1.9±1.0 | <0.001 |
| Harmonik/gürültü oranı | 14.2±4.1 | 24.7±3.1 | <0.001 |
| İntensite | 67.0±7.7 | 74.6±5.7 | <0.001 |

Ort.±SS: Ortalama standart sapma; S/Z: Bir nefeste maksimum çıkartılabilecek /s/ sessiz harfi süresinin, /z/ sessiz harfi süresine oranı.

Akustik ve spektrografik analizler için, Praat (4.4.13) yazılımı kullanıldı. Öncelikle derin inspiryum sonrası kaydedilen /a/ sesi ile maksimum fonasyon zamanı (MFZ), /s/ ve /z/ seslerinin süreleri birbirine oranlanarak S/Z oranı hesaplandı. Kaydedilen 3 sn süreli /a/ sesinin akustik analizi bu yazılım kullanılarak yapıldı. Akustik analizde; ortalama temel frekans (Fo), ortalama şiddet, jitter (%), shimmer (%), harmonik/gürültü oranı (HGO) parametreleri ölçüldü.

Kontrol grubuna ve ameliyat öncesi ve sonrası hasta grubuna okutulan "Diyet" pasajı kayıtları, Praat yazılımı ile uzun süreli ortalama spektrum (USOS) analizi ile değerlendirildi. Uzun süreli ortalama spektrum analizinde, pasaj kayıtlarının toplam frekans aralığındaki (0-5000 Hz) ortalama amplitüd değerleri (desibel cinsinden ortalama enerji), yine bu yazılım yardımıyla hesaplandı.

Elde edilen ameliyat öncesi, ameliyat sonrası ve kontrol grubu parametreleri, Graphpad Prism 3.0 (GraphPad Software, USA) bilgisayar yazılımı kullanılarak istatistiksel yöntemlerle karşılaştırıldı. Hasta

grubunun ameliyat öncesi ve sonrası parametrelerinin (MFZ, S/Z oranı, Fo, Jitter ve Shimmer skorları ile HGO, şiddet ve USOS analizi değerleri) karşılaştırılması için, Paired two tailed Student t-testi, ameliyat sonrası ve kontrol grubu parametrelerinin (MFZ, S/Z oranı, Fo, Jitter ve Shimmer skorları ile HGO, şiddet ve USOS değerleri) karşılaştırılması için, un-Paired two tailed Student t-testi kullanıldı.

BULGULAR

Ameliyat öncesi ve sonrası akustik analiz bulgularının karşılaştırılması sonucunda, Fo parametresi hariç tüm parametrelerde anlamlı fark saptandı (Tablo 1). Ameliyat sonrası; S/Z oranı, jitter ve shimmer değerlerinde anlamlı derecede düşüş, buna karşın MFZ, HGO ve şiddet değerlerinde ise anlamlı derecede yükselme saptandı. Ameliyat sonrası Fo değerinde ise anlamlı bir farklılık saptanmadı.

Ameliyat sonrası akustik analiz bulguları ile kontrol grubu akustik analiz bulguları karşılaştırıldığında, tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (Tablo 2).

Tablo 2. Ameliyat sonrası ve kontrol grubu akustik analiz bulgularının istatistiksel olarak karşılaştırılması

| Parametreler | Ameliyat sonrası (n=30) | Kontrol grubu (n= 25) | p |
|--------------------------|-------------------------|-----------------------|-------|
| | Ort.±SS | Ort.±SS | |
| Maksimum fonasyon zamanı | 15.9±4.4 | 17.1±3.0 | >0.05 |
| S/Z | 1.0±0.2 | 1.0±0.2 | >0.05 |
| Ortalama temel frekans | 187.2±59.6 | 184.3±68.6 | >0.05 |
| Jitter | 0.4±0.3 | 0.4±0.2 | >0.05 |
| Shimmer | 1.9±1.0 | 1.9±0.7 | >0.05 |
| Harmonik/gürültü oranı | 24.7±3.1 | 22.7±3.2 | >0.05 |
| İntensite | 74.6±5.7 | 72.0±5.8 | >0.05 |

Ort.±SS: Ortalama standart sapma; S/Z: Bir nefeste maksimum çıkartılabilecek /s/ sessiz harfi süresinin, /z/ sessiz harfi süresine oranı.

Tablo 3. Uzun süreli ortalama spektrum analizinden elde edilen amplitüdlerin ortalama değerleri

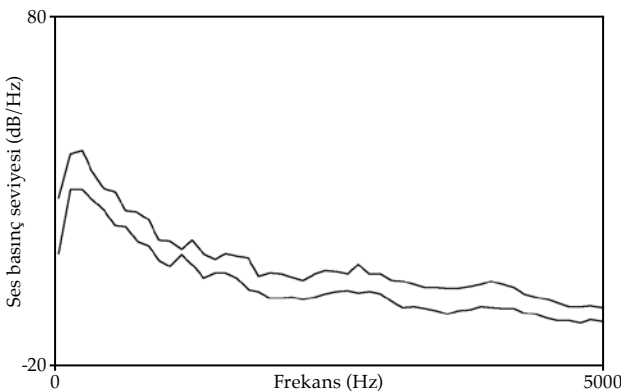
| Parametreler | Minimum | Maksimum | Ort.±SS |
|---|---------|----------|----------|
| Ameliyat öncesi USOS (0-5000 Hz ortalama enerji) | 14.10 | 31.00 | 22.8±5.1 |
| Ameliyat sonrası USOS (0-5000 Hz ortalama enerji) | 20.40 | 33.20 | 27.6±4.0 |
| Kontrol grubu USOS (0-5000 Hz ortalama enerji) | 22.00 | 32.50 | 26.6±2.6 |

Ort.±SS: Ortalama standart sapma; USOS: Uzun süreli ortalama spektrum analizi.

Spektrografik analizde, hasta grubunun ameliyat öncesi ve sonrasında uygulanan USOS analizinden elde edilen, toplam frekans aralığındaki (0-5000 Hz) ortalama amplitüd (desibel cinsinden ortalama enerji) değerleri karşılaştırıldı. Ameliyat öncesi ve sonrası değerler ile kontrol grubu USOS amplitüd değerleri Tablo 3’de gösterilmiştir.

Uzun süreli ortalama spektrum analizinde; ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası değerler arasında ($p<0.001$) ve ameliyat öncesi değerler ile kontrol grubu değerleri arasında da istatistiksel açıdan anlamlı fark ($p<0.01$) bulundu. Ameliyat sonrası değerler ile kontrol grubu değerleri arasında ise anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$).

“Diyet” pasajı kayıtlarından elde edilen USOS analizinden elde edilen istatistiksel sonuçlara göre, hasta grubumuzda özellikle ameliyat sonrası tüm frekansların amplitüd değerlerinde, ameliyat öncesine nazaran anlamlı bir yükselme saptandı (Şekil 1). Bu bulgu, ses kalitesindeki artışın objektif ve önemli bir göstergesi olarak kabul edilebilir.



Şekil 1. Vokal kord polipli bir hastanın, ameliyat öncesi ve sonrası olarak kaydedilen “Diyet” pasajından elde edilmiş USOS şekilleri. Altteki çizgi ameliyat öncesi USOS’yi, üstteki çizgi ise ameliyat sonrası USOS’yi göstermektedir. Ameliyat sonrası USOS amplitüd değerleri, şekilde görüldüğü gibi tüm frekanslarda önemli oranda yükselmiştir.

TARTIŞMA

Objektif ses analizi ile sesin çeşitli parametreleri değerlendirilebilir. Bu parametreler son yıllarda ses bozukluklarının incelenmesinde, medikal ve cerrahi sonuçların değerlendirilmesinde sıkça kullanılmaktadır. Sesin objektif değerlendirilmesinin en önemli bölümü sesin kaydedilmesidir. Bu kayıt sırasında mikrofonun cinsi, dudağa olan uzaklığı ve açısı önem taşımaktadır. Belli bir standardizasyonun sağlanması için aynı harfler ve pasaj kullanılmalıdır.^[1]

Vokal kordların benign lezyonları; organik disfonilerin en önemli nedenlerindedir. Bu lezyonlar, vokal kord mukozal vibratuvar dalga paternini bozarak veya tam olmayan glottik kapanmaya neden olarak ya da her iki faktörün kombinasyonu ile türbülans hava akımı ve gürültü enerjisi oluşturarak, çeşitli derecelerde ses kısıklığına yol açmaktadırlar.^[2,3]

Mikrolarengocerrahinin klinik endikasyonları, günümüzde çeşitli lezyonların eksizyonundan, larengeal paralizilere yaklaşıma kadar oldukça genişlemiştir. Larengeal mikrocerrahide amaç, normal larengeal fizyolojiyi korumaktır. Cerrahi uygulama sırasında, yüzeysel yapılara dikkat edilmesi, dokuların minimal eksizyonu, lamina proprianın süperfisyel tabakasının minimal hasarlanması amaçlanmalıdır.^[4,5]

Maksimum fonasyon zamanı, larengeal fonksiyonun değerlendirilmesinde basit ve yararlı bir yöntemdir. Erkeklerde ortalama 22-34 sn, kadınlarda 16-25 sn arasındadır. Çalışmamızda, ameliyat öncesi dönemde hastalarda önemli oranda kısalmış olan maksimum fonasyon zamanı değerleri, mikrocerrahi sonrası anlamlı derecede yükseldi ve kontrol grubu değerlerine yaklaştı.

S/Z oranı; bir nefeste maksimum çıkartılabilecek /s/ sessiz harfi süresinin, /z/ sessiz harfi süresine oranı demektir. S/Z oranı larengeal kapağın yeterliliğini ölçmede faydalıdır. Normal değeri 1-1.4 oranındadır. Vokal kord vibrasyonunun bozulduğu veya glottik kapanmanın tam olmadığı durumlarda Z süresinin kısalması ve dolayısıyla S/Z oranının

artması beklenir. Uygulanan tedavi sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılır.^[6,7] Çalışmamızda, ameliyat öncesi S/Z oranında kontrol grubuna nazaran önemli oranda yükseklik var iken, ameliyat sonrası dönemde bu oranda anlamlı derecede düşüş saptandı.

Akustik ses parametrelerinin ölçümünün de, objektif ses analizinde önemli bir yeri vardır. Çalışmamızda, Fo, jitter, shimmer, harmonik/gürültü oranı, ortalama şiddet parametreleri kullanıldı.

Fo, vokal kordların bir saniyedeki titreşim sayısıdır. Hertz olarak ölçülür. Çalışmamızda Fo parametresi değerlerinde, ameliyat sonrası dönemde herhangi bir değişiklik saptanmadı.

Jitter ve Shimmer; vokal kordların vibrasyonlarındaki varyasyonları ifade eden pertürbasyon ölçümleridir. Frekans pertürbasyon parametresi jitter olarak adlandırılır. Amplitüd pikleri arasındaki periyodik varyasyona ise shimmer adı verilir. Bu iki parametre ses analizinde sık kullanılır ve ses hastalığı olanlarda bu değerler genellikle artmış olarak bulunur.^[8,9] Ameliyat sonrası, jitter ve shimmer değerleri önemli oranda yüksek olmasına karşın, bu dönemdeki ölçümlerde her iki parametrede de anlamlı derecede düşüş meydana geldi ve normal değerler elde edildi.

Kompleks bir seste temel frekansın tam katları, harmonikleri oluşturur. Frekansı Fo'nun tam katı değil ise gürültü olarak değerlendirilir. Gürültü komponenti, glottisin vibratuvar siklus sırasında tam kapanmamasına bağlı olarak türbülant hava akımının oluşmasından veya glottisin düzensiz vibrasyonundan kaynaklanır. Frekansını Fo ve harmoniklerinin oluşturduğu ses enerjisinin, gürültü frekanslarındaki ses enerjisine oranına harmonik/gürültü oranı denir. Harmonik/gürültü oranı disfoni ile ilişkilidir.^[10,11]

Harmonik/gürültü oranı, ameliyat sonrası dönemde, ameliyat öncesi değerlere oranla anlamlı derecede yükseldi. Yumoto,^[12] sabit harmonik komponentli bir akustik enerjinin, gürültüye oranını, patolojik sesin derecesinin pratik bir indeksi olarak tanımlamış ve harmonik/gürültü oranı parametre ölçümünün, tedavi sonuçlarının etkinliğinin değerlendirilmesinde oldukça faydalı olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda harmonik/gürültü oranının ameliyat sonrası yükselmiş olması, bunun iyi bir göstergesidir. Ortalama şiddet değeri de, ameliyat sonrası hafif derecede yükselme gösterdi. Şiddet değerinin yükselmesi, ameliyat sonrası

dönemde patolojinin düzelmesiyle daha net ve gür bir ses oluşumu ile ilişkilidir.

Literatürde bildirilen çeşitli çalışmalar ile sonuçlarımız benzerlikler göstermektedir. Uloza^[13] ile Uloza ve ark.nın^[14] yaptıkları çalışmalarda, endolarengeal fonomikrocerrahi ile jitter, shimmer ve NNE (Normalized noise energy) değerlerinde önemli derecede düşüş gerçekleştiğini, Fo değerlerinde ise herhangi bir değişim olmadığını saptamışlar ve bu ölçümlerin vokal kord fonksiyonlarını, klinik olarak değerlendirmede ve hastaların bulgularının normal değerlerle karşılaştırılmasında yararlı olduğunu bildirmişlerdir.^[13,14]

Dursun ve ark.^[15] çalışmalarında vokal kord poliplerinde endolarengeal mikrocerrahi sonrası jitter, shimmer ve HGO gibi objektif ses parametrelerinde düzelleme saptamışlar ve akustik analizlerin, vokal polipli hastalara uygulanan endolarengeal mikrocerrahinin etkinliğini göstermede objektif bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir.

Zhang ve ark.^[16] ise, vokal poliplerin cerrahi eksizyonu sonrasında jitter parametresi değerlerinde anlamlı bir düşüş meydana geldiğini, shimmer parametresi değerlerinde ise önemli bir değişiklik oluşmadığını belirtmişlerdir.

Sesin spektrografik değerlendirilmesi de bize bir takım yararlı bilgiler sağlamıştır. Uzun süreli ortalama spektrum; spektrogramdaki her frekansa karşılık gelen enerjiyi gösterir. Bu yöntemle, spektrogramlarda frekanslara karşılık gelen veya çeşitli frekans değerleri arasındaki ortalama enerjiler hesaplanabilir. Uzun süreli ortalama spektrum ile bir okuma pasajının veya şarkının analizi yapılabilir. Uzun süreli ortalama spektrum analizi, konuşma veya şarkı söylemeyle ilişkili sesin spektrografik özelliklerinin değerlendirilmesinde önemli bilgiler sağlar. Ayrıca çeşitli ses hastalıklarının, disfonilerin tedavi öncesi ve sonrası spektrografik değişikliklerinin saptanmasında kullanılabilir.^[17,18]

Uzun süreli ortalama spektrum ile yaptığımız konuşma analizinde, spektrogramdaki toplam (0-5000 Hz) arasındaki ortalama enerji değerleri karşılaştırıldı. Bu karşılaştırma sonucunda ameliyat sonrası ortalama enerji değerlerinde anlamlı bir yükselme saptandı. Bu yükselmede, ameliyat sonrasında hastaların seslerinde meydana gelen şiddet artışının bir payı olsa da, bu incelemede daha çok, konuşma sesini değerlendirmeyi amaçladığımız için USOS analizinden elde ettiğimiz sonuçlar,

ameliyat sonrası ses kalitesindeki artışın önemli bir göstergesi olarak kabul edildi.

Sonuç olarak, akustik ve spektrografik ses analizleri, ameliyat öncesi ve sonrası sesin değerlendirilmesinde ve mikrocerrahinin ses kalitesi üzerine olan etkisinin gösterilmesinde, objektif bilgiler sağlayan yöntemlerdir.

KAYNAKLAR

1. Öğüt F. Ses analiz yöntemleri. T Klinikleri KBB 2002; 2:18-21.
2. Dikkers FG, Sulter AM. Suspension microlaryngoscopic surgery and indirect microlaryngostroboscopic surgery for benign lesions of the vocal folds. J Laryngol Otol 1994;108:1064-7.
3. Shoji K, Regenbogen E, Yu JD, Blaugrund SM. High-frequency power ratio of breathy voice. Laryngoscope 1992;102:267-71.
4. Giovanni A, Revis J, Triglia JM. Objective aerodynamic and acoustic measurement of voice improvement after phonosurgery. Laryngoscope 1999;109:656-60.
5. Nawka T, Hosemann W. Surgical procedures for voice restoration. GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg 2005;4:1-22.
6. Eckel FC, Boone DR. The S/Z ratio as an indicator of laryngeal pathology. J Speech Hear Disord 1981; 46:147-9.
7. Satar B, Tosun F, Ertaş İ, Özkaptan Y. Vokal disfonksiyonun spektrumu. T Klinikleri KBB 2002;2:9-12.
8. Cox NB, Morrison MD. Acoustic analysis of voice for computerized laryngeal pathology assessment. J Otolaryngol 1983;12:295-301.
9. Gonzalez J, Carpi A. Early effects of smoking on the voice: a multidimensional study. Med Sci Monit 2004; 10:649-56.
10. Makeieff M, Barbotte E, Giovanni A, Guerrier B. Acoustic and aerodynamic measurement of speech production after supracricoid partial laryngectomy. Laryngoscope 2005;115:546-51.
11. Woodson GE, Cannito M. Voice analysis. In: Cummings CW, Fredrickson JM, Harker LA, Krause CJ, Schuller DE, editors. Otolaryngology head and neck surgery. 3rd ed. St. Louis: Mosby Year Book; 1998. p. 1876-86.
12. Yumoto E. The quantitative evaluation of hoarseness. Arch Otolaryngol 1983;109:48-52.
13. Uloza V. Effects on voice by endolaryngeal microsurgery. Eur Arch Otorhinolaryngol 1999;256:312-5.
14. Uloza V, Saferis V, Uloziene I. Perceptual and acoustic assessment of voice pathology and the efficacy of endolaryngeal phonosurgery. J Voice 2005;19:138-45.
15. Dursun G, Ertürk A, Kılıç MA. Vokal fold poliplerinde endolarengeal mikrocerrahinin ses üzerindeki etkisi. T Klinikleri KBB 2002;2:78-83.
16. Zhang Y, McGilligan C, Zhou L, Vig M, Jiang JJ. Nonlinear dynamic analysis of voices before and after surgical excision of vocal polyps. J Acoust Soc Am 2004;115:2270-7.
17. Tanner K, Roy N, Ash A, Buder EH. Spectral moments of the long-term average spectrum: sensitive indices of voice change after therapy? J Voice 2005;19:211-22.
18. White P. Long-term average spectrum (LTAS) analysis of sex- and gender-related differences in children's voices. Logoped Phoniatr Vocol 2001;26:97-101.