

Ses Kısıklığının Ses Spektrografisi İle Objektif Değerlendirilmesi

Objective Evaluation of Hoarseness Using Voice Spectrography

Dr. Gürsel DURSUN, Dr. Aydan KARAMÜRSEL, Ody. Işıl SATI
Ankara Üniv. Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı

ÖZET

Günlük hayatta larengologlar tarafından, ses kısıklığının objektif olarak ölçümüne ihtiyaç duyulmakta ve aynı zamanda tedavi sonuçlarını değerlendirmek ve karşılaştırmak için bir skalanın oluşturulması istenmektedir. Sesin spektrografik analizi; ses kısıklığının derecesinin görsel olarak değerlendirilmesinde yararlı olmaktadır.

Bu çalışmada, kısık seslerde yer alan harmonik bileşenlerle bunlara ilaveten yer alan gürültü bileşenlerindeki değişiklikler, spektrografik analizler eşliğinde tartışılmıştır.

Spektrografik analizler; 14'ü vokal fold nodülü, 30'u vokal fold polipi, 4'ü vokal fold kisti, 2'si vokal fold hemorajisi, 10'u Reinke ödemi ve 16'sı kas gerilim disfonisi olan toplam 76 hastaya uygulanmıştır. Ses örnekleri tedaviden önce ve tedaviden 3 hafta sonra kaydedilerek, multispeech software ses analiz programı ile analiz edilmiştir.

Spektrogramda ses kısıklığının derecesi arttıkça, gürültü bileşeninin artarak harmonik yapının yerini aldığı görüldü. Bu nedenle, gürültü bileşenlerinin belirginleşmesi ve harmonik yapıdaki değişiklikler, ses kısıklığıyla ilişkili önemli faktörlerdir.

Spektrografik analizler, larengologlar için, kısık sesin objektif olarak değerlendirilmesinde oldukça yararlı bir yöntem olarak kabul edilmelidir.

Anahtar Kelimeler

Ses kısıklığı, ses analizleri, spektrografi, gürültü ve harmonik bileşenler

ABSTRACT

In daily life, an objective measurement of hoarseness is needed by the laryngologists. It is also required to develop a scale for evaluating and comparing the results of treatment. Sound spectrographic analysis has been useful in visually evaluating the degree of hoarseness.

In this study ; the changes of harmonic components and the additional noise components in hoarse voices are discussed by using spectrographic analysis.

Spectrographic analysis were carried out in a group of 76 patients including 14 with vocal nodules, 30 with vocal polyps, 4 with vocal cysts, 2 with vocal hemorrhage, 10 with Reinke's edema, 16 with muscle tension dysphonia. Voice samples were recorded and analyzed by multispeech voice analysis software programme, before and three weeks after the treatment.

When the degree of hoarseness increases, the noise component appears to a greater degree and predominate the harmonic structure in the spectrogram. Therefore appearance of noise components and changes of harmonic structures are significant factors related to the hoarseness.

Spectrographic analysis should be considered as a useful method for the laryngologists, in the objective evaluation of the hoarse voices .

Keywords

Hoarseness, voice analysis, spectrography, noise and harmonic components.

Çalışmanın yapıldığı klinik(ler): **Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Ankara**
Çalışmanın Dergiye Ulaştığı Tarih: **23.10.2003** Çalışmanın Basıma Kabul Edildiği Tarih: **25.12.2003**

Yazışma Adresi

Dr. Gürsel DURSUN

Turgut Reis Caddesi ; 16/8 06580 Mebusevleri, Ankara E-mail: dursung@superonline.com

GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesi ve bu gelişmenin tıp alanına yansımalarıyla, ses hastalıklarının tanı ve tedavi yöntemlerinde büyük ilerlemeler sağlanmıştır. Günümüzde konuşma sesinin detaylı incelenmesinde akustik analizlerden yararlanılmaktadır. Akustik dalgaları en temel bileşenlerine ayıran ses spektrografisi; konuşmanın harmonik ve gürültü özellikleri hakkında bilgi veren ve konuşma sesinin akustik özelliklerinin analizini sağlayan bir tanı yöntemidir (8,11).

Ses spektrografisi ile oluşturulan traseye “spektrogram” adı verilir ve ses kaynağı tarafından oluşturulan enerjinin grafik halinde gösterilmesinden ibarettir (4). Ses spektrografisi; sesin “frekans”, “süre” ve “şiddet” özelliklerini gösterir. Bu sayede insan sesinin fonasyon, artikülasyon ve rezonans kaliteleri hakkında bilgi edinilir. Spektrogramda horizontal eksen “zaman”, vertical eksen ise “frekans” gösterir. Trasede izlenen griden siyaha doğru olan renk farklığı, ses şiddetindeki değişiklikleri ifade eder (2).

Spektrografi; özellikle ses kısıklığının değerlendirilmesinde ve tedavi öncesi ile sonrası bulguların kıyaslanmasında objektif veriler sağlar. Bu çalışmamızda; ses kısıklığı olan hastaların tedavi öncesi ve sonrasında ses kayıtları alınarak, spektrografik analizleri yapılmıştır. Bu analizlerin, tedavinin etkinliğini objektif olarak göstermedeki değeri anlatılmak istenmiştir.

YÖNTEM ve GEREÇLER

Bu çalışmada; Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Kliniği'ne ses kısıklığı şikayetiyle başvuran 76 hasta incelenmiştir. Bu hastaların tedavisinde medikal, cerrahi ve ses terapisi yöntemleri tek ya da kombine olarak uygulanmıştır. Hastaların ayrıntılı anamnezi alınarak, genel fizik muayeneleri ve KBB muayeneleri yapıldı. Daha sonra indirek larengoskopi ve videolarengostroboskopi (VLS) muayeneleri ile hastalardaki mevcut bulgular değerlendirildi.

Tüm hastaların sesleri tedaviden 1 hafta önce ve tedaviden 3 hafta sonra, ses yalıtımlı bir odada, Philips SBC ME400 mikrofon kullanılarak Kay Elements MDVP programında kaydedildi. Bu kayıt sırasında her hastanın /a/ sesi ile uzun bir fonasyon yapımları sağlandı. Ses sinyallerinin dalga formu gö-

rüntüldü. FFT (Fast Fourier Transformer) tekniği ile Multispeech programında, 11.025 Hz.'lik örnekleme oranı kullanılarak spektrografik analizler yapıldı. Ses kaydı ile spektrografik analizler; Pentium II (200 MHz) işlemcili bir bilgisayar, Sound Blaster Live Value ses kartı kullanılarak yapıldı.

Ses hastalıklarında görülen ses kısıklığının derecesi, Yanagihara sınıflandırmasında kullanılan özellikler temel alınarak değerlendirildi. Buna göre spektrogramda ses kısıklığını vurgulayan temel akustik faktörler; a) gürültü bileşenlerinin mevcudiyeti, b) harmonik bileşenlerin kaybı, c) temel frekandaki aperioidite (15). Yanagihara sınıflandırması ile spektrogramlar 4 tipte incelenir.

Tip 1: Düzgün harmonik bileşenlerin arasında gürültü bileşenleri karışmaktadır.

Tip 2: İkinci formantlarda gürültü bileşenleri, harmonik bileşenlere baskın gelmiştir ve yüksek frekanslarda (3000 Hz ve üzeri) az miktarda gürültü bileşenleri yer almaktadır.

Tip 3: İkinci formantlar tamamen gürültü bileşenleriyle yer değiştirmiştir. Yüksek frekanslardaki gürültü bileşenleri daha çok belirginleşmiş ve dağılımı genişlemiştir.

Tip 4) Tüm formantlar gürültüden dolayı iyi tanımlanamamaktadır. Vokal fold hareketlerinde aperioidite ve yüksek frekanslarda nefesli fonasyon izlenmektedir.

BULGULAR

Ses kısıklığı şikayeti olup Kulak Burun Boğaz Kliniği'ne başvuran 76 hastanın, VLS muayeneleri sonuçlarına göre; 14 hastada vokal fold nodülü, 30 hastada vokal fold polibi, 4 hastada vokal fold kisti, 2 hastada vokal fold hemorajisi, 10 hastada Reinke ödemi, 16 hastada kas gerilim disfonisi (KGD) saptanmıştır.

Vokal fold polipli 30 hasta, vokal fold kisti olan 4 hasta, vokal fold hemorajisi olan 2 hasta ; primer olarak cerrahi tedavi gördü. Reinke ödemi olan hastaların 8'i cerrahi, 2'si medikal tedavi gördüler. Vokal fold nodülü olan 14 hasta, kas gerilim disfonisi olan 16 hasta primer olarak ses terapisi ile tedavi edildiler. Ses terapisi olarak çiğneme egzersizleri, dijital manipulasyon, relaksasyon egzersizleri, nefes eğitimi gibi teknikler kullanılmıştır (1,7). Hastaların tedavi öncesi ve tedavi sonrasındaki spektrografik analizlerinin sonuçları Tablo 1'de görülmektedir.

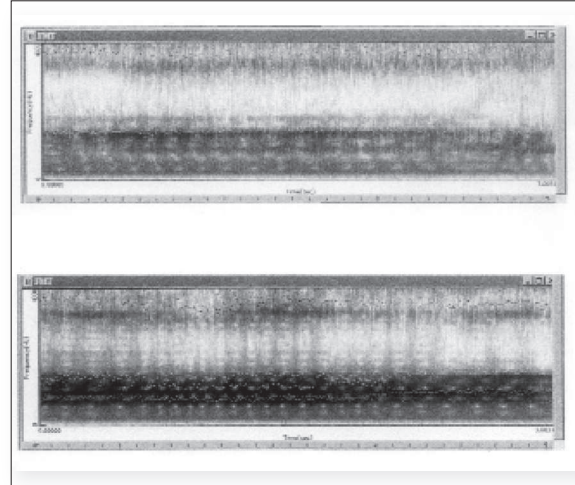
Tablo 28. Hastaların tedavi öncesi ve tedavi sonrasındaki spektrografik analizlerinin yanagihara sınıflandırmasına göre sonuçları

TANI	TOPLAM HASTA SAYISI (n)	TEDAVİ ÖNCESİ SPEKTROGRAFIK TİP (n)	TEDAVİ SONRASI SPEKTROGRAFIK TİP (n)
VOKAL NODÜL	14	Tip 3 (4) Tip 2 (10)	Tip 2 (3) Tip 1 (10) Normal (1)
VOKAL POLİP	30	Tip 3 (8) Tip 2 (22)	Tip 2 (2) Tip 1 (18) Normal (10)
VOKAL KİST	4	Tip 2 (4)	Tip 1 (4)
VOKAL HEMORAJİ	2	Tip 3 (2)	Tip 1 (2)
REİNKE ÖDEMİ	10	Tip 3 (8) Tip 2 (2)	Tip 2 (2) Tip 1 (6) Normal (2)
KAS GERİLİM DİSFONİSİ	16 Tip 1 (4)	Tip 2 (12) Normal (6)	Tip 1 (10)

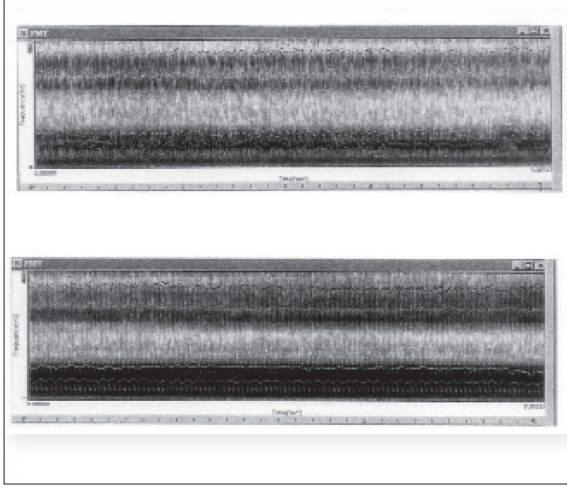
Vokal fold nodüllerinin ses terapisisinden önce yapılan spektrografik analizlerinde; vokal fold hareketlerinde aperiodisite ile birlikte gürültü componentlerinin özellikle ikinci formantlarda harmoniklerin yerini aldığı izlendi. Yüksek frekanslarda da gürültü componentleri belirgindi (Tip 3). Ses terapisi uygulandıktan 3 hafta sonra elde edilen spektrogramlarda; gürültü componentlerinin azalmasıyla birlikte formantlar daha iyi tanımlandı ve vokal fold hareketlerindeki periodisitenin düzeldiği gözlemlendi (Resim 1 A-B).

Vokal fold polipleri ve vokal fold kistlerinin tedavisinde; endolarengeal mikrocerrahi uygulandı. Cerrahi tedaviden önce elde edilen spektrogramda; özellikle ikinci formantlarda gürültü componentleri harmonik componentlerden daha belirgin hale geldi. Yüksek frekanslarda gürültü componentleri 3. ve 4. formantlarda harmonikler arasına dağıldı (Tip 2). Tedaviden sonra gürültü componentlerinin azalmasıyla 3. ve 4. formantlar daha iyi tanımlandı ve vokal fold hareketlerindeki periodisite daha iyi izlendi (Resim 2 A-B, Resim 3 A-B).

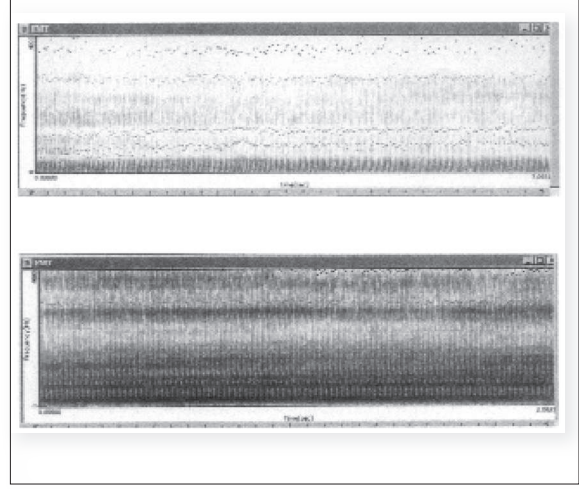
Vokal fold hemorajilerinde, cerrahi tedaviden önce yapılan spektrogramlarda gürültü componentleri özellikle ikinci formantlardan başlayarak tüm for-

**Resim 1 A-B.** Vokal fold nodüllü bir hastanın ses terapisi öncesi ve sonrasındaki spektrogramı. Gürültü componentlerinin azalmasıyla birlikte formantlar daha iyi tanımlanabilmektedir.

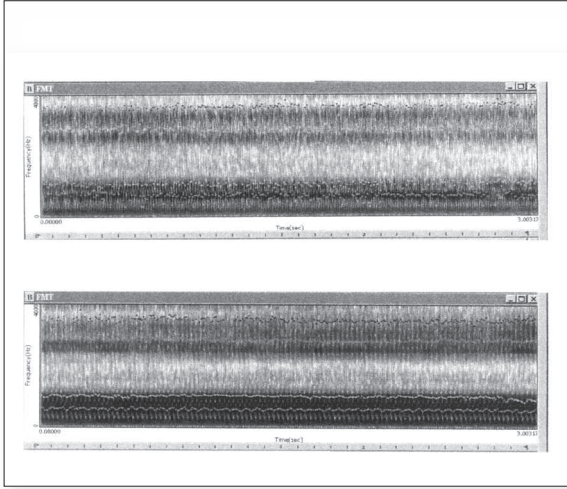
mantlara dağıldı ve yüksek frekanslarda harmonik componentlerin yerini aldı. Vokal fold hareketlerinde aperiodisite gözlemlendi (Tip 3). Cerrahi tedaviden sonra elde edilen spektrogramda; gürültü componentlerinin azalmasıyla birlikte 1.2. ve 3. formant-



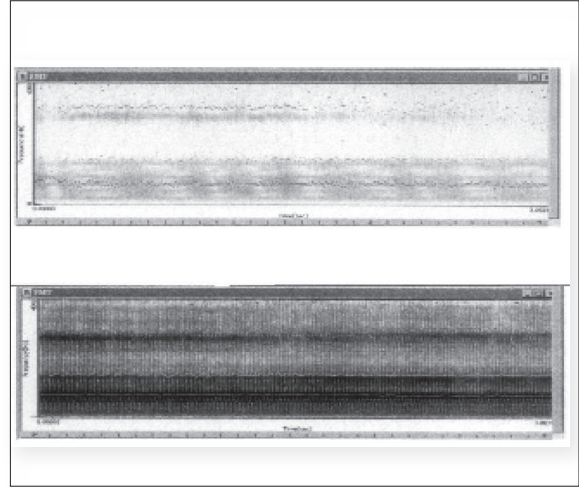
Resim 2 A-B. Vokal fold polipi olan bir hastanın cerrahi tedavi öncesi ve sonrasındaki spektrogramı.



Resim 4 A-B. Vokal fold hemorajisi olan bir hastanın cerrahi tedavi öncesi ve sonrasındaki spektrogramı.



Resim 3 A-B. Vokal fold kisti olan bir hastanın cerrahi tedavi öncesi ve sonrasındaki spektrogramı.



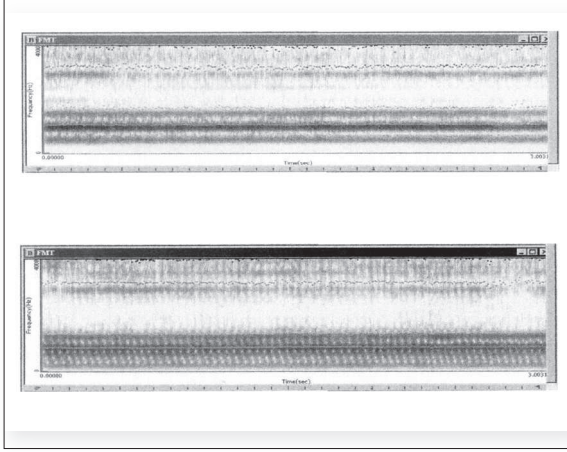
Resim 5 A-B. Reinke ödemli bir hastanın cerrahi tedavi öncesi ve sonrasında elde edilen spektrogramı.

lar daha iyi tanımlandı ve harmonikler belirgin hale geldi. Vokal fold hareketlerindeki periodisitenin düzeldiği dikkati çekti (Resim 4 A-B).

Reinke ödemli hastaların tedaviden önce yapılan spektrografik analizlerinde; 2. formantların tamamen gürültü komponentiyle yer değiştirdiği ve gürültü komponentinin yüksek frekanslarda dağılımının genişlediği görüldü. Bununla birlikte vokal fold hareketlerindeki aperiodisite de dikkati çekti (Tip 3). Tedaviden sonra gürültü komponentlerinin azaldığı ve sadece yüksek frekanslarda yer aldığı izlendi. Harmonik komponentler daha iyi tanımlandı ve

vokal fold hareketlerindeki periodisitenin düzeldiği görüldü (Resim 5 A-B).

Kas Gerilim Disfonisi olan hastaların ses terapilerinden önce elde edilen spektrogramlarında; vokal fold hareketlerinin periodisitesi bozuktur. Gürültü komponentleri 2. formantlarda harmoniklerin yerini alarak, yüksek frekanslarda da belirgindi (Tip 2). Ses terapisinden 3 hafta sonra yapılan spektrografik analizlerde; vokal fold hareketlerindeki periodisitenin düzeldiği ve gürültü komponentlerinin azalması, harmonik komponentlerin daha iyi tanımlandığı ve formantların belirginleştiği görüldü (Resim 6 A-B).



Resim 6 A-B. Kas gerilim disfonisi olan bir hastanın ses terapisi öncesi ve sonrası elde edilen ses spektrogramları.

TARTIŞMA

Ses; ton ve gürültü olarak iki ayrı sınıfta incelenir. Ton ise; basit ve kompleks ton olarak iki şekilde adlandırılır. Basit ton; tek bir sinüzoidal dalgadan meydana gelirken, kompleks ton birçok sinüzoidal dalgadan oluşur ve periodiktir. Gürültü, periodik olmayıp farklı frekans ve genlikteki ses dalgalarının biraraya gelmesiyle oluşur. Larenkste ortaya çıkan ses; kompleks tonda olup temel frekans, perde ve birçok harmonik sesleri içerir (5,12).

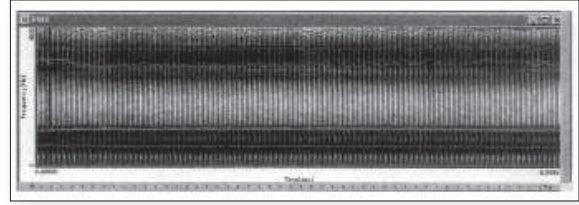
Formant, bir rezonatördeki titreşimleri amplifiye eden rezonans bölgeleridir ve düşükten yüksek frekanslara doğru F1, F2, F3, F4 olarak adlandırılırlar (6,12).

Kompleks, periodik bir ses sinyalinin "Fourier analizi" yardımıyla, spektral analizi yapıldığında frekansiyel dağılımı ortaya çıkmaktadır. Fourier Teoremi; 19. yüzyıl Fransız fizikçisi olan Joseph Fourier tarafından formüle edilmiştir. Fourier; her türlü periodik, kompleks dalga formunun; frekansları, amplitüdüleri ve fazları farklı bir dizi basit sinüzoidal dalgalarından oluştuğunu göstermiştir. Bu sinüzoidal dalgalar, "Fo" olarak bilinen temel frekansın katları şeklinde sıralanarak, harmonikleri oluşturur. Temel frekans ilk harmoniğe karşılık gelir. Böylece herhangi bir kompleks, periodik titreşim Fourier analizi yardımıyla, basit harmonik bileşenlerine ayrılabilir (4,5,9).

Akustik dalgaları en temel komponentlerine ayırıştıran ses spektrografisi aslında 1940 yıllarında Bell Telefon Laboratuvarında ilk defa Potter, Kapp ve Green tarafından geliştirilmiştir. Bu gelişim Alexander Graham Bell'in duyma güçlüğü çe-

ken karısı için, konuşmayı görülebilir hale getirme isteği sonucu ortaya çıkmıştır (11).

Sesin spektrografik analizi; ses kısıklığının derecesinin ve tedavi sonuçlarının objektif olarak değerlendirilmesinde oldukça yararlı olmaktadır. Normal bir sesin spektrogramı; eşit olarak yerleşmiş horizontal çizgiler şeklinde, iyi gelişmiş harmonikleri gösterir (2,11,15). Vokal patolojisi olmayan erkek sesinin, /a/ ünlüsünü söylerken yapılan spektrogramında düzenli ve periodik olan vertikal çizgiler göze çarpmaktadır ki bunlar; senkronize vokal fold hareketlerini göstermektedir. Yatay olarak izlenen koyu renkli kağıtlar formantlardır. Burada tüm formantlar net bir şekilde ayırt edilebilmektedir (Resim 7).



Şekil 7. Vokal patolojisi olmayan erkek sesinin, /a/ ünlüsünü söylerken yapılan spektrogramı

Kısık bir sesteki sesin spektrogramında; harmonikler arasında bulanık, gölge şeklinde gürültü izlenir. Ses kısıklığının derecesi arttıkça; bu gürültü komponenti daha geniş bir alana yayılarak, harmonik yapının yerini alır (11,15). Bu iki komponent arasındaki ilişki, harmoniklerin gürültüye oranı (HNR) şeklinde değerlendirilir. HNR parametresi; ses kısıklığında tedavi sonuçlarının objektif olarak değerlendirilmesinde oldukça yararlı bulunmuştur. Yumoto'ya göre; sabit bir harmonik komponentli akustik enerjinin, gürültüye oranı ses kısıklığının derecesini gösterir (16).

Hem organik hem de fonksiyonel ses hastalıklarında, periodik olması gereken konuşma sinyali içerisinde harmonik yapıyı bozan veya kaldıran geniş band gürültüsü gözlenmektedir. Glottik kapanması tam olmayan hasta gruplarında, bu durum daha belirgindir (10).

Vokal fold nodüllerinde; vibrasyon sırasında tam kapanma olmaz. Nodülün önünde ve arkasında "kum saati" şeklinde glottik açıklık kalır (10,14). Bu seride vokal fold nodülü olan 14 hastaya ses terapisi uygulandı. Tedaviden sonra spektrogramlarda belirgin bir düzelme görüldü. Hastaların spektrogramlarının tedaviden önce onu Tip 2, dördü Tip 3 özellik gösterirken, tedaviden sonra on hastada Tip

1, üç hastada Tip 2 , bir hastada ise normal bir spektrogram örneği görüldü.

Vokal fold polipleri; vokal foldların vibrasyonunda düzensizlikle birlikte tam olmayan bir glottik kapanma oluşturur. Uloza; vokal fold polipli hastalarda endolarengeal mikrocerrahi sonrasında normal fonasyonun yeniden sağlandığını, tüm akustik parametrelerin kontrol grubuna yaklaştığını göstermiştir (13). Bu çalışmada vokal fold poliplerindeki spektrogramda, tedaviden önce 22 hasta Tip 2, 8 hasta Tip 3 klasifikasyonunu göstermekteydi. Cerrahi tedavi ile lezyonların eksizy edilmesinden sonra, glottisin tam olarak kapanması sonucunda harmonikler arasındaki gürültü komponenti azaldı ve formantlar daha iyi tanımlanabildi. 30 vokal polipli hastaların tümünde, tedavi sonrası spektrogramlarının düzeldiği görüldü. Tedavi öncesi hiç normal spektrogram yok iken, tedavi sonrası 10 hastada normal spektrogram oluştu. Kalan hastalarda da tedavi öncesi Tip 3 ve Tip 2 olan spektrogramlar tedavi sonrası düzelerek Tip 2 ve 1' e dönüştü.

Vokal fold kistleri de; glottisin tam kapanmasına engel olurlar. Vibratuar hareketler asimetrik ve aperiodiktir (14).Vokal fold kisti olan 4 hastanın cerrahi tedaviden önceki spektrogramları Tip 2 özelliğindedi. Bu spektrogramlar; kist eksizyonundan sonra tam glottik kapanmaya bağlı olarak, düzgün harmonikler arasında çok az gürültü komponentinin kaldığı Tip 1 özelliğini gösterdi.

Vokal fold hemorajilerinde, hemorajinin olduğu tarafta kitlesel artışla birlikte, mukozal dalganın vibrasyon amplitüdü azalır ve asimetrik bir vibrasyon hareketi oluşur (10,14). Tedavide kesin ses istirahatiyle birlikte medikal tedavi gerekir. Ancak vokal fold üzerinde kanama odağı izleniyorsa CO2 lazer ile vapoizasyon gerekebilir. Bu çalışmada; vokal fold hemorajili 2 hastada, vokal fold üzerinde variks mevcuttu ve yaygın hemoraji nedeniyle vibrasyon bozulmuştu. Tedaviden önce Tip 3 özellik gösteren 2 hastanın CO2 lazer ile müdahale edildikten sonra spektrogramları; Tip 1 özellik gösterdi.

Reinke ödemi; erken dönemde medikal tedavi, ses terapisi ve iritan maddelerin kısıtlanması ile tedavi edilebilir. Ancak ileri dönemde cerrahi tedavi gerekir (10,14). Bu seride Reinke ödemi olan 2 hastaya medikal tedavi, 8 hastaya ise cerrahi tedavi uygulandı. Cerrahi tedavi sırasında mümkün olduğunca vokal foldun fonasyona eşlik eden medial yüzü korundu. Tedaviden önceki spektrogramlarda, hasta-

ların sekizi Tip 3, ikisi Tip 2 özellik göstermekteydi. Tedaviden sonra vokal foldlar arasındaki kitlesel dengesizliğin ortadan kalkmasıyla, vokal fold hareketlerindeki periodisite düzeldi, gürültü komponenti azaldı ve formantlar belirginleşti. Hastaların ikisinde normale yakın spektrogram , ikisinde Tip 2 ve altısında Tip 1 özelliğinde spektrogramlar oluştu.

Kas gerilim disfonilerinde ; kas gruplarının normal fizyolojik sınırlar dışında dengesiz kullanılması, fonasyon sırasında larenksin davranış ve vokal foldlarda vibrasyon değişikliğine yol açarak ses kalitesinde bozulmaya yol açar (3). KGD'li 16 hastaya da ses terapisi uyguladık. Tedaviden önce KGD'li oniki hastanın spektrogramları Tip 2, dört hastanın Tip 1 özellik gösterirken, tedaviden sonra on hastada Tip 1, altı hastada ise normal spektrografik özellik gösterdi.

SONUÇ

Sonuçta, aynı tedavi uygulanmış, aynı hastalık grubunda yer alan hastalarda bile harmonik ve formantlarla ilgili farklılıkların olduğunu görmekteyiz. Ses terapisi, medikal ve cerrahi tedavi sonrasındaki dönemlerde, sesin kalitesinin korunmasında sadece tedavi şeklinin önemli olmadığı görülmektedir. Tedavinin yanısıra hastaya bağlı faktörler de sesin kalitesini etkilemektedir. Bu faktörler arasında; postoperatif dönemdeki doku iyileşmesi ve hastanın sesinin kalitesini yükseltebilmek için oluşturduğu kompenzasyon mekanizması, ses istirahatine uyum derecesi, ses terapisine adaptasyon derecesi, hastanın yanlış vokal teknikleri kullanma sıklığı, sigara ve alkol gibi iritan maddelerin kullanılması yer alır. Bu nedenle her hasta ayrı ayrı değerlendirilmelidir. Dolayısı ile çeşitli patolojilerle ilgili genel spektrografik değerlendirilmeler uygun değildir.

Günümüzde ses analiz sistemlerinde büyük gelişmeler olmasına karşın, bu sistemlerdeki farklılıklar, standardizasyonda ve kullanımda büyük güçlükler yaratmaktadır. Bu çalışmamızda; spektrogramda ses kısıklığının derecesi arttıkça, gürültü komponentinin artarak harmonik yapının yerini aldığı görüldü. Yaptığımız spektrografik analizlerde, tedavi öncesi ve tedavi sonrasındaki farklılıkların objektif olarak ölçülmesi, tedavinin sonuçları hakkında bize doğru ve dökümanete edilebilen deliller sunmuştur.

Sonuç olarak sesin spektrografik analizi; ses kısıklığının derecesinin değerlendirilmesinde ve tedavi sonuçlarının karşılaştırılmasında yararlı olabilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Damsté PH: Disorders of the voice. Kerr AG (Eds): Scott-Brown's Otolaryngology. Butterworth. 1997. Vol 5, pp 1-25.
2. Dursun G, Demireller A, Babademez MA, Koçak İ. Parsiyel larenks cerrahisi uygulanan hastalarda postoperatif ses kalitesinin spektrografik değerlendirilmesi. Türk Otorinolarenoloji Arşivi 33: 244-249, 1995.
3. Dursun G, Küçük B, Demireller A, Cuhruk Ç. Kas gerilim disfonileri. Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Dergisi 4: 162-167, 1996.
4. Flanagan JL: Speech analysis, synthesis and perception, Springer-Verlag, New York, 1972.
5. Isshiki N. Voice and subglottic pressure. Studia Phonol 1 : 86-94, 1961.
6. Koyama T, Kawasaki M, Ogura JH, Louis SM. Mechanics of voice production. Laryngoscope 79: 337-354, 1969.
7. Minifie FD, Moore GP, Hicks DM : Disorders of voice, speech and language. Ballenger JJ, Snow JB (Eds) : Otolaryngology Head and Neck Surgery. Williams and Wilkins. 1996. pp 438-466.
8. Ögüt F, Kalaycı T, Uluöz Ü, Bilgen C: Ses analizinde son gelişmeler: 24. Ulusal Türk Otorinolarenoloji ve Baş Boyun Cerrahisi Kongre Kitabı. 1997. pp 681-685.
9. Portmann G. The physiology of phonation. J Laryngol Otol 71: 1-15, 1957.
10. Pruszewicz A, Obrebowski A, Swidzinski P, Demenko G, Wika T, Wojciechowska A. Usefulness of acoustic studies on the differential diagnostics of organic and functional dysphonia. Acta Otolaryngol (Stockh) 111: 414-419, 1991.
11. Rontal E, Rontal M, Rolnick MI. The use of spectrograms in the evaluation of vocal cord injection. Laryngoscope 85: 47-56, 1975.
12. Sataloff R: The human voice. Scientific American 1-9, 1992.
13. Uloza V. Effects on voice by endolaryngeal microsurgery. Eur Arch Otorhinolaryngol 256: 312-315, 1999.
14. Werkhaven J, Ossoff RH. Surgery for benign lesions of the glottis. Otolaryngol Clin North Am 24(5):1179-1199, 1991.
15. Yanagihara N. Significance of harmonic changes and noise components in hoarseness. J Speech Hearing Research 10: 531-541, 1967.
16. Yumoto E. The quantitative evaluation of hoarseness. Arch Otolaryngol 109: 48-52, 1983.