

Assessment of Effects of Septoplasty on Acoustic Parameters of Voice: A Prospective Clinical Study

Septoplastinin Ses Üzerine Etkilerinin Akustik Parametreler ile Değerlendirilmesi: Prospektif Klinik Çalışma

Yakup Yeğin¹, Mustafa Çelik¹, Baver Maşallah Şimşek¹, Ayşe Öznur Akidil¹, Burak Olgun¹, Ahmet Altıntaş², Fatma Tülin Kayhan¹

¹Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kulak Burun Boğaz Baş ve Boyun Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye
²Fatih Medical Park Hastanesi, Kulak Burun Boğaz Baş ve Boyun Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye

Original Investigation
Özgün Araştırma

Abstract

Objective: To investigate the effects of septoplasty on the acoustic parameters of voice.

Methods: In total, 23 patients (seven females and 16 males; average age, 32.13±9.67 years; age range: 19-56 years) with a diagnosis of nasal septal deviation and who underwent septoplasty were included. Preoperative and on postoperative 30th day, acoustic analysis of voice was conducted for all patients. The recordings of /mana/ vowel were used to evaluate average fundamental frequency (F0), jitter, shimmer, and noise-to-harmony ratio (NHR). F0, shimmer percent, jitter percent, and NHR of two terms were compared. A p-value<0.05 was considered to indicate statistical significance.

Results: A statistically significant change was not observed in F0 (p=0.741), jitter (p=0.930), and shimmer (p=0.128) measured preoperatively and on postoperative day 30. However, the increase in NHR measured on postoperative day 30 were statistically significant compared with preoperative NHR (p=0.017).

Conclusion: According to the findings of this study, except NHR value, no statistically significant changes on F0, jitter and shimmer were detected after septoplasty.

Keywords: Septoplasty, acoustic analysis, acoustic features, voice

Öz

Amaç: Septoplastinin, sesin akustik parametreleri üzerine etkilerini incelemektir.

Yöntemler: Nazal septum deviyasyonu nedeniyle septoplasti operasyonu olan 23 olgu (yedi kadın, 16 erkek; ortalama yaş 32.13±9.67 yıl, yaş aralığı: 19-56 yıl) çalışmaya dahil edildi. Preoperatif ve postoperatif 30. günlerde tüm hastalara akustik ses analizi uygulandı. Ortalama fundamental frekans (F0), jitter, shimmer ve harmonik gürültü oranı (HNR) parametrelerini karşılaştırmak için /mana/ kelimesi kaydı kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık p<0.05 düzeyinde değerlendirildi.

Bulgular: Preoperatif döneme göre postoperatif 30. günde F0 (p=0.741), jitter (p=0.930), shimmer ölçümlerindeki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (p=0.128). Bununla birlikte, preoperatif döneme göre postoperatif 30. günde HNR ölçümlerindeki artış istatistiksel olarak anlamlı idi (p=0.017).

Sonuç: Bu çalışmanın bulgularına göre, septoplasti sonrası HNR değeri dışında F0, jitter ve shimmer için istatistiksel açıdan anlamlı değişiklik saptanmadı.

Anahtar Kelimeler: Septoplasti, akustik analiz, akustik özellikler, ses

Giriş

Ses, akciğerden gelen havanın glottisten geçerken vokal kordların da titreşimiyle laringeal düzeyde meydana gelmektedir. Burada oluşan ses, supraglottik larinks, orofarinks, burun ve paranazal sinüsler, dil, dudak, damak gibi anatomik yapılarda şekillenecek konuşma biçimini almaktadır (1). Bu anatomik yapıların herhangi birine ait bir hastalıkta ya da bu

bölgeleri içeren bir cerrahi girişimde sesin oluşumu da etkilenmektedir. Ses, larinks patolojilerinde olduğu gibi organik kaynaklı nedenler, nörolojik hastalıklar veya fonksiyonel nedenlerden dolayı olumsuz yönde etkilebilir. Ayrıca, anatomik bir problem olan septum deviyasyonundan kaynaklanan burun tıkanıklığında da ses olumsuz etkilenmektedir (2,3). Fonocerrahi, sesin oluşumunda bozulmaya neden



This study was presented at the 38th Turkish National Congress of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, 26-30 October 2016, Antalya, Turkey.

Bu çalışma, 38. Türk Ulusal Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Kongresi'nde sunulmuştur, 26-30 Ekim 2016, Antalya, Türkiye.

Address for Correspondence/Yazışma Adresi:
Mustafa Çelik
E-mail: dr.mcelik@yahoo.com

Received Date/Geliş Tarihi: 03.09.2016
Accepted Date/Kabul Tarihi: 07.11.2016

© Copyright 2016 by Official Journal of the Turkish Society of Otorhinolaryngology and Head and Neck Surgery Available online at
www.turkarchotorhinolaryngol.org

© Telif Hakkı 2016 Türk Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Derneği Makale metnine
www.turkarchotorhinolaryngol.org web sayfasından ulaşılabilir.

DOI: 10.5152/tao.2016.1915

olan patolojilerin ortadan kaldırılmasıyla uğraşan bilim dalıdır. Fonocerrahi vokal kord düzeyinde uygulanabileceği gibi sesin oluşum mekanizmalarını bozan nazal ve pulmoner seviyede de uygulanabilir (4). Son yapılan çalışmalarda, uygulanan birçok cerrahi girişimin ses üzerine etkisi araştırılmıştır. Son yüzyılda fonocerrahi ile ilgili çalışmalar artmış, bu durum ses ile ilgili birçok karanlık noktanın aydınlatılmasını sağlamıştır. Ancak, hala birçok cevap bekleyen soruların olması, teknolojik gelişmelerin devam etmesi ve bunun da akustik değerlendirme yöntemlerine pozitif katkıda bulunması, çalışmaların hız kesmeden devamını sağlamaktadır.

Septoplasti, günümüzde kulak burun boğaz kliniklerinde en sık uygulanan cerrahi girişimler arasındadır. Septoplasti ile hastaların burun tıkanıklığı şikayeti giderilmektedir (5). Bu değişikliğin burundan geçen hava akımına, direncine, nazal olarak oluşan seslerin rezonans özelliklerine ve sonuçta da sesin kalitesine etkili olabileceği düşünülmektedir. Bu etkilerin araştırılması ve ortaya konmasında hastaların değişimi hissedip hissetmemesine bağlı olarak yapılan subjektif değerlendirmeler yeterince tatmin edici değildir (6). Bugün ses kalitesinin değerlendirilmesinde ve birçok faktörün etkisinin araştırılmasında bilgisayarlı ses analizi ve spektrografik analiz gibi objektif testlerden yararlanılmaktadır. Bilgisayarlı ses analizinde temel frekans, shimmer, jitter ve harmonik/gürültü oranı (HNR) gibi objektif parametreler; spektrografik analizde ise sesin formantları ve gürültü oranları değerlendirilmektedir (7). Fundamental frekans (F0), vokal kordların vibrasyon oranını göstermekte ve supralaringeal ses yapılarının rezonansa etkisini yansıtmaktadır. Pertürbasyon parametreleri olan jitter ve shimmer ise, kısa etkili ses değişimleri hakkında bilgi vermektedir. Jitter, sikluslar arasındaki F0 düzensizliklerini; shimmer ise sikluslar arasındaki yoğunluk düzensizliklerini göstermektedir. Literatürde, septoplastinin akustik ses parametrelerine etkisini inceleyen çok az sayıda çalışma mevcuttur.

Bu çalışmada, septum deviyasyonu nedeniyle septoplasti operasyonu uygulanan olgularda septoplastinin objektif akustik ses parametrelerine etkisi değerlendirildi.

Yöntemler

Bu prospektif klinik çalışma, Aralık 2015 ve Nisan 2016 tarihleri arasında hastanemiz Kulak Burun Boğaz Baş ve Boyun Cerrahisi Kliniğinde, burun tıkanıklığı şikayeti ile başvuran, septum deviyasyonu tanısı konulan ve septoplasti uygulanan 23 olgu ile yapıldı.

Tüm olguların polikliniğimize başvuru nedeni burun tıkanıklığı, burundan nefes alma güçlüğü idi. Çalışmaya herhangi bir sistemik hastalığı olan, özellikle ses oluşumunu etkileyecek patolojik ve fizyolojik durumu olan, ilaç kullanımı, dudak ve/veya damak yarığı gibi kranio-fasyal anomalisi, konuşma bozukluğu ve mental retardasyonu olan olgular dahil edilmedi. Tüm olgulara anterior rinoskopi ve nazal endoskopi ile septum deviyasyon tanısı konuldu. Tüm olguların indirekt laringoskopi ve videolaringostroskopi ile laringeal muayeneleri yapılarak herhangi bir laringeal patolojilerinin olmadığı tespit edildi. Tüm olgular çalışma hakkında bilgilendirildi ve olgulardan yazılı onamları alındı. Çalışma aynı hastanenin etik kurulu tarafından onaylandı (Etik kurul no: 2016/02/09). Çalışma İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu ve Helsinki Deklarasyonu ilkeleri uyarınca gerçekleştirildi.

Tüm olgulara genel anestezi altında aynı cerrah tarafından Cottle yöntemi kullanılarak septoplasti ameliyatı yapıldı. Tüm olgular bir gece hastanede yatırılarak izlendi ve hiçbirinde komplikasyon ile karşılaşılma. Her iki nazal kavitelerine nazal splint konulan hastaların nazal splintleri postoperatif yedinci günde çıkartıldı. Serum fizyolojik sıvısı ile burun içi yıkama yaptırıldı ve tüm olguların operasyon sonrası birinci ayda nazal endoskopik muayeneleri yapıldı. Hastaların tümünde yakınmalar gerilerken, hiçbir olguya revizyon septum cerrahisi uygulanmadı.

Hiçbir olguda ses analizi yapıldığı dönemde üst ve alt solunum yolu enfeksiyonu yoktu. Tüm olgulardan kendileri için en uygun şiddetteki sesle "a" sesli harfi 10 saniye süreyle söylenerek, preoperatif dönem ve postoperatif birinci ayda olmak üzere toplam iki ses kaydı alındı.

Ses kayıtları için çevresel gürültünün minimal olduğu hastane kalabalığından uzak bir odada, ağızdan 5 cm uzaklıkta tutulan Tiger preamplifikatöre bağlanmış Audio-technica AT2005 model dinamik mikrofona (Audio-technica productions, Western Hemisphere, ABD) kullanıldı. Bütün hastaların kayıtları 44100 Hz örnekleme hızında ve 16 bit örnekleme biçiminde mono ses kaydı olarak yapıldı.

Ses analizi için Praat V2.5 (Praat software, version 2.5) yazılımı kullanıldı.

Tüm olguların ses analizinde;

- Fundamental frekans (F0)
- Frekans pertürbasyonu (Jitter)
- Amplitüd pertürbasyonu (Shimmer)
- HNR parametreleri değerlendirildi.

Preoperatif ve postoperatif birinci aydaki ses kayıtlarının karşılaştırılmasında ses analizindeki parametreler kullanıldı.

İstatistiksel analiz

İstatistiksel analizler için Number Cruncher Statistical System 2007 (NCSS; Kaysville, Utah, ABD) programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotlar (ortalama, standart sapma, frekans, oran, minimum, maksimum) yanı sıra normal dağılım göstermeyen verilerin preoperatif ve postoperatif değerlendirilmelerinde Wilcoxon rank testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık $p < 0.05$ ve ileri derecede anlamlılık $p < 0.01$ düzeylerinde değerlendirildi.

Bulgular

Çalışmaya yedi kadın (%30.4), 16 (%69.6) erkek olmak üzere toplam 23 olgu dahil edildi. Olguların yaşları 19 ile 56 yıl (ortalama 32.13 ± 9.67 yıl) arasında değişmekte idi. Preoperatif döneme göre postoperatif birinci ay F0 ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı değişim saptanmadı ($p=0.741$). Benzer şekilde, jitter ve shimmer ölçümlerinde de preoperatif döneme göre postoperatif birinci ayda istatistiksel olarak anlamlı değişim saptanmadı ($p=0.930$, $p=0.128$ sırasıyla). HNR ölçümlerinde preoperatif döneme göre postoperatif birinci ayda istatistiksel olarak anlamlı artış izlendi ($p=0.017$) (Tablo 1).

Tablo 1. Preoperatif ve postoperatif 30. gün akustik parametrelerinin karşılaştırılması

	Preoperatif (ort±SS)	Postoperatif 30. gün (ort±SS)	*p
F0	169.13±53.91 (103-309)	169.43±50.83 (106-274)	0.741
Jitter	0.77±0.38 (0.2-1.6)	0.78±0.35 (0.3-1.6)	0.930
Shimmer	11.96±3.44 (7-19)	10.78±3.30 (5-17)	0.128
HNR	11.96±2.12 (8-17)	13.65±3.07 (9-21)	0.017*

F0: fundamental frekans; HNR: harmonik gürlüğü oranı; ort: ortalama; SS: standart sapma

*Wilcoxon Signed Ranks Test; *p<0.05

Tartışma

Optimal ses hijyenin sağlanması ve doğal sesi korumak kulak burun boğaz hastalıkları alanında son zamanlarda popüler ve güncel konulardandır. Ses ile ilgili çalışmalar son yüzyılda ağırlık kazanmış ve fonocerrahi gelişmeye başlamıştır. Ses, solunum, nöroloji, kas-iskelet ve endokrin sistem başta olmak üzere birçok sistemin birlikte koordinasyonu sonucu oluşmaktadır (8-10). Solunum ve vokal kordların vibrasyonunun harmonisi ve koordinasyonu ses oluşumunda gereklidir. Solunum sistemi, ses kalitesinin belirlenmesinde en etkili faktör olarak gözükmektedir. Supraglottik larinks, farinks, oral ve nazal kavite, hatta paranazal sinüsler, sesin şekillenmesinde oldukça önemli bir yere sahiptir (3, 11).

Nazal kavitedeki değişim, ses kalitesinde ve yapısında değişimlere yol açmaktadır. Nazal kavitenin şekli ve yapısı hava akımına karşı nazal direncin oluşumunda etkilidir. Nazal direncin üçte ikilik kısmı genellikle, üst lateral kartilaj ile nazal septum kesişme noktasında oluşmaktadır (9). Eğer burnun ön kısmında bir obstrüksiyon oluşursa, ses iletimi ve nazal hava akımına karşı direnç de artar. Nazal septal deviasyon, konuşma sırasında açık olan velofarengeal kısımlardan ve nazofarenksten nazal kaviteye girecek havanın azalmasına yol açar. Septoplasti, türbinektomi, uvulopalatofaringoplasti gibi üst solunum yolu cerrahileri, ses oluşumunda rezonans değişikliğine yol açacaktır (10-14).

Ses kalitesindeki değişim genellikle subjektif olarak değerlendirilmekte iken, son teknolojik gelişmeler bilgisayarlı analiz yöntemleri ile daha objektif halde incelemelere olanak sağlamıştır. Günümüzde belli bir nedene bağlı olarak oluşan ses hastalıklarında, tedavinin ses üzerinde etkisinin araştırılmasında, objektif akustik ve spektrografik analizler kullanılmaktadır. Ses parametrelerindeki değişim, birçok faktörden etkilenmekte ve sesteki değişimi objektif olarak ortaya koyabilmektedir (15-18).

Ses kayıtlarının alınması sırasında hastaya söylenen sözcüğün özelliği, parametrelerdeki değişim üzerine etkilidir. Bilindiği gibi /a/ ünlü sesi diğer harfler gibi fonetik açıdan ses yolunda tam kapanma veya ileri derecede daralma olmaksızın oluşan, fonolojik açıdan ise, hecede çekirdek görevi gören konuşma seslerindedir. Akustik açıdan ses tellerinin titreşimi ile oluşan bir temel frekans ve onun harmonik katlarından oluşan ham sesin, vokal yolda şekillenmesi ile meydana gelir (17-19). Bu nedenle burunla ilgili bir cerrahi girişimde /a/ sesine ait parametrelerde bir değişim beklenmez. Bu çalışmada, /a/ sesinin bu özelliği dik-

kate alınarak tüm olgulara /mana/ kelimesi söyletilip nazal ses-ten sonra gelip nazalite kazanan /a/ sesi kaydı alındı. Saarinen ve ark. (20) yaptıkları çalışmada, jitter değerinin sesteki pürüzlülük ile korele olduğunu bildirmiştir. Yine başka bir çalışmada, Cox ve Morrison (21) patolojik seslerde jitter ve shimmer değerlerinde yükselme olduğunu bildirmişlerdir. Bu ölçümlerin larinks patolojilerinin saptanmasında ve ses bozukluğunun derecesinin ölçülmesinde oldukça yararlı olduğu görülmüştür (22).

Literatürdeki çalışmalarda, septoplasti sonrası F0 değerlerinde belirgin değişim izlenmediği bildirilmektedir (2, 7, 8). Septoplastinin akustik parametreler üzerine etkisi, nispeten çok az çalışmanın konusu olmuştur. Bu yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar bildirilmiştir. Subramaniam ve ark. (23) 45 olgu ile yaptıkları çalışmada, septoplasti uyguladıkları olgularda F0, jitter, shimmer ve HNR oranlarında postoperatif dönemde anlamlı bir değişim izlemediklerini belirtmişlerdir. Septum deviasyonu olmayan kontrol gruplarında F0 ve HNR değerlerini daha yüksek, shimmer ve jitter değerlerini ise daha düşük saptadıklarını bildirmişlerdir.

Ozbal Koç ve ark. (2) 20 olgu ile yaptıkları çalışmada, septoplasti sonrası F0, shimmer ve jitter parametrelerinde anlamlı bir değişim meydana gelmediğini bildirmiştir. Atan ve ark. (9) 43 olgu ile septum deviasyon şiddetinin ses parametreleri üzerindeki etkilerini incelediği çalışmalarında, ciddi septum nazal deviasyonu olan olgularda ses parametrelerinde, özellikle F0 ve shimmer değerlerinde postoperatif dönemde daha belirgin iyileşme meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda, septum deviasyonu nedeniyle septoplasti operasyonu uygulanan olguların postoperatif birinci ay akustik analizlerinin preoperatif dönemdeki ses kayıtlarıyla karşılaştırılmasında, F0, jitter ve shimmer değerlerinde anlamlı bir değişim olmazken, HNR değerlerinde anlamlı artış saptandı. Bu durum septoplasti sonrası ses kalitesinde değişim meydana gelebileceğini göstermektedir. Bu çalışma sonuçlarının daha önce yapılmış olan çalışmalardan farklı çıkmasında olgu sayısının az olması, çalışma grupları arasında cinsiyet ve yaş dağılımında farklılık olması, kullanılan anestezi ajanlarının ses parametrelerinde değişime yol açması, entübasyon sırasında kullanılan entübasyon tüp boyutu, hacmi ve basıncı gibi parametrelerin ses parametrelerine etkisi gibi faktörler sayılabilir. Ayrıca septoplasti uygulanan olgularda septum deviasyon tiplerinin dağılımının farklılık göstermesi de farklı sonuçların elde edilmesine neden olabilir. Bu çalışmanın nispeten az olgu ile yapılması, spektrografik analiz yapılmaması, septum deviasyon tiplendirmesinin yapılmaması, randomizasyon uygulanmaması ve kontrol grubunun olmaması çalışmanın temel kısıtlayıcı faktörlerindedir. Daha geniş seriler ile yapılacak çalışmalarda, septum deviasyon tiplerinin de akustik parametreler üzerindeki etkisinin araştırılması ile bu konudaki bilgilerimizde artış sağlanacağı kanaatindeyiz.

Sonuç

Septoplasti sonrası akustik ses parametrelerinden F0, jitter ve shimmer üzerinde istatistiksel olarak anlamlı değişimler görülmezken, sadece HNR oranında artış izlendi. Bu durum, septoplasti öncesi özellikle ses sanatçılarının operasyon sonrası ses

kalitesinde ve parametrelerinde değişim olabileceği konusunda bilgilendirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Ethics Committee Approval: Ethics committee approval was received for this study from the ethics committee of Dr. Sadi Konuk Training and Research Hospital (2016/02/09).

Informed Consent: Written informed consent was obtained from patients who participated in this study.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author contributions: Concept - Y.Y., M.Ç., B.M.Ş., A.Ö.A., B.O., F.T.K.; Design - Y.Y., M.Ç., B.M.Ş., A.Ö.A., B.O., F.T.K.; Supervision - Y.Y., M.Ç., B.M.Ş., A.Ö.A., B.O., F.T.K.; Resource - B.M.Ş., A.Ö.A.; Materials - Y.Y., M.Ç., A.Ö.A.; Data Collection and/or Processing - Y.Y., M.Ç., A.Ö.A.; Analysis and/or Interpretation - Y.Y., M.Ç., A.Ö.A.; Literature Search - Y.Y., M.Ç., A.Ö.A.; Writing - Y.Y., M.Ç., A.Ö.A.; Critical Reviews - Y.Y., M.Ç., F.T.K., A.Ö.A.

Conflict of Interest: No conflict of interest was declared by the authors.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

Etik Komite Onayı: Bu çalışma için etik komite onayı Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nden alınmıştır (2016/02/09).

Hasta Onamı: Yazılı hasta onamı bu çalışmaya katılan hastalardan alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir - Y.Y., M.Ç., B.M.Ş., A.Ö.A., B.O., F.T.K.; Tasarım - Y.Y., M.Ç., B.M.Ş., A.Ö.A., B.O., F.T.K.; Denetleme - Y.Y., M.Ç., B.M.Ş., A.Ö.A., B.O., F.T.K.; Kaynaklar - B.M.Ş., A.Ö.A.; Gereçler - Y.Y., M.Ç., A.Ö.A.; Veri Toplanması ve/veya işleme - Y.Y., M.Ç., A.Ö.A.; Analiz ve/veya Yorum - Y.Y., M.Ç., A.Ö.A.; Literatür taraması - Y.Y., M.Ç., A.Ö.A.; Yazıyı Yazan - Y.Y., M.Ç., A.Ö.A.; Eleştirel İnceleme - Y.Y., M.Ç., F.T.K., A.Ö.A.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Kaynaklar

1. Mora R, Jankowska B, Dellepiane M, Mora F, Crippa B, Salami A. Acoustic features of voice after septoplasty. *Med Sci Monit* 2009; 15: CR269-73.
2. Ozbal Koc EA, Koc B, Ercan I, Kocak I, Tadihan E, Turgut S. Effects of septoplasty on speech and voice. *J Voice* 2014; 28: 393. e11-5. [CrossRef]
3. Lee GS, Yang CC, Wang CP, Kuo TB. Effect of nasal decongestion on voice spectrum of a nasal consonant-vowel. *J Voice* 2005; 19: 71-7. [CrossRef]
4. Pegoraro-Krook MI, Dutka-Souza JC, Williams WN, Teles Magalhaes LC, Rossetto PC, Riski JE. Effect of nasal decongestion on nasalance measures. *Cleft Palate Craniofac J* 2006; 43: 289-94. [CrossRef]
5. Konstantinidis I, Triaridis S, Triaridis A, Karagiannidis K, Kontzoglou G. Long term results following nasal septal surgery. *Focus*

- on patients' satisfaction. *Auris Nasus Larynx* 2005; 32: 369-74. [CrossRef]
6. Celik O, Boyaci Z, Yelken K, Atespare A, Celebi S, Koca O. Septorhinoplasty with spreader grafts enhances perceived voice quality without affecting acoustic characteristics. *J Voice* 2012; 26: 493-5. [CrossRef]
7. Gulec S, Kulahli I, Sahin MI, Kokoğlu K, Gunes MS, Avci D, et al. Effect of septoplasty on voice quality: A prospective-controlled trial. *Clin Exp Otorhinolaryngol* 2016; 9: 238-43. [CrossRef]
8. Liapi A, Hirani S, Rubin J. Changes in nasal resonance following septoplasty in adults: Acoustic and perceptual characteristics. *Lopoped Phoniatr Vocol* 2016; 41: 93-100.
9. Atan D, Özcan KM, Gürbüz AB, Dere H. The effect of septoplasty on voice performance in patients with severe and mild nasal septal deviation. *J Craniofac Surg* 2016; 27: 1162-4. [CrossRef]
10. Lundeborg I, Hultcrantz E, Ericsson E, McAllister A. Acoustic and perceptual aspects of vocal function in children with adenotonsillar hypertrophy--effects of surgery. *J Voice* 2012; 26: 480-7. [CrossRef]
11. Akpınar ME, Kocak I, Gurpinar B, Esen HE. Effects of soft palate implants on acoustic characteristics of voice and articulation. *J Voice* 2011; 25: 381-6. [CrossRef]
12. Eun YG, Shin SY, Kim SW. Effects of uvulopalatopharyngoplasty with or without radiofrequency tongue base reduction on voice in patients with obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 2013; 123: 1806-10. [CrossRef]
13. Kara M, Öztürk K, Özer B. An evaluation of the effects of adenoidectomy on voice and speech function in children. *Kulak Burun Bogaz İhtis Derg* 2013; 23: 225-31. [CrossRef]
14. Gogniashvili G, Japaridze Sh, Khujadze M. Influence of acoustic rhinometry, rhinoresistometry and endoscopic sinus surgery on voice quality. *Georgian Med News* 2009; 176: 30-4.
15. Akil F, Yollu U, Ozturk O, Yener M. Differences of the voice parameters between the population of different hearing thresholds: Findings by using the multi-dimensional voice program. *Clin Exp Otorhinolaryngol*. 2016 Jul 27. doi: 10.21053/ceo.2015.01900. [Epub ahead of print]. [CrossRef]
16. Batioğlu-Karaaltın A, Develioğlu ÖN, Tarhan Ö, Külekçi M. The importance of voice analysis in evaluating the effectiveness of reflux treatment. *Kulak Burun Bogaz İhtis Derg* 2016; 26: 207-12. [CrossRef]
17. Kılıç MA, Ögüt F, Dursun G, Okur E, Yıldırım I, Midilli R. The effect of vowels on voice perturbation measures. *J Voice* 2004; 18: 318-24. [CrossRef]
18. Liberman AM. Some result of research on speech perceptions. *J Acoustic Soc Am* 1957; 29: 117-23. [CrossRef]
19. Klingholz F, Martin F. Quantitative spectral evaluation of shimmer and jitter. *J Speech Hear Res* 1985; 28: 169-74. [CrossRef]
20. Saarinen A, Rihkanen H, Söderlund S, Sovijarvi AR. Airway flow dynamics and voice acoustics after autologous fascia augmentation of paralyzed vocal fold. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2000; 109: 563-7. [CrossRef]
21. Cox NB, Morrison MD. Acoustic analysis of voice for computerized laryngeal pathology assesment. *J Otolaryngol* 1983; 12: 295-301.
22. Hamdan AL, Kanazi G, Rameh C, Rifai H, Sibai A. Immediate post-operative vocal changes in patients using laryngeal mask airway versus endotracheal tube. *J Laryngol Otol* 2008; 122: 829-35. [CrossRef]
23. Subramaniam V, Yoonus R, Narra M. Effects of septoplasty on the acoustic parameters of voice. *Egyptian Journal of Ear, Nose, Throat and Allied Sciences* 2015; 16: 259-63. [CrossRef]