

Nd-YAG Lazer İle Tavşan Maksillo-Turbinat Mukoza Arasındaki Doz-Histolojik Yanıt İlişkisi[¶]

DOSE-HISTOLOGIC RESPONSE RELATIONSHIP BETWEEN Nd-YAG LASER AND RABBIT MAXILLO-TURBINATE MUCOSA

S.Sabri USLU*, Fikret İLERİ**, Ahmet KÖYBAŞIOĞLU**, Nalan AKYÜREK***, Metin YILMAZ*, Ömür ATAĞLU****

* Op.Dr., Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları AD,

** Doç.Dr., Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları AD,

*** Dr., Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Patoloji AD,

**** Doç.Dr., Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Patoloji AD, ANKARA

Özet

Farklı Nd-YAG lazer parameter kombinasyonlarının tavşan maksillo-turbinat mukozası üzerine uygulanmasıyla ortaya çıkan etkilerin incelenmesi amaçlanan bu çalışmada 24 tavşan çalışmaya dahil edilerek 9 gruba ayrılmıştır. Her gruba, sabit bir uzaklıktan, güç ve zaman parameter kombinasyonları farklı tutularak lazer uygulanmıştır. İki hafta sonra, tavşanlar feda edilmiş ve dokuda oluşan mikroskopik değişiklikler araştırılmıştır.

Güç ayarı 10 watt olan, 1 saniye süreyle Nd-YAG uygulanan konkal mukozada belirgin epitel hasarı olmadan epitel altında, kollajen artımı, vasküler yapılarda daralma ve enflamasyon yanıtı izlenmiştir.

Nd-YAG lazerin uygun parametre kombinasyonunda kullanımı, nazal fizyolojiyi en az etkileyerek konkanın küçülmesini sağlayabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Konka, Hipertrofi, Nd-YAG, Lazer, Tavşan

T Klin K.B.B. 2001, 1:27-32

Summary

To reveal the effects of various combinations of laser parameters on rabbit maxillo-turbinate mucosa, 24 rabbits were included the study and divided into 9 groups. Laser beam was applied from a constant distance to the turbinate in different power and duration settings. The rabbits were sacrificed 2 weeks later and microscopic changes were investigated.

Increase in collagen, decrease in vascular diameter and inflammatory response were observed in the subepithelium without significant epithelial injury in the mucosa with power setting of 10 watts and duration of 1 second.

The use of Nd-YAG laser with appropriate parameter combination would provide a decrease in size of the turbinate with minimal interruption of nasal physiology.

Key Words: Turbinate, Hypertrophy, Nd-YAG, Laser, Rabbit

T Klin J E.N.T. 2001, 1:27-32

Burun tıkanıklığı, hemen herkesi belli dönemlerde etkileyen, bazılarında ise sürekli problem yaratan bir durumdur. Burun tıkanıklığı varlığında,

Geliş Tarihi: 19.06.2000

Yazışma Adresi: Dr. S.Sabri USLU
Cinnah Cad. 21/6
Çankaya, ANKARA

[¶] 25. Ulusal Türk Otolarengoloji ve Baş-Boyun Cerrahisi Kongresi'nde sunulmuştur (İzmir, 18-22 Eylül 1999).

T Klin J E.N.T. 2001, 1

medikal tedavi, yakınmaların bir kısmını kontrol etmekte yeterli olmaktadır. Diğer hastalarda, özellikle sürekli yakınması olanlarda, medikal tedavi yetersiz olabilmekte ve cerrahi bir müdahale gerekebilmektedir.

Cerrahi müdahale gerektiren durumlar arasında sayılabilecek, kronik sinüzit, septum deviasyonu gibi patolojilerde cerrahi müdahale düşüncesi çoğu zaman otomatik olarak akla gelmektedir. Bu patolojilerin olmadığı burun tıkanıklığı, sadece alt

konka hipertrofisine bağlı olabilmektedir. Alt konka hipertrofisi, sıklıkla septum deviasyonunun kompensasyonuna, allerjik rinit, nonallerjik rinit veya kronik sinüzite sekonder olarak gelişmektedir. Alt konka hipertrofisinde, çoğu zaman yumuşak doku komponenti sorumluya da, daha az sıklıkla kemik komponent veya her ikisi patolojiden sorumlu olabilir.

Konservatif tedaviye yanıt vermeyen alt konka hipertrofileri için cerrahi müdahaleler uzun zamandır uygulanmaktadır. Alt konka hipertrofisine yaklaşımda koterizasyon, submukozal diatermi, kriyocerrahi, lateral outfraktür, submüköz rezeksiyon, turbinektomi ve lazer kullanımı gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Yöntemin tercihi, morbidite, uygulama kolaylığı, tampon ihtiyacı, müdahale sonrasındaki seyir gibi faktörlerin değerlendirilmesi sonucunda nihai şeklini almaktadır. İdeal bir cerrahi girişimin, uygulanması kolay, komplikasyon ve morbiditesi az, postoperatif iyileşme süreci kısa ve nazal fizyolojiye verdiği zarar az olmalıdır. Her cerrahi girişimin kendi içinde avantaj ve dezavantajları mevcuttur. Tek bir yöntemin bütün ideal şartları yerine getirme imkanı çok fazla değildir.

Her yöntemin kendi içinde avantaj ve dezavantajı olmasına karşın, cerrahi yöntem tercihi, temel olarak, alt konka hipertrofisinin kaynağı, cerrahın yatkın olduğu yöntem ve eldeki olanaklara göre değişmektedir. Medikal teknolojideki gelişime paralel olarak, lazer kullanımı, Kulak Burun Boğaz Hastalıkları alanında da kullanıma girmiştir. Tıpta kullanılan lazer tipleri, çok çeşitlidir. Bu çeşitlilik, lazer sisteminin çıkardığı ışının dalga boyundan dolayısıyla dokuda oluşturacağı etkinin farklılığından kaynaklanır.

Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi'nde kullanılan lazer sistemleri, CO₂, Nd-YAG, KTP-532, Argon, Holmium-YAG ve diode lazerdir. Kullanılacak lazer sisteminin seçilebilmesi için, lazerin belli dozaj parametrelerinde ilgili dokuda ortaya çıkaracağı hasarın tipi, derinliği, kısacası lazer sistemi ile doku etkileşiminin bilinmesi gereklidir. Lazer ışınının dalgaboyu, gücüne, verilme süresine ve nokta büyüklüğüne bağlı olarak yaptığı etkiler, nontermal ve termal olarak iki ana

başlık olarak (1). Nontermal etkiler fotomekanik ve fotokimyasal etkilerdir. Termal etkiler ise, koagülasyon, vaporizasyon ve yanmadır.

Çalışmamızda, Nd-YAG lazerin, konka üzerinde küçülme ve doku etkileri nedeniyle semptomatik rahatlama etkisi yaratabilmesi ve bunu da epitel hasarına neden olmaksızın gerçekleştirebilecek uygun lazer doz kombinasyonunun bulunması amacı güdülmüştür.

Materyel ve Metod

Deney için ağırlığı 1400-2000 gr olan toplam 24 erkek Yeni Zelanda tavşanı ayrıldı. Anestezi için, im ketamin (Ketalarâ, 20 mg/kg) uygulandı. 23 tavşanın 45 tarafına lazer uygulandı, 23. tavşanın bir tarafı ile 24. tavşanın iki maksillo-turbinat mukozası kontrol amacıyla histolojik incelemeye alındı.

Lazer cihazı, KTP-532 ve Nd-YAG sistemlerini içeren Laserscopeâ (California, USA) idi. Tavşan maksillo-turbinat mukozasına 600 m çapında prob kullanılarak, nonkontakt tekniği ile, 5 mm uzaklıktan, doku yüzeyine dik olarak Nd-YAG lazer ışını gönderildi.

Lazer cihazında bulunan güç ve süre ayarları değişik kombinasyonlara getirilerek 9 ayrı gruba ayrılmış olan hayvanlara devamlı (continuous) modda uygulandı. Gruplara göre parametre kombinasyonları ise, Grup I: 5 watt 0.2 saniye, Grup II: 5 watt 0.5 saniye, Grup III: 5 watt 1 saniye, Grup IV: 10 watt 0.2 saniye, Grup V: 10 watt 0.5 saniye, Grup VI: 10 watt 1 saniye, Grup VII: 15 watt 0.2 saniye, Grup VIII: 15 watt 0.5 saniye ve Grup IX: 15 watt 1 saniye şeklinde idi.

Uygulamaya tabi tutulan ve kontrol için ayrılan hayvanlar 14 gün sonra öldürülerek patolojik incelemeye hazırlık amacıyla, 24 saat süreyle %10 formaldehid solüsyonu içinde tespit için bekletildi. Daha sonra %10'luk formik asit solüsyonuna alındı. Lazer uygulanan alandan alınan 0.5x1 cm boyutlarındaki örnekler parafine gömüldü. Preparatlar hemotoksilen eosin ile boyanarak incelendi.

Nokta büyüklüğü (spot size), güç yoğunluğu (power density) ve radiant exposure hesaplamaları için aşağıdaki formüllerden yararlanıldı.

Nokta büyüklüğü (2): $1.d = s+1(\theta)$
(d: çap; s: fiberin çapı, mm; θ : ışığın diverjansı, radians)

θ için (2) $2.\theta = 2\pi\lambda/s$
(λ : dalgaboyu, s: fiberin çapı)

Güç yoğunluğu (watt/cm²) (3):
(güç ayarı / π (nokta büyüklüğü, mm)² X 400)

Radiant exposure (watt.saniye/ cm²) (3):
güç yoğunluğu X süre

Bulgular

Tavşan maksillo-turbinat mukozasına farklı dozlarda uygulanan lazer sonrasında yapılan doku kesit incelemeleri sonucunda elde edilen bulgular farklılık arz ediyordu.

Grup I ve IV'te, epitel, Goblet hücreleri, stroma, vasküler ve glandüler yapılarda hasar veya şekil bozukluğu, ödem ve enflamasyon saptanmadı. Bu bulgular, kontrol grubundaki örneklerle benzer bulgulara sahipti.

Grup II ve Grup VII'de, epitel, Goblet hücreleri, stroma, vasküler yapılar ve seromüsinöz glandlarda hasar, şekil bozukluğu, ödem gözlenmedi. Epitel altında hafif, yer yer nötrofillerin de eşlik ettiği enflamasyon gözlemlendi. Enflamasyon derinliğinin 0.2 mm olduğu tesbit edildi.

Yukarıdaki grupların özeti olarak, Grup I, II, IV ve VII'de, kontrol grubundaki bulgulara yakın görünüm söz konusuydu. Epitel sağlam, dolayısıyla krut oluşumu mevcut değil, vasküler ve glandüler yapılarda şekil bozukluğu gözlen-

memişti. Grup II ve VII'de, çok hafif enflamatuvar yanıt dikkati çekti.

Grup III ve V'te, epitelde destrüksiyon veya yapısal bozukluk izlenmedi. Ancak önceki gruplara göre Goblet hücre sayısında azalma dikkati çekti. Stromada ödem ve stroma ile epitelde nötrofillerin bulunduğu enflamasyon izlenmiş olup bu infiltrasyonun derinliği, 0,25 mm olarak ölçüldü. Vasküler ve glandüler yapılarda şekil bozukluğu veya hasar gözlenmemişti (Şekil 1).

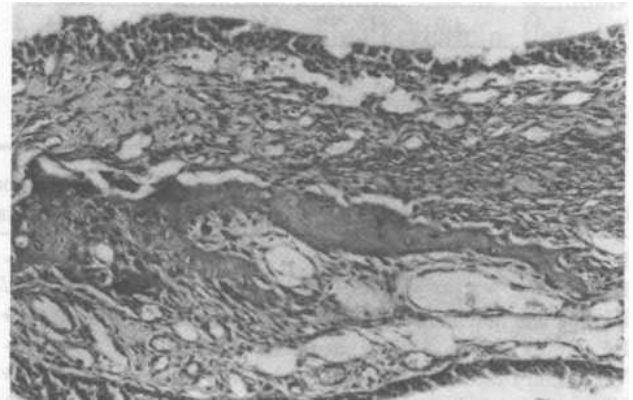
Grup VI'da, epitel sağlam, Goblet hücre sayısında belirgin azalma, epitelyal bazal tabaka hücre proliferasyonu ve epitelde rejenerasyon görüldü. Epitel altında ödem, stromada ileri derecede kollajenizasyon, glandlara nötrofil permeasyonu sonucunda glandlarda hasar ve sayısında azalma mevcuttu. Epitel ve stromayı içeren 0,35 mm derinliğinde enflamasyon varlığı saptandı. Epitel altındaki damar çaplarında daralma izlendi (Şekil 2).

Grup VIII'de, epitelyal hasar gözlenmedi. Ancak Goblet hücre sayılarındaki azalma belirgindi. Stromada ödem, epitel ve epitel altındaki nötrofil infiltrasyonu oldukça belirginleşmişti. Enflamasyon derinliği 0.25 mm idi. Vasküler yapıların çaplarında daralma mevcuttu. Stromadaki kollajen demetlerinin kabalaştığı gözlemlendi. Glandlarda şekil bozukluğu, hasar veya sayıca azalma izlenmedi.

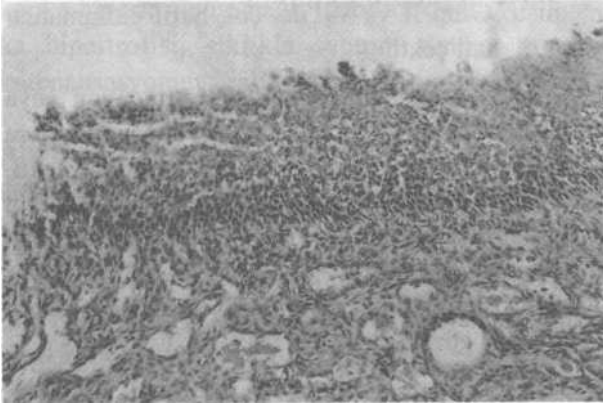
Grup IX'da, epitelde yer yer krut oluşumu ile karakterize doku hasarı tesbit edildi. Bazal hücre-



Şekil 1. Grup III (5 watt, 1 saniye), epitel hasarı yok, Goblet hücreleri azalmış, stromal ödem ve epitelde enflamasyon, nötrofil infiltrasyonu, vasküler ve glandüler yapılarda hasar yok. (X100, hematoxilen eosin)



Şekil 2. Grup VI (10 watt, 1 saniye), epitel hasarı yok, Goblet hücrelerinde belirgin azalma, stromada kollajenizasyon, glandüler yapıların sayısında ve vasküler yapıların çapında azalma. (X200, hematoxilen eosin)



Şekil 3. Grup IX (15 watt, 1 saniye), epitel hasarı var, basal hücre proliferasyonu, Goblet hücreleri yok, belirgin enflamasyon. (X400, hematoxilen eosin)

lerde proliferasyonu belirgindi. Goblet hücresi izlenmedi. Epitel ve stromada ağır mikst tip enflamasyon, ödem, vasküler hasar ve kollajenizasyon söz konusuydu. Glandüler yapılarda nötrofil infiltrasyonu ile birlikte şekil bozukluğu ve sayılarında

Tablo 1.

Grup	Güç (watt)	Süre (saniye)	Enerji (joule)	Nokta büyüklüğü (spot size)	Power density (w/cm ²)	Radiant exposure (J/cm ²)
I	5	0.2	1	.655	1484	297
II	5	0.5	2.5	.655	1484	742
III	5	1.0	5	.655	1484	1484
IV	10	0.2	2	.655	2970	594
V	10	0.5	5	.655	2970	1485
VI	10	1.0	10	.655	2970	2970
VII	15	0.2	3	.655	4454	891
VIII	15	0.5	7.5	.655	4454	2227
IX	15	1.0	15	.655	4454	4454

Tablo 2.

Grup	Epitel hasarı	Goblet hücresi	Bazal h. prolif.	Epitel enflam.	Stroma enflam.	Kollajen artışı	Gland sayısı	Damar çapı	Kıkırdak hasarı	Enflam. derinlik
I	-	N	-	-	-	-	N	N	-	-
II	-	N	-	+/-	+/-	-	N	N	-	0.2
III	-	-	-	+	+	-	N	N	-	0.25
IV	-	N	-	-	-	-	N	N	-	-
V	-	-	-	+	+	-	N	N	-	0.25
VI	-	---	+	+++	+++	++	-	--	-	0.35
VII	-	N	-	+/-	+/-	-	N	N	-	0.2
VIII	-	--	-	++	++	+	N	-	-	0.25
IX	+	----	++	++++	++++	++	--	---	+	0.35

(N: normal değerde)

azalma saptandı. Ağır inflamasyonun damarsal yapı duvarlarını sararak hasara yol açtıkları ve çaplarını daralttığı sonucu ortaya kondu. Ek olarak, kıkırdak dokuda dejenerasyon vardı. Enflamasyon derinliği ise 0.35 mm olarak ölçüldü (Şekil 3).

Kullanılan parametre kombinasyonları ve hesaplama sonuçları Tablo 1'de, elde edilen histopatolojik değişiklikler de Tablo 2'de sunulmuştur.

Tartışma

Alt konka hipertrofisi, çok çeşitli nedenlerle ortaya çıkmaktadır. Bu nedenler arasında, septum deviasyonuna ikinci olarak gelişen kompensasyon hipertrofisi, perennial alerjik veya nonalerjik rinitler, rinitis medicosa veya kronik sinüzit gibi faktörler sayılabilir. Konka hipertrofisi mukozaya, kemik dokusuna ait faktörler nedeniyle veya her ikisi birlikte ortaya çıkabilmektedir. Alt konkanın hipertrofik olduğu hallerde, primer olarak sorumlu olan yapı, alt konkada bol miktarda bulunan erektil dokudur (4).

Konka hipertrofilerinde temel yaklaşım, altta yatan nedene ulaşılabiliriyorsa ona yönelik tedaviye başlamak ve hipertrofi için medikal tedavi uygulamaktır. Medikal tedaviden fayda görmeyen hastalarda cerrahi girişim söz konusu olmaktadır.

Alt konkalar nazal fizyoloji için önemlidir. Erektel özelliklere sahip konkalar, solunan havanın nem ve ısı kontrolü ve filtrasyonu açısından önemli görevler üstlenmiştir. Alt konka rezeksiyonunun fazla yapıldığı durumlarda, bu fizyolojik dengenin bozulma olasılığı ortaya çıkmaktadır. Bu etkilenmenin en uç noktası olarak atrofik rinit düşünülmüştür.

Lazerin kullanım alanı, son birkaç onyılıda oldukça genişlemiştir. Özellikle K.B.B. ihtisas alanı, geniş konusu itibariyle, lazer kullanımı için verimli bir saha oluşturmaktadır. Konka girişimleri için kullanılan lazer sistemleri, CO25, KTP-5326, Argon (7), diode (8), Holmium-YAG (9) ve Nd-YAG (10)'dır.

Konka müdahalelerinde lazeri kullanma teknikleri farklılık gösterebilmektedir. Lazer probunun dokuya temas halinde olduğu kontakt uygulanma tekniği (8, 10), dokuya belli bir uzaklıktan uygulamada bulunulan non-kontakt teknik (11, 12), lazerle konkanın rezeksiyonu (12), lazer ışınının konka üzerinde baklava dilimi oluşturacak şekilde kullanılması (cross-hatching) (6, 8), interstisyel kullanım (13) ve lazerin konka üzerine noktasal olarak uygulanması (10) gibi çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Alt konka ile ilgili problemlerin giderilmesinde, lazerin olumlu etkileri ise, rezeksiyon yapılan olgularda fiziksel olarak küçülmeye (14), ek olarak da, stromada oluşan fibröz dokunun konkanın büyümesini engellemesi (14) ve hasar görmüş asinusların damarlanmasının azalmasına (12), submukozadaki vaskülaritenin azalmasına (14), nazal glandların sayıca ve aktivite bakımından azalmasına (6, 12), son olarak da, glandların çevresindeki kolinerjik parasempatetik sinir liflerinin sayıca azalmasına (6, 12) bağlanmıştır.

Nd-YAG lazer, 1064 nm dalgaboyuna sahip, derin doku penetrasyonu özelliği olan bir lazer tipidir. Bu penetrasyon, 3-4 mm olabilmektedir (15). Nd-YAG lazer ışını, doku tarafından az absorbe edilir ve doku içinde dağılarak difüze olur (1). Ayrıca, 4 mm'ye kadar olan damarları koagüle edebilmektedir (16). Nd-YAG lazerin bu özellikleri, bazı durumlarda avantaj olabilmekte ve belli dozlarda epitel hasarı yaratmaksızın derin tabakalarda istenilen etkiyi ortaya çıkarabilme gibi bir özelliği ön plana çıkartmaktadır. Bu farklılık, Nd-YAG lazeri, konka girişimleri için tercih edilebilecek bir konuma taşımıştır. Bu lazer sisteminin konka müdahaleleri için kullanıldığında, sistemin parametre ayarları kullanıcı tercihinin göre değişebilmektedir.

Ito ve arkadaşları, allerjik rinitli hastalarda, konkaları rezeke etme amacı gütmeksizin, 1 mm çapında kontakt uçlu prob ile alt konkaya 10 watt gücünde ve 0.5 saniye süreyle Nd-YAG uygulamışlardır (10). Bu çalışmanın felsefesi ile bizim

çalışmamızdaki amaç paraleldir. Lippert ve Werner ise, konka rezeksiyonu için, Nd-YAG lazeri, güç ayarı 30 watt ve zaman ayarı ise 8-15 saniye, nonkontakt olarak kullanmışlardır (17). Goldsher ve arkadaşları, köpek alt konkalarına, 15-20 watt ve 0.5 saniye süreyle 1.5 cm mesafeden Nd-YAG lazer uygulamışlar ve epitel hasarı olmaksızın subepitelyal alanda istenilen etkiyi oluşturduğunu bildirmişlerdir (15). Yine Lippert ve Werner, alt konka problemi olan hastalarda, Nd-YAG lazeri, konkayı küçültmek amacıyla, nonkontakt tekniği ile, 5-10 watt ve 1 saniye süreyle ve güç yoğunluğu 1770-3540 w/cm² olacak şekilde kullanmışlardır (17). Bizim çalışmamızda, güç ayarı 10 watt olan, 5 mm uzaklıktan nonkontakt tekniği ile 1 saniye süreyle Nd-YAG uygulanan konkal mukozada belirgin epitel hasarı olmadan epitel altında, kollajen artımı, vasküler yapılarda daralma ve enflamasyon yanıtı izlenmiştir.

Lazer sistemlerine ait özelliklerin bilinmesinin faydasını, müdahale sırasında görmek mümkündür. Lazer sistemi üzerindeki çeşitli parametreleri ayarlamak suretiyle istenilen etkiyi elde etmek kolaylaşmaktadır. Lazer kullanımı için getirilen eleştirilerin en çok yoğunlaştığı nokta, özellikle epitelyal hasara bağlı olarak ortaya çıkan, postoperatif dönemde oluşan kabuklanma ve nihai iyileşmenin silier hareketi olumsuz etkileyebilme potansiyelidir. Bu çalışmada, minimal epitelyal hasar yaratarak maksimum subepitelyal hasar, dolayısıyla fibrozis ve konkalarda küçülme indükleyecek doz kombinasyonunun bulunması amaçlanmıştır. Subepitelyal alanda kollajen doku artımı ve fibrozisin sağlanması ile birlikte konkada küçülme olacak, yeniden büyümesi zorlaşacak, salgı bezlerinin fibrozisi sayesinde de, sekresyonda azalma olacaktır.

Çalışmamızda elde edilen bulgular, alt konka girişimlerinde, lazer kullanımının daha güvenilir ve yaygın hale getirme potansiyeline yol açabilecektir.

KAYNAKLAR

1. McKenzie A. Lasers-physics, tissue interaction and safety. In: Carruth JAS, Simpson GT, eds. Lasers in Otolaryngology. Chicago: Year Book Medical Publishers, Inc, 1988: 1-33.
2. Sullivan CA, Rader A, Fadi WAK, Abbass H, Mohr RM. Dose-related tissue effects of the CO2 and noncontact Nd:YAG lasers in the canine glottis. Laryngoscope 1998, 108: 1284-90.

3. Clark WC, Robertson JH, Gardner G. Selective absorption and control of thermal effects: A comparison of the laser systems used in otology and neurotology. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1984, 92: 73-9.
4. Brain D. The nasal septum. In: Kerr AG, Groves J, eds. *Scott-Brown's Otolaryngology*: London, Butterworths, 5. Baskı, 4. Cilt, 1987: 154-79.
5. Fukutake T, Yamashita T, Tomoda K, Kumazawa T. Laser surgery for allergic rhinitis. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1986; 112: 1280-2.
6. Levine HL. The potassium-titanyl phosphate laser for treatment of turbinate dysfunction. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1991, 104: 247-51.
7. Lenz H, Eichler J, Schaefer G, Salk J. Parameters for argon laser surgery of the lower human turbinate: in vitro experiments. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1977, 83: 360-5.
8. Min YG, Kim HS, Yun YS, Kim CS, Jang YJ, Jung TG. Contact laser turbinate surgery for the treatment of idiopathic rhinitis. *Clin Otolaryngol* 1996, 21: 533-6.
9. Oswal VH, Bingham BJG. A pilot study of the holmium YAG laser in nasal turbinate and tonsil surgery. *J Clin Las Med Surg* 1992, 10(3): 211-5.
10. Ito H, Baba S, Suzuki M, Mamiya S, Takagi I, Kim Y, Kitao S. Severe perennial allergic rhinitis treated with Nd:YAG laser. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1996, Suppl 525: 14-7.
11. Lippert BM, Werner JA. Nd:YAG-laserlichtinduzierte Nasenmuschelreduktion. *Laryngo Rhino Otol* 1996, 75: 523-8.
12. Elwany S, Salaam SA. Laser surgery for allergic rhinitis: the effect on seromucinous glands. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1999, 120: 742-4.
13. Krespi YP, Slatkine M. Neodymium:YAG fiber delivery system for submucosal interstitial photocoagulation of the nasal turbinates. *Las Surg Med* 1994, 15(suppl 5): 34.
14. Elwany S, Abdel-Moneim H. Carbon dioxide laser turbinatectomy. An electron microscopic study. *J Laryngol Otol* 1997, 111: 931-4.
15. Goldsher M, Joachims HZ, Golz A, Har-el G, Brauerman I, Podoshin L, Elidan J, Krespi YP. Nd:YAG laser turbinate surgery animal experimental study: preliminary report. *Laryngoscope* 1995, 105: 319-21.
16. McDonald G, Strong S. Endoscopic laser surgery of the tracheobronchial tree. Role of the CO₂ and Nd-YAG lasers. In: Carruth JAS, Simpson GT, ed. *Lasers in Otolaryngology*. Chicago: Year Book Medical Publishers, Inc, 1988: 1-33.
17. Lippert BM, Werner JA. Comparison of carbon dioxide and neodymium:yttrium-aluminum-garnet lasers in surgery of the inferior turbinate. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1997, 106: 1036-42.