

Otolojide Lazer Kullanımı *Applications of Lasers in Otolaryngology*

¹Nihat Susaman, ²Turgut Karlıdağ

¹Elazığ Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kulak Burun Boğaz Kliniği, Elazığ, Türkiye
²Fırat Üniversitesi, Fırat Tıp Merkezi, Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Elazığ, Türkiye

Özet: Kulak Burun Boğaz (KBB) alanında son 30 yılda lazer kullanımında önemli ilerlemeler olmuştur. Lazerler, günümüzde yaygın olarak kullanılmakta ve KBB alanında birçok durumda primer tedavi veya standart tedavi haline gelmiştir. Otolojide lazer uygulamaları sınırlı olmasına karşın etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Otoloji alanında lazerler timpanotomi ve kulak zarına ventilasyon tüpü uygulamasında, kulak zarındaki adezyonlarda, kemikçik zinciri mobilizasyonu ve remodelinginde, kolesteatoma matriksinin uzaklaştırılmasında, vasküler tümörlerin tedavisinde ve otoskleroz tedavisinde kullanılmaktadır. Lazer teknolojisinin etkili ve güvenilir profili sayesinde lazerler, otolojide çok amaçlı ve çok yönlü bir enstrüman haline gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: kulak, otoloji, lazer, otolojik cerrahi

Susaman N, Karlıdağ T. 2019, Otolojide Lazer Kullanımı, *Osmangazi Tıp Dergisi* 41(1): 102- 108
Doi: 10.20515/otd.411722

Abstract: The use of laser applications in otorhinolaryngology has undergone significant advances over the past 30 years. Laser technology is now used in a wide variety of procedures, and has become the primary treatment modality or standard of care for many otorhinolaryngology conditions. Applications of lasers in otology are limited but effective. Laser in the otology field was used to perform tympanotomy and for the placement of ventilation tubes, adhesion in the eardrum, remobilisations and ossicular modelings, removal of cholesteatoma matrix, removal of vascular tumors, and surgery of the otosclerosis. Owing to efficiency and safety profile of laser technology, lasers have become multipurpose instrument in Otolaryngology.

Keywords: ear, otology, laser, otologic surgery

Susaman N, Karlıdağ T. 2019, Applications of Lasers in Otolaryngology, *Osmangazi Journal of Medicine* 41(1):102-108
Doi: 10.20515/otd.411722

ORCID ID of the authors: N.S 0000-0002-8890-069X; T.K.0000-0003-2748-7309

1. Giriş

Lazer kelimesi; " Light Amplifikatör of Stimulated Emission of Radiation" (uyarılmış radyasyon salınımlarıyla ışığın kuvvetlendirilmesi) cümlesindeki kelimelerin ilk harflerinin bir araya gelmesi ile oluşur. Lazerler ışık kaynaklarıdır ve uygulandıkları alanlarda veya dokularda farklı şekilde etkileşimde bulunurlar. Dokularda ortaya çıkacak etkiler ve etkileşim biçimi lazerin gücü, dalga boyu, uygulanma süresi, uygulandığı dokunun optik özellikleri ve hedef dokuya aktarılma şekli gibi birçok etkene bağlıdır.

Lazerlerin çalışma prensibi genel olarak radyasyonun uyarılmış emisyonundan meydana gelir. Lazer ışınının en büyük özelliği dağılmaz olması ve yön verilebilmesidir. Dalga boyunun küçük olması dağılmayı büyük ölçüde azaltır. Lazer ışını dağılmaz olduğundan kısa darbeler halinde yayınlanabilmesi mümkündür. Kayıpsız yüksek enerji nakli yapılabilmesi bu özelliği sayesinde. Lazer ışınlarının iletilme biçimi otolojik cerrahide kullanım şeklini belirler. Özellikle fiberoptik sistemlerle iletilmesi önemli avantajlar sağlamaktadır. Başlangıçta sadece Argon ve KTP lazerlerde olan bu özellik daha sonraki zamanlarda CO₂ lazerde sağlanmış olması otolojideki lazer alternatiflerini arttırmaktadır.¹

Lazerlerin Etki Mekanizması

Lazerler, dokular üzerine üç farklı şekilde etki etmektedir. Bu etkiler; lazer ışınının hedef dokularda bulunan ya da sonradan eklenen kimi moleküller ile etkileşime geçmesi sonucu oluşan foto-kimyasal etki, hedef dokularda sıcaklığın artırılması yoluyla oluşan foto-termal etki ve foton enerjisinin doğrudan hedef dokuyu oluşturan moleküllerin organik bağları tarafından emilmesi sonucu organik bağların kırılıp küçük moleküllere ayrılmasıyla oluşan foto-ablatif etkidir. Foto-ablatif etki sayesinde çevre dokularda ısı etkisiyle zarar vermeden hedef dokuda küçük parçalar halinde yok etme işlemi yapılabilmektedir.

Tıpta Kullanılan Lazer Tipleri

Tıpta yaygın olarak kullanılan lazerler ve dalga boyları şu şekildedir: Argon: 488 nm-514,5 nm (mavi-yeşil), Neodymium (Nd): Yttrium Alüminyum Garnet (YAG): 1064 nm (yakın kızılötesi), Helyum-Neon: 632,8 nm (kırmızı), Kripton: 647,1 nm (kırmızı), Potasyum-Titanil-Fosfat (KTP): 532 nm (yeşil), CO₂: 10,6 nm (uzak kızılötesi), Diyot: 800 nm civarı (çok yakın kızılötesi), Holmiyum (Ho): YAG:2100 nm (orta kızılötesi), Erbiyum (Er): YAG: 2940 nm (orta kızılötesi), Excimer: 248 nm, 308 nm, 350 nm (morötesi) dalga boyundadır (2,3).

Kulak Burun Boğaz'da Lazer Kullanımı

Lazer, kulak burun boğaz (KBB) pratiğinde 1970'li yıllardan beri kullanılmaktadır. Lazerin KBB alanında en sık kullanılan tipi karbondioksit (CO₂) lazerdir.² KBB alanında, CO₂ lazer dışında KTP, Argon, Ho: YAG, Er:YAG, Nd:YAG gibi lazerler de kullanılmaktadır. Her birinin değişik fizik özellikleri vardır ve bu özellikler kullanım alanlarına göre tercih nedenleri farklı olabilmektedir. Örneğin Argon, KTP, Er: YAG ve CO₂ lazer daha çok otolojik cerrahi, kord vokal patolojileri ve basit horlama cerrahisinde kullanılırken; KTP, Ho:YAG ve Er:YAG lazerler burun tıkanıklığına yol açan konka cerrahisinde daha fazla tercih edilmektedir. CO₂ lazer, su bazlı yumuşak dokulardaki mükemmel uyumluluğu nedeniyle geçmişte sıklıkla oral ve maksillofasiyal cerrahide de kullanılmıştır.³

Otolojide Sık Kullanılan Lazer Tipleri

Lazer uygulamalarında ısı açığa çıkar. Bu ısı etkisi hızla maksimuma ulaşmakta ve sonrasında yavaşça soğumaktadır. Kulakta termal etkiden en fazla zarar görecektir bölge koklea ve labirenttir. Dokular tarafından lazer ışınlarının absorpsiyon ve iletilme durumlarına göre dokularda oluşabilecek olumsuz etkilerde farklı olacaktır. Özellikle stapes cerrahisinde CO₂ lazer ışınları perilef tarafından absorbe edildiğinden dolayı iç kulak hasarı oluşturmamaktadır.^{4,5}

Argon ve KTP lazerlerin dalga boyları birbirine yakın olması nedeniyle etki mekanizmaları ve dokular üzerindeki etkileri de benzerdir. Bu iki lazer tipinde lazer ışınları fiberoptik sistemler içerisinde taşınabildiğinden dolayı otolojik cerrahide bir prob aracılığı ile kolaylıkla uygulanabilmektedir. Düşük enerjideki argon lazerler kemik dokuda değişiklik oluşturmaksızın geçerken, yüksek enerjideki argon lazerler kemikte hasar oluşturabilir.¹ KTP lazer ve argon lazerin bu benzer özelliklerinden dolayı, derin dokular üzerinde termal etkilere sahiptir. Bu özelliği nedeniyle perilenften geçerek iç kulak yapılarında hasar oluşturma riski bulunmaktadır.⁶

Argon ve KTP lazerin ışınları methemoglobin içeren dokular tarafından kuvvetli absorbe edilmeleri nedeniyle kanama potansiyeli yüksek granülasyon dokusu, inflame dokular ve vasküler tümörlerde minimal kanama ile tedavi edilebilirler. Benzer şekilde, kolesteatoma matriksinin temizlenmesinde bu lazerler kullanılmaktadır.^{7,8}

Otolojik cerrahide ilk kullanılan lazerlerden olan argon lazer, stapes tabanının ve posterior kururanın vaporizasyonunda, tabana delik açılmasında, adezyonlarda ve kemikçik zinciri remodelinginde kullanılmaktadır. KTP lazerin doku üzerine olan etkileri argon lazere benzemektedir. Her iki lazerde sıvıdan iletilir, kırmızı pigmentli yapılar tarafından absorbe edilir. Özellikle stapes tabanı cerrahisinde, stapes tabanı tarafından absorbe edilmeyen lazer ışınları, perilenften geçerek iç kulaktaki pigmentli vasküler ve nöroepitelyal yapılarda hasar oluşturma riskine sahiptir.⁹

Er:YAG lazerin penetrasyon derinliği az olduğundan komşu doku hasarı derecesi de oldukça düşüktür. Foto-ablasyon etkisine sahip ve etki süresi kısadır. Yapılan çalışmalarda yüksek frekans sensörinöral işitme kaybı oluşturan akustik travma gelişimi bildirilmiştir. Günümüzde stapes cerrahisinde artık kullanılmamaktadır. Uygulama sayısının 13'ü geçmemesi ve her uygulamanın da 35 mJ'yu aşmaması gerektiği bildirilmiştir.¹⁰

CO₂ lazer geçmiş yıllarda fiberoptik sistemle taşınması nedeniyle otolojik cerrahide

mikroskoba adapte edilmiş mikromanipulâtör yardımıyla kullanılmakta idi. Bu durum kullanım zorluğuna neden olmaktadır, son yıllarda CO₂ lazerin fiberoptik uygulamalarının da geliştirilmesi bu dezavantajı ortadan kaldırmaktadır. CO₂ lazer ışınları, argon lazer ışınlarına göre kemik doku tarafından daha fazla absorbe edilmektedir. Stapes tabanında oluşturduğu penetrasyon derinliği 0,01 mm dir. Bu özellik sayesinde stapes tabanında daha kolay yeterli ve güvenli açıklık oluşturulur.^{5,11} CO₂ lazer ışınları labirent sıvıları tarafından absorbe edilmeleri nedeniyle iç kulak hasarı riski diğer lazerlere göre daha düşüktür.⁵

Otolojide Lazerin Yaygın Kullanım Alanları

Otolojide ilk lazer kullanımı 1980 yıllarda Perkins ve DiBartolomeo'nun Argon lazer kullanması ile başlar, daha sonraki yıllarda ise KTP lazer kullanımı ile devam etmektedir.^{12,13} Lesinski ve Palmer⁶ 1989 yılında, CO₂ lazer ile ilgili yeni gelişmeleri ve stapes cerrahisindeki uygulamaları yayımlamıştır. Perkins¹², stapes tabanında delik açmak için argon lazer kullandığını ve geleneksel yöntemle göre daha az orta ve iç kulak hasarı riski oluşturduğunu bildirmiştir.

Günümüzde otolojik cerrahide lazer kullanımı güvenli bir prosedür olarak kabul edilmektedir.¹⁴ Otolojide lazer; timpanostomilerde, ventilasyon tüpü uygulamalarında, kulak zarı adezyonlarında, kemikçik zinciri mobilizasyonu ve remodelinginde, dış kulak stenozlarında, otoplastide ve günümüzde daha yaygın olarak otoskleroz cerrahisinde kullanılmaktadır.^{6,13,15,16}

1. Dış Kulakta Lazer Uygulamaları

Dış kulak patolojilerinden stenozların, vasküler lezyonların, polip ve granülasyon dokularının tedavisinde lazer kullanılabilir. Özellikle dış kulağın membranöz tip stenozlarında CO₂ lazer kullanımı önerilmektedir.¹

Kulaktaki kartilaj deformitelerinin tedavisinde, lazeri ilk kez 1993 yılında Helidonis kullanmıştır.¹⁵ Leclere ve ark.¹⁶, kepçe kulak deformiteli hastalarda heliks ve

konkanın her iki tarafına 1540 nm Er:YAG lazeri 70-80 J/cm² olacak şekilde uygulanarak kartilajı yeniden şekillendirmiş ve bu hastalarda klasik cerrahi yöntemlerden daha doğal bir kontur elde ettiklerini, bu uygulama sonrasında kartilaj ve cilt nekrozu ile karşılaşmadıklarını bildirmişlerdir. Aynı amaçla ve benzer kozmetik sonuçların elde edildiği Nd:YAG lazer kullanılmaktadır. Bu uygulamanın lokal veya genel anestezi altında yapılabileceği, uygulama esnasında soğutucu sprelerin kullanılmasının yanık oluşumunu engellediği ve minimal invaziv bir yöntem olduğu ileri sürülmüştür.¹⁷

CO₂ lazer ile otoplasti ise önce cilt insizyonu yapılması ve sonrasında kartilaja lazer uygulayarak kulak kartilajının şekillendirilmesi gerekmektedir. Bu teknikte en önemli dezavantaj cilt insizyonunun yapılmasıdır.¹⁸ Lazer ışınları ile dokulara 45-50 °C ısı uygulandığında, özellikle deri ile ilgili deneysel çalışmalarda ısı şok proteini (HSP70) aşırı salındığı ve bununla birlikte büyüme faktörlerinin de (TGFb1) salınımının arttığı gösterilmiştir.^{19,20} Özellikle kulak kartilajının remodelinginde bu salınan faktörlerin etkili olduğu belirtilmiştir.¹⁶

2. Kulak Zarında Lazer Uygulamaları

Günümüzde, kulak zarı ile ilgili olarak miringotomilerde lazer uygulanmaktadır. Miringotomi için sıklıkla CO₂ veya Er:YAG lazer tercih edilmektedir. Konvansiyonel yöntemlerle yapılan miringotomilerde kulak zarı 2-4 günde kapanırken lazer miringotomi yapılanlarda bu süre 3-4 haftaya kadar uzamaktadır. Bu sürenin orta kulaktaki efüzyonun iyileşmesi için yeterli bir süre olduğu savunulmaktadır. Literatürde geleneksel miringotomi, lazer miringotomi ve ventilasyon tüpü uygulamalarının yapıldığı karşılaştırmalı çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmaların sonucunda efüzyonlu otitis medianın tedavisinde lazer miringotomi yapılmış hastalarda ventilasyon tüpü sonuçlarına benzer sonuçların gözlemlendiği bildirilmiştir.^{21,22}

3. Orta Kulakta Lazer Uygulamaları

Orta kulak ile ilgili olarak en sık uygulama alanı stapes cerrahisidir. Bunun dışında timpanoplastilerde, kemikçik patolojilerinde, kolesteatoma cerrahisinde ve orta kulağın vasküler tümörlerinin tedavisinde lazer cerrahisi uygulanabilir. Sıklıkla KTP ve CO₂ lazer tercih edilmektedir.

Timpanoplastilerde lazerin üç amaçla kullanılabileceği bildirilmiştir:¹ 1. Kansız bir cerrahi sahanın elde edilmesi için timpanomeatal flep insizyonunun yapılması, 2. Perforasyon kenarlarının dezepitelizasyonu ve 3. Konjenital kolesteatoma olgularında kulak zarının malleustan ayırmak içindir. Bunun dışında malleus medializasyonu olan olgularda malleusun medialize olmasına neden olan skar dokularının temizlenmesinde lazer kullanımı önerilmiştir.²³

Kolesteatoma cerrahisinde, stapes tabanı veya kuruları arasında yerleşmiş kolesteatoma matriksinin temizlenmesinde, el probu yardımı ile kemikçik zinciri çevresindeki kolesteatoma matriksinin yok edilmesinde, intratimpanik konjenital kolesteatomanın temizlenmesinde lazer kullanılabilir.^{24,25} Özellikle ulaşılması zor sinüs timpani, supratubal resses ve köşe noktalara endoskop ve ucu kıvrılmış lazer problemleri sayesinde ulaşarak bu alanlardan kolesteatomanın temizlenmesi mümkündür.²⁶

Orta kulağa yerleşen vasküler tümör olan glomus timpanikumu besleyen damarların kuagülasyonunda lazerden faydalanılabilmektedir. Bu amaçla Nd:YAG ve CO₂ lazer kullanılmaktadır. Kemik defekti yapmış büyük tümörlerin çıkarılmasında lazer kullanımı pek önerilmemektedir.²⁷

Lazerin otoskleroz cerrahisinde kullanılması ile kanama, kemikçik zinciri problemleri (dislokasyon ve kırılma gibi), yüzen taban ve akustik travma gibi komplikasyon oranlarında azalma görülmüş ve önemli avantajlar elde edilmiştir. Bu avantajlar cerrahi tedavi esnasında koklear hasar riskini azaltarak istenilen fonksiyonel sonuçların elde edilmesini mümkün kılmaktadır. Lazer enerjisinin aralıklı uygulanması ve bu aralarda

dokunun soğuması çevre dokularda oluşacak termal hasarın minimize etmektedir.⁹

Geçmiş 30 yılda CO₂ lazerin fiberoptik kablo ile taşınmaması ve mikromanipulatör yardımı ile kullanılması nedeniyle çevre dokularda hasar oluşma riskinin yüksek olduğu bildirilmiştir. Son yıllarda CO₂ lazerinde fiberoptik sistemle uygulama alanı bulması ile Vincent ve ark.'larının²⁸ 214 hastada yaptıkları çalışmada primer otoskleroz cerrahisinde KTP lazere göre daha iyi işitme sonuçlarının elde edildiği gösterilmiştir. Sonraki çalışmalarda benzer sonuçlar ortaya konulmuştur.⁵

Farklı lazerlerin kullanıldığı, stapes cerrahisi yapılmış hastalar ile ilgili yapılmış çalışmalarda CO₂ lazer ile KTP ve Er:YAG lazer uygulamaları işitme sonuçları ve komplikasyonlar açısından karşılaştırılmıştır. Bu çalışmalarda CO₂ lazer ile stapedotomi yapılmış hastalarda, her iki tip lazere göre işitme sonuçlarının daha iyi olduğu ve en kötü işitme sonuçlarının Er:YAG lazer ile stapedotomi yapılan hastalarda elde edildiği bildirilmiştir.^{5,12} Lazer stapedotomi sonrasında, geleneksel yöntemlere göre daha düşük oranlarda tinnitus ve vertigo şikayeti oluşmaktadır. Tinnitus şikâyeti, CO₂ lazer ile stapedotomi yapılan hastalarda %9, Er:YAG lazer kullanılanlarda %4 olduğu²⁹⁻³¹, vertigo şikâyetinin ise KTP lazerde %39, Er:YAG lazerde %20 oranında ortaya çıktığı saptanmıştır.^{10,32}

5. İç Kulakta Lazer Uygulamaları

İç kulakta lazer uygulanması nadir durumlardan biridir. Tinnitus tedavisinde,

ossifiye koklealarda kokleostomi açılmasında ve endolenfatik hidrops olgularında makulanın tahrip edilmesinde lazer kullanılmaktadır.

Tinnitus, dışarıdan akustik uyaran olmaksızın ses algılanması olarak tanımlanmaktadır. Tinnitusta tedavi alternatifleri çok çeşitlidir. Günümüzde lazer terapi tinnitus tedavi alternatiflerinden biridir. Lazer dış kulak yolundan veya retroaurikular bölgeden uygulanmaktadır. Lazer uygulamasının iç kulakta kan akımı, büyüme faktörlerinin salınımı ve hücre proliferasyonunu artırarak tinnitus tedavisine olumlu katkı sağladığı ileri sürülmüştür.³³ Mirvakili ve ark.'ları³⁴, sensörinöral işitme kaybının neden olduğu tinnitus tedavisi için hastalara düşük seviyeli lazer uygulamış, erken dönemde lazerin tinnitus tedavisinde etkili olduğu, tedavi tamamlanmasından üç sonraki dönemde tedavi edici etkisinin azaldığını bildirmişlerdir. Çift kör, plasebo kontrollü başka bir çalışmada, 5 mV ve 650 nm dalga boyunda lazer uygulamasının tinnitus tedavisinde plasebodan farklı bir etkiye sebep olmadığı ortaya konulmuştur.³⁵

Lazer kokleostomi ile ilgili yapılan bir çalışmada, insan ve kobay temporal kemik modellerinde fiber iletimli CO₂ lazer kullanılmış, kokleanın korunması ve hibrid cihazların uygulanması açısından lazer kullanımının yeni bir ufuk açacağı belirtilmiştir.³⁶ Endolenfatik hidrops hastalarında, stapedektomi penceresinden lazer kullanılarak, ampuller fonksiyon bozulmadan makulanın tahrip edilmesinin mümkün olduğu bildirilmiştir.³⁷

KAYNAKLAR

1. Özgirgin ON. Otolojide Lazer Kullanımı. Türkiye Klinikleri J ENT-Special Topics 2013; 6: 26-34.
2. Simpson GT, Polanyi TG. History of the carbondioxide laser in otolaryngologic surgery. OtolaryngolClin North Am 1983;16: 739-52.
3. Ossoff RH, Garrett CG, Reinisch L. Lazer Cerrahisi: Temel prensipler ve güvenlik unsurları. Cummings CW, Şint PW, Harker LA, Haughey BH, Richardson MA, Robbins

- KT, Schüller DE, Thomas JR, Editors. Koç C, Çeviri Editörü. Cummings Otolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi. 4. cilt, 4. baskı. Philadelphia, Elsevier Mosby 2007 pp. 214-31.
4. Kamalski DM, Wegner I, Tange RA, Vincent R, Stegeman I, van der Heijden GJ, et al. Outcomes of different laser types in laser-assisted stapedotomy: a systematic review. *Otol Neurotol* 2014; 35: 1046-51.
 5. Vincent R, Bittermann AJ, Oates J, Sperling N, Grolman W. KTP versus CO2 laser fiber stapedotomy for primary otosclerosis: results of a new comparative series with the otology-neurotology database. *Otol Neurotol* 2012; 33: 928-33.
 6. Lesinski SG, Palmer A. Lasers for otosclerosis: CO2 vs. Argon and KTP-532. *Laryngoscope*. 1989; 99(6 Pt 2 Suppl 46): 1-8.
 7. Nissen AJ. Laser applications in otologic surgery. *Ear Nose Throat J*. 1995; 74: 477-82.
 8. Thedinger BS. Applications of the KTP laser in chronic ear surgery. *Am J Otol* 1990; 11: 79-84.
 9. Ferlito S, Nane S, Grillo C, Maugeri M, Cocuzza S, Grillo C. Diodes laser in ENT surgery. *Acta Medica Mediterranea* 2011; 27: 79-83.
 10. Häusler R, Schär PJ, Pratisto H, Weber HP, Frenz M. Advantages and dangers of erbium laser application in stapedotomy. *Acta Otolaryngol* 1999; 119: 207-13.
 11. Jovanovic S, Schönfeld U, Prapavat V, Berghaus A, Fischer R, Scherer H, Müller GJ. Effects of continuous-wave lasers systems on stapesfootplate. *Lasers Surg Med* 1996; 19(4): 424-32.
 12. Perkins RC. Laser stapedotomy for otosclerosis. *Laryngoscope* 1980; 90: 228-40.
 13. DiBartolomeo JR, Ellis M. The argon laser in otology. *Laryngoscope* 1980; 90(11 Pt 1): 1786-96.
 14. Ditkoff M, Blevins NH, Perrault D, Shapshay SM. Potential use of diode lasers in middle ear reconstruction. *Lasers Surg Med* 2002; 31: 242-6.
 15. Helidonis E, Sobol E, Kavvalos G, Bizakis J, Christodoulou P, Velegarakis G, Segas J, Bagratashvili V. Lasers haping of composite cartilage grafts. *Am J Otolaryngol* 1993; 14: 410-2.
 16. Leclère FM, Petropoulos I, Mordon S. Laser-assisted cartilage shaping (LACR) for treating protrusions: a clinical study in 24 patients. *Aesthetic Plast Surg* 2010; 34: 141-6.
 17. Leclère FM, Vogt PM, Casoli V, Vlachos S, Mordon S. Laser-assisted cartilage reshaping for protruding ears: A review of the clinical applications. *Laryngoscope* 2015; 125: 2067-71.
 18. Ragab A. Carbondioxide laser-assisted cartilage reshaping otoplasty: a new technique for prominent ears. *Laryngoscope* 2010; 120(7): 1312-8.
 19. Capon A, Mordon S. Can thermal lasers promote skin wound healing? *Am J Clin Dermatol* 2003; 4: 1-12.
 20. Tiffée JC, Griffin JP, Cooper LF. Immuno localization of stress proteins and extracellular matrix proteins in the rattibia. *Tissue Cell* 2000; 32: 141-7.
 21. Yousaf M, Malik SA, Zada B. Laser and incisional myringotomy in otitis media with effusion-a comparative study. *J Ayub Med Coll Abbottabad* 2014; 26: 441-3.
 22. Lee CH, Lee JH, Kim HM. Flexible integration of laser myringotomy and ventilation tube for bilateral otitis media with effusion: analysis of laser tympanostomy versus ventilation tube. *PLoSOne* 2014; 23; 9: e84966.
 23. Saeed SR, Jackler RK. Lasers in surgery for chronic ear disease. *Otolaryngol Clin North Am* 1996; 29: 245-56.
 24. Lee CH, Kim JY, Kim YJ, Yoo CK, Kim HM, Ahn JC. Transcanal CO2 laser-enable ablation and resection (CLEAR) for intratympanic membrane congenital cholesteatoma. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2015; 79: 2316-20.
 25. Hamilton JW. Systematic preservation of the ossicular chain in cholesteatoma surgery using a fiber-guided laser. *Otol Neurotol* 2010; 31: 1104-8.
 26. Yau AY, Mahboubi H, Maducdoc M, Ghavami Y, Djalilian HR. Curve adjustable fiberoptic laser for endoscopic cholesteatoma surgery. *Otol Neurotol* 2015; 36: 61-4.
 27. Robinson PJ, Grant HR, Bown SG. Nd:YAG Glaser treatment of a glomus tympanicum tumour. *J Laryngol Otol* 1993; 107: 236-7.
 28. Vincent R, Grolman W, Oates J, Sperling N, Rovers M. A nonrandomized comparison of potassium titanyl phosphate and CO2 laser fiber stapedotomy for primary otosclerosis with the otology-neurotology database. *Laryngoscope* 2010; 120: 570-5.
 29. Marchese MR, Scorpecci A, Cianfrone F, Paludetti G. "One-shot" CO2 versus Er:YAG laser stapedotomy: is the outcome the same? *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2011; 268: 351-6.
 30. Lescanne E, Moriniere S, Gohler C, Manceau A, Beutter P, Robier A. Retrospective case study of carbondioxide laser stapedotomy with lens-based and mirror-based micromanipulators. *J Laryngol Otol* 2003; 117: 256-60.
 31. Keck T, Bürner H, Rettinger G. Prospective clinical study on cochlear function after erbium:yttrium-aluminum-garnet laser stapedotomy. *Laryngoscope* 2005; 115: 1627-31.
 32. Silverstein H, Rosenberg S, Jones R. Small fenestra stapedotomies with and without KTP laser: a comparison. *Laryngoscope* 1989; 99: 485-8.

33. Heller AJ. Classification and epidemiology of tinnitus. *Otolaryngol Clin North Am* 2003; 36(2): 239-48.
34. Mirvakili A, Mehrparvar A, Mostaghaci M, Mollasadeghi A, Mirvakili M, Baradaranfar M, et al. Low level laser effect in treatment of patients with intractable tinnitus due to sensorineural hearing loss. *J Lasers Med Sci* 2014; 5: 71-4.
35. Dehkordi MA, Einolghozati S, Ghasemi SM, Abolbashari S, Meshkat M, Behzad H. Effect of low-level laser therapy in the treatment of cochlear tinnitus: a double-blind, placebo-controlled study. *Ear Nose Throat J* 2015; 94: 32-6.
36. Fishman AJ, Moreno LE, Rivera A, Richter CP. CO(2) laser fiber soft cochleostomy: development of a technique using human temporal bones and a guinea pig model. *Lasers Surg Med* 2010; 42: 245-56.
37. Okuno T, Nomura Y, Young YH, Hara M. Argon laser irradiation of the otolithic organ. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1990; 103: 926-30.