



Solar lentigo tedavisinde uzun atımlı alexandrite lazerin etkinlik ve güvenilirliği

Efficacy and safety of long-pulsed alexandrite laser for the treatment of solar lentigines

İb Şükran Sarıgül Güdük, İb Sadiye Kuş*

Haliç Üniversitesi Tıp Fakültesi, Dermatoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

*Özel Muayenehane, İstanbul, Türkiye

Öz

Amaç: Solar lentigo tedavisinde nanosaniye Q-anahtarlı QA ve pikosaniye (PS) lazerler başta olmak üzere pek çok lazerin başarılı olduğu bildirilmiştir. Ancak PS lazerler çok pahalı sistemlerdir. QA lazerler ise koyu tenli hastalarda yüksek post-enflamatuvar hiperpigmentasyon (PIH) riskine sahiptir. Çalışmamızın amacı, solar lentigo tedavisinde uzun atımlı alexandrite lazerin etkinlik ve güvenilirliğini incelemek, sonuçlarımızı nano- ve piko-saniye lazer kullanılan mevcut çalışmalarla karşılaştırmak ve rekürrens açısından uzun dönemli sonuçlarını bildirmektir.

Gereç ve Yöntem: Klinik olarak solar lentigo tanısı nedeniyle uzun atımlı alexandrite lazer uygulanmış 39 hasta retrospektif olarak analiz edildi. Hasta dosyaları ve fotoğrafları; demografik özellikler, tedavi bölgeleri, seans sayısı, lazer parametreleri, lezyonların rekürrensi, Fitzpatrick deri tipi ve yan etkiler açısından gözden geçirildi.

Bulgular: iyileşme derecesi 33 (%84,6) hastada mükemmel, 4 (%10,3) hastada orta ve 2 (%5,1) hastada hafif olarak değerlendirildi. PIH, Fitzpatrick deri tipi III ve IV olan 7 (%17,9) hastada gelişti. Beş (%12,8) hastada lentigo lezyonları nüksetti. Nükse kadar geçen süre ortalama 57,98±4,45 ay olarak hesaplandı.

Sonuç: Çalışmamız, uzun atımlı alexandrite lazerin solar lentigo tedavisinde etkili ve güvenilir bir tedavi seçeneği olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Solar lentigo, solar lentigo tedavisi, solar lentiginler, alexandrite lazer

Abstract

Background and Design: Various lasers, mainly nanosecond Q-switched (QS), and picosecond lasers, have been successfully used to treat solar lentigines. However, picosecond lasers are expensive, and QS lasers have a higher risk of post-inflammatory hyperpigmentation (PIH) in darker skin types. The aim of our study is to examine retrospectively the efficacy and safety of long-pulsed alexandrite laser in the treatment of solar lentigines, compare our findings to previous studies with nano and pico-second lasers, and evaluate long-term outcomes regarding recurrence.

Materials and Methods: We retrospectively analyzed 39 patients with a clinical diagnosis of solar lentigo treated by long pulsed alexandrite laser. Patients' photographs and clinical charts were reviewed in terms of demographic features, areas of treatment, number of sessions, laser settings, recurrence of lesions, Fitzpatrick's skin type, and any side effects observed.

Results: The rate of improvement was excellent in 33 (84.6%), moderate in 4 (10.3%), and mild in 2 (5.1%) patients. Seven (17.9%) patients with Fitzpatrick's skin type III and IV developed PIH. Lesion recurrence was observed in 5 patients (12.8%). Mean time to recurrence was 57.98±4.45 months.

Conclusion: Our study suggests that long pulsed alexandrite laser is an effective and safe option in the treatment of solar lentigines.

Keywords: Solar lentigo, solar lentigo treatment, solar lentigines, alexandrite laser

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Şükran Sarıgül Güdük, Haliç Üniversitesi Tıp Fakültesi, Dermatoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Tel.: +90 216 565 00 23 **E-posta:** sukran_sarigul@yahoo.com **Geliş Tarihi/Received:** 10.01.2023 **Kabul Tarihi/Accepted:** 21.07.2023

ORCID: orcid.org/0000-0003-2850-6209

Cite this article as: Sarıgül Güdük Ş, Kuş S. Efficacy and safety of long-pulsed alexandrite laser for the treatment of solar lentigines.

Turkderm-Turk Arch Dermatol Venereol 2023;57:108-12

©Telif Hakkı 2023 *Deri ve Zührevi Hastalıklar Derneği / Türkderm-Deri Hastalıkları ve Frengi Arşivi Dergisi, Galenos Yayınevi tarafından yayınlanmıştır. Creative Commons Atıf-GayriTicari-Türetilemez 4.0 (CC BY-NC-ND) Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.*



Giriş

Solar lentigolar; genellikle yüz, el ve önkolların dorsal yüzlerinde görülen, iyi huylu, hiperpigmente maküler lezyonlardır. Bazal tabakada melanosit proliferasyonu ve melanin üretiminde artış sonucu ortaya çıkarlar. Soliter veya multipl sayıdaki lezyonların büyüklüğü, bir milimetreden küçük olabildiği gibi birkaç santimetreye ulaşabilir¹.

Solar lentigo prevalansı ve yaşlanma arasında güçlü bir korelasyon vardır. Elli yaş üzerindeki beyaz insanların %90'ından fazlasında solar lentigo görülür².

Solar lentigo tedavisinde, melaninin geniş absorpsiyon spektrumu nedeniyle başta Q-anahtarlı (QA) ve pikosaniye (PS) lazerler olmak üzere çeşitli lazer tiplerinin başarılı olduğu bildirilmiştir³. Ancak PS lazerler çok yüksek maliyetleri nedeniyle yaygın ve kolay ulaşılabilir değildir. QA lazerler ise koyu tenli hastalarda %47'ye ulaşan yüksek post-enflamatuvar hiperpigmentasyon (PIH) riskine sahiptir⁴. Solar lentigo tedavisinde uzun-atımlı alexandrite lazerin (UAAL) kullanımına dair çok az yayın vardır⁵⁻⁸. Ayrıca, bu yayınlarda hastaların lazer tedavisi sonrası uzun dönemli takip sonuçları ve rekürrens oranları bildirilmemiştir.

Çalışmamızın amacı, solar lentigo tedavisinde UAAL'nin retrospektif olarak etkinlik ve güvenilirliğini incelemek, sonuçlarımızı nano- ve pikosaniye lazer kullanılan mevcut çalışmalarla karşılaştırmak ve rekürrens açısından uzun dönemli sonuçlarını bildirmektir.

Gereç ve Yöntem

Hastalar

Ekim 2013 ve Nisan 2022 tarihleri arasında klinik ve dermoskopik olarak solar lentigo tanısı almış ve UAAL (Apogee+, Cynosure, Westford, MA) uygulanmış 39 hasta retrospektif olarak analiz edildi. Hasta dosyaları ve fotoğrafları; demografik özellikler, tedavi bölgeleri, seans sayısı, lazer parametreleri, lezyonların rekürrensi, Fitzpatrick deri tipi ve yan etkiler açısından gözden geçirildi. İşlem sonrası kabuklanma dışındaki uzamış eritem, vezikül, pigmentasyon, depigmentasyon, skar veya keloid oluşması ve ülserasyon yan etki ve komplikasyon olarak analize dahil edildi.

Gebe, keloid veya hipertrofik skar hikayesi olan, tedavi alanında aktif enfeksiyonu olan, fotosensitivite veya fotosensitif epilepsisi olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

Çalışmamız Haliç Üniversitesi Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (onay numarası: 226, tarih: 30.11.2022). Hasta onamı alınmıştır.

Lazer tedavisi

Tedavi öncesinde tedavi edilecek bölge yıkanarak mevcut kozmetiklerden temizlenmiş ve antisepsi için %70 etil alkol uygulanmıştır.

Solar lentigo lezyonları, tek bir hekim tarafından (Ş.S.G.) 5 mm spot büyüklüğü, 5 msn pulse süresi ve 35-50 joule/cm² enerji kullanılarak tedavi edildi. Tedavi sırasında termal hasar ve acıyı azaltmak için soğuk hava (Zimmer Elektromedizin, Ulm, Almanya) kullanıldı. Kullanılan enerji pigmentasyon derecesine göre belirlendi; açık renkli lezyonlarda daha yüksek dozlar kullanıldı. Lazer atışından hemen sonra lezyonlarda koyulaşma, beyaz veya gri renk değişikliği veya lezyon alanının ayrışması tedavi sonlanma noktaları olarak belirlendi. Bu amaçla ortalama 1-5 lazer atışı yapıldı. İşlem öncesinde topikal anestezi uygulanmadı.

Tedavi sonrasında işlem alanına bakır sülfat, çinko oksit, çinko sülfat içeren bir krem (Avene Cicalfate®) uygulandı ve oluşan kabuklar düşene

kadar günde iki kez uygulamaya devam edilmesi önerildi. PIH riskini azaltmak için haftada iki gece retinoik asit (%0,1) ve günlük güneşten koruyucu reçete edildi. Hastaların, tedavi alanı kuru ise (herhangi bir serum sızıntısı, kanama, vs. yok) ertesi günden itibaren yüzlerini yıkamalarına ve makyaj yapmalarına izin verildi.

Tüm hastalar işlemden 1, 4 ve 8 hafta sonra görüldü ve hastalara işlem sonrası 6 ay arayla kontrole gelmeleri önerildi. Tedavi sonrası etkinlik ve yan etkiler, farklı bir dermatolog (S.K.) tarafından retrospektif olarak tedavi öncesi ve 8 haftadaki fotoğraflar karşılaştırılarak değerlendirildi. Pigment açılması, 4 dereceli iyileşme ölçęği kullanılarak değerlendirildi; <%25: İyileşme yok veya çok az, %26-50: Hafif iyileşme, %51-75: Orta derecede iyileşme, %76-100: Mükemmel iyileşme.

İstatistiksel Analiz

Verilerin tanımlayıcı istatistiklerinde ortalama, standart sapma, medyan en düşük, en yüksek, frekans ve oran değerleri kullanılmıştır. Lezyonların nüksettiği hastalarda, nükse kadar geçen ortalama sürenin hesaplanması için Kaplan-Meier analizi yapılmıştır.

Bulgular

Yaşları 30 ila 75 arasında değışen (ortalama: 53,1 yıl) 35 kadın (%89,7) ve 4 erkek (%10,3) hasta mevcuttu. Çalışma grubunu Fitzpatrick deri tipi II (n=17), III (n=20) ve IV (n=2) hastalar oluşturmaktaydı. Lentigo lezyonları yüz (n=33), eller (n=5) ve sırt (n=1) bölgesinde lokalize idi. Yirmi dokuz (%74) hastada 1 seans, 10 (%26) hastada 2 seans tedavi uygulanmıştır. Hastaların medyan takip süresi 16 aydır (ranj: 2-105).

İyileşme derecesi 33 (%84, 6) hastada mükemmel, 4 (%10,2) hastada orta ve 2 (%5,1) hastada hafif olarak değerlendirildi (Şekil 1).

Beş (%12,8) hastada lentigo lezyonları nüksetti. Nükse kadar geçen median süre 60 ay (ortalama: 57,98±4,45) olarak hesaplandı.

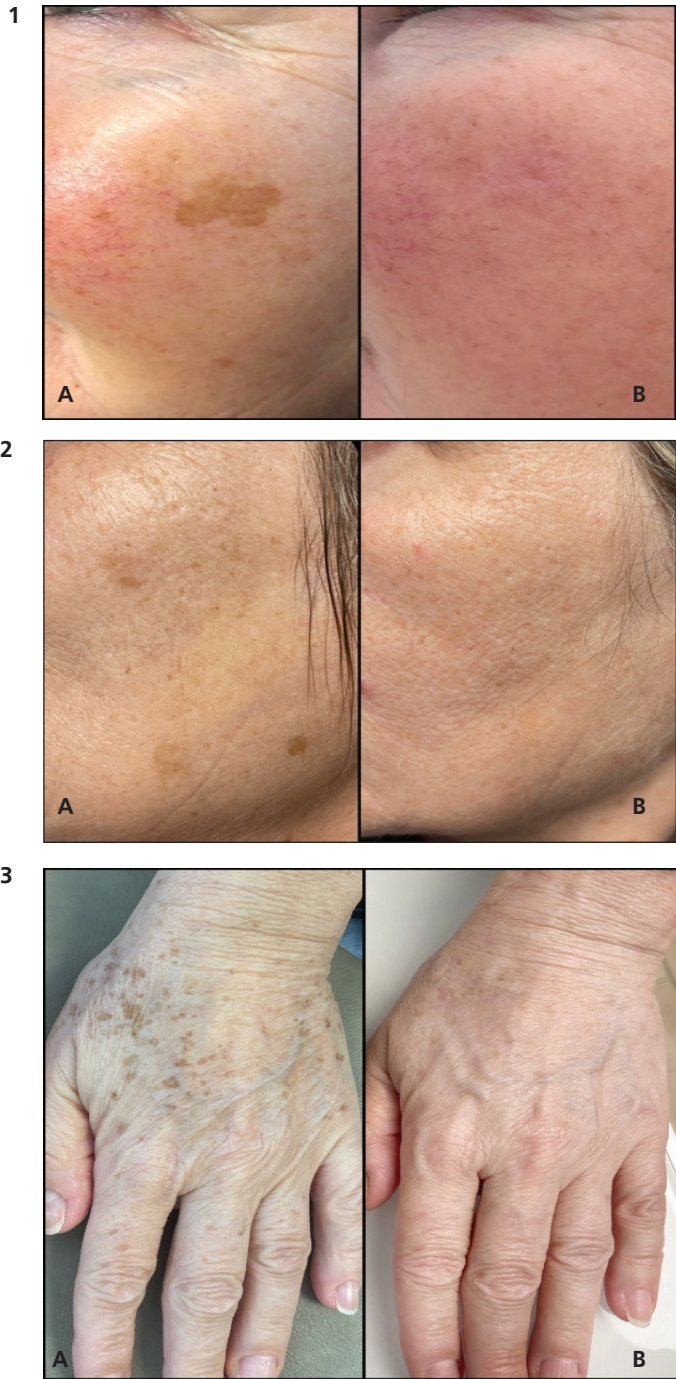
PIH, Fitzpatrick deri tipi III ve IV olan 7 (%18) hastada gelişti. Hastalara, pigmentasyon düzeline kadar (ortalama 9.7±3.5 hafta) retinoik asitli kremi haftada iki gün kullanmaya devam etmeleri önerildi. Hiçbir hastada ülser, skar, keloid izlenmedi.

Hastalara ait demografik özellikler ve bulgular Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tartışma

Literatürde solar lentigo tedavisinde UAAL'nin değerlendirildiği çok az sayıda çalışma vardır ve 10 yıldan uzun zaman önce yayınlanmıştır⁵⁻⁸. UAAL'nin kullanıldığı bu çalışmaların etkinlik ve güvenilirliğine dair sonuçları çelişkilidir. Rosenbach ve ark.⁵ solar lentigo için UAAL uyguladıkları hastaların %90'ında mükemmel veya tam iyileşme ve yan etki olarak iki hastada sadece hipopigmentasyon bildirmişlerdir. Buna karşılık Ho ve ark.⁶ UAAL ile anlamlı bir iyileşme olmadığını ve %20 oranında PIH geliştiğini gözlemlemişlerdir. UAAL kullanılan hastalarda PIH riski %0 ve %20 arasında bildirilmiştir. Bildirilen diğer komplikasyonlar hipopigmentasyon ve erozyonlardır⁵⁻⁸.

Solar lentigo tedavisinde başlıca hedef melanozomlardır. Solar lentigo için ideal bir lazer, çevre dokuya zarar vermeksizin selektif olarak melanozomları hedef alan lazer olarak tanımlanabilir. Bu açıdan QA ve PS lazerler, melanozomların termal relaksasyon süresinden daha kısa atım sürelerine sahip olmaları nedeniyle bu endikasyon için ideal tedavi seçeneği olarak düşünülebilir. Ayrıca, uzun atım süreli lazerlerin sadece fototermal etkiyle doku hasarı oluşturduğu; buna karşılık QA lazerlerin



Şekil 1. Solar lentigo tedavisi için alexandrite lazer uygulanmış, işlem öncesi (A) ve sonrası (B) hasta örnekleri. 1: Sol yanakta soliter lentigo, 2: Sol yanak bölgesinde multipl lentigo lezyonları, 3: Sol el dorsumunda multipl lentigo lezyonları

hem fototermal hem de fotomekanik reaksiyonlarla etki ettiği ileri sürlmştr⁷. Buna karşılık yazarlar, solar lentigo tedavisinde UAL'yi minimal yan etki ve iyileşme süresine sahip etkili bir seçenek olarak yıllardır kullanmaktadır. Bu nedenle çalışmamız, solar lentigo tedavisinde UAL'nin etkinlik ve güvenilirliğini araştırmanın yanı sıra elde ettiğimiz

Tablo 1. Demografik özellikler ve bulgular

Karakteristik özellikler	N: sayı (%)
Toplam hasta sayısı	39 (%100)
Cinsiyet	
Kadın	35 (%90)
Erkek	4 (%10)
Ortalama yaş (yıl)	53,1
Fitzpatrick's deri tipi	
II	17 (%44)
III	20 (%51)
IV	2 (%5)
Seans sayısı	
1	29 (%74)
2	10 (%26)
İyileşme derecesi	
Mükemmel (%76-100)	33 (%84,6)
Orta (%51-75)	4 (%10,2)
Hafif (%25-50)	2 (%5,1)
Kötü (<%25)	0
Post-enflamatuvar hiperpigmentasyon (PIH)	7 (%17,9);
PIH'nin tam iyileşmesi için ortalama süre (hafta)	9,7±3,5
Rekürrens	
Hasta sayısı	5 (%12,8)
Ortalama rekürrens olmadan geçen süre (ay)	60 (57,98±4,45)

sonuçları literatürde bildirilen QA ve PS lazerlerle karşılaştırmayı da amaçlamıştır.

Anderson ve ark.⁹ QA neodimyum-doped itriyum alüminyum granat (Nd:YAG) lazerin kutanöz pigmentasyonda etkinliğini gösteren ilk araştırmacıdır. Bu araştırmayı takiben melanin absorpsiyon katsayısının yüksek olması nedeniyle pigmente lezyonlarda QA nanosaniye lazerler tatminkar sonuçlarla birlikte daha çok tercih edilmiş ve daha yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Ancak koyu tenli hastalarda lentigoda PIH riski, QA lazer tedavilerinde yaklaşık olarak %25'tir ve %47'ye kadar varan yüksek oranlar bildirilmiştir^{4,10,11}. PIH gelişmesinde hemoglobin ve melanine fototermal hasar sonucu gelişen enflamatuvar yanıt suçlanmıştır^{6,12}.

Ho ve ark.⁷ prospektif bir çalışmada Çinli 20 hastada (Fitzpatrick deri tipi III-IV) çil ve lentigo tedavisinde QA alexandrite lazer ve UAL'yi karşılaştırmışlardır. Bu epidermal lezyonların tedavisinde her iki lazer tipi de etkili olmasına rağmen PIH riski, UAL'ye karşılık (%7) QA lazerle daha yüksek bulunmuştur (%22)⁷. UAL tedavisinde PIH riskinin daha düşük olması; lazer ışığının hedef melanin tarafından daha fazla absorpsiyonu, buna karşılık rakip kromoforlar (oksihemoglobin) tarafından minimal absorpsiyonu; bunun sonucunda da pigment yüklü yapıların daha az hasar görmesi ile ilişkilendirilmiştir¹³. Bu bulgular, UAL ile çoğunluğu PIH riski daha düşük açık tenli hastalardan oluşan önceki çalışmalarla benzerdir^{5,8}.

PS lazerlerin, QA lazerlere kıyasla daha etkili olduğu ve yan etki insidanslarının daha düşük olduğu bildirilmiştir. PS lazerler daha büyük fotomekanik etkiye neden olur ancak ısı difüzyonu daha azdır.

Bunun sonucunda çevre yapılarda daha az fototermal hasar gelişir¹². Negishi ve ark.¹⁴ solar lentigoları olan 20 Asyalı hastayı (Fitzpatrick deri tipi III ve IV) PS 532 nm Nd:YAG lazer kullanarak tedavi etmiş ve lezyonların 40 tanesinde (%93,02) bir seans sonrası %75'den fazla iyileşme gözlemişlerdir. Hastaların 3 (%15) tanesinde ve lezyonların 3 tanesinde (%4,65) PIH gelişmiştir¹⁴. Buna karşılık Kauvar ve ark.¹⁵ 12 haftalık takipte %20 (4/20) PIH, tedavi edilen alanların %73'ünde \geq %50 iyileşme bildirmişlerdir. İlginç bir şekilde çalışmayı tamamlayan hastaların (%88) Fitzpatrick deri tipi II idi¹⁵. PS lazerlerin değerlendirildiği solar lentigo çalışmalarını ayrıntılı olarak incelediğimizde, düşük yan etki oranlarının hasta sayısı yerine lezyon sayısı veya seans sayısı göz önüne alınarak hesaplandığını görebiliriz^{10,14}. Örneğin; Guss ve ark.¹⁰ PS lazerle tedavi ettikleri 255 lezyonun %0,8'inde (n=2) PIH bildirmişlerdir. Ancak PIH oranı lezyon değil, hasta sayısı ele alındığında (1/6) %10'dur¹⁰. Benzer şekilde; Chan ve ark.¹⁶ 137 seansın %10'unda (4/137) PIH bildirmişlerdir. PIH gelişen hasta sayısına bakıldığında bu oranın %25 olduğu görülebilir (5/20).

Çalışmamızda solar lentigo tedavisi için UAAL kullanılan hastaların %85'inde (n=33) mükemmel derecede iyileşme gözlenmiştir. Hastaların %18'inde PIH izlenmiştir. Sadece iki hastada açılma derecesi hafif (%26-50) olarak değerlendirilmiştir. Bu hastalardaki lezyon rengi açık kahverengi idi. En iyi iyileşmenin koyu renkli lentigolu hastalarda görüldüğü bu durum Trafeli ve ark.⁸ tarafından vurgulanmıştır. Bu nedenle açık renkli lentigo lezyonları UAAL tedavisi için iyi bir seçenek değildir.

Çalışma hastalarımızın %50'den fazlasının (%59) PIH gelişmesi açısından daha yüksek riskli tip III ve IV deri tipine sahip hastalardan oluştuğunu vurgulamak gerekir. Buna rağmen gözlenen PIH oranı, QA veya PS lazer kullanılan bazı çalışmalarla kıyaslandığında benzer veya daha düşük bulunmuştur^{4,7,10,11,14-16}. Literatürde QA ve PS lazerlerle bildirilen hipopigmentasyon veya uzun süreli eritem hastalarımızın hiçbirinde gelişmemiştir^{14,17,18}. Çalışmamız, UAAL'nin solar lentigo tedavisinde etkinlik ve güvenilirlik açısından OA ve PS lazerlere benzer olduğunu göstermektedir.

Bildiğimiz kadarı ile çalışmamız, solar lentigo tedavisi sonrası rekürrens oranı açısından uzun dönemli takip sonuçlarını bildiren ilk çalışmadır. Klinik olarak lezyonlar iyileşmiş görünse de 5 (%12,8) hastada rekürrens izlendi. Rekürrense kadar geçen ortalama süre 57,98±4,45 ay idi. Bu nedenle tedavi öncesinde hastalar solar lentigo lezyonlarının nüksedebileceği konusunda uyarılmalı ve tamamen kaybolursa da takip edilmelidir.

Çalışmanın Kısıtlılıkları

Retrospektif olması, çalışmamızın belirtilmesi gereken ilk sınırlamasıdır. Bunun dışında genelleme yapılması için hasta sayısı az ve takip süresi kısa olarak değerlendirilebilir. Bu nedenle sonuçlarımızın verifikasyonu için daha geniş hasta sayıları ve daha uzun takip sürelerine sahip çalışmalar gereklidir.

Sonuç

Çalışmamız, UAAL'nin solar lentigo tedavisinde etkili ve güvenilir bir tedavi seçeneği olduğunu göstermektedir. Bu nedenle bu endikasyonda nanosaniye QS ve PS lazerlere ilave olarak birinci seçenek lazer tedavileri arasında düşünülebilir.

Etik

Etik Kurul Onayı: Çalışmamız Haliç Üniversitesi Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (onay numarası: 226, tarih: 30.11.2022).

Hasta Onayı: Hasta onamı alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Editörler kurulu dışında olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulamalar: Ş.S.G., Konsept: Ş.S.G., S.K., Dizayn: Ş.S.G., Veri Toplama veya İşleme: Ş.S.G., Analiz veya Yorumlama: Ş.S.G., S.K., Literatür Arama: Ş.S.G., S.K., Yazan: Ş.S.G., S.K.

Çıkar Çatışması: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını beyan etmişlerdir.

Finansal Destek: Yazar tarafından finansal destek alınmadığı bildirilmiştir.

Kaynaklar

1. Freedberg IM, Eisen AZ, Wolff K, Austen KF, Goldsmith LA, Katz SI: Fitzpatrick's dermatology in general medicine. 5th edition. New York: McGraw-Hill, 1999.
2. Ortonne JP, Pandya AG, Lui H, Hexsel D: Treatment of solar lentigines. J Am Acad Dermatol 2006;54:262-71.
3. Vachiramon V, Iamsung W, Triyangkulsri K: Q-switched double frequency Nd:YAG 532-nm nanosecond laser vs. double frequency Nd:YAG 532-nm picosecond laser for the treatment of solar lentigines in Asians. Lasers Med Sci 2018;33:1941-7.
4. Wang CC, Sue YM, Yang CH, Chen CK: A comparison of Q-switched alexandrite laser and intense pulsed light for the treatment of freckles and lentigines in Asian persons: a randomized, physician blinded, split-face comparative trial. J Am Acad Dermatol 2006;54:804-10.
5. Rosenbach A, Lee SJ, Johr RH: Treatment of medium-brown solar lentigines using an alexandrite laser designed for hair reduction. Arch Dermatol 2002;138:547-8.
6. Ho SG, Chan NP, Yeung CK, Shek SY, Kono T, Chan HH: A retrospective analysis of the management of freckles and lentigines using four different pigment lasers on Asian skin. J Cosmet Laser Ther 2012;14:74-80.
7. Ho SG, Yeung CK, Chan NP, Shek SY, Chan HH: A comparison of Q-switched and long-pulsed alexandrite laser for the treatment of freckles and lentigines in oriental patients. Lasers Surg Med 2011;43:108-13.
8. Trafeli JP, Kwan JM, Meehan KJ, et al.: Use of a long-pulse alexandrite laser in the treatment of superficial pigmented lesions. Dermatol Surg 2007;33:1477-82.
9. Anderson RR, Margolis RJ, Watanabe S, Flotte T, Hruza GJ, Dover JS: Selective photothermolysis of cutaneous pigmentation by Q-switched Nd:YAG laser pulses at 1064, 532, and 355 nm. J Invest Dermatol 1989;93:28-32.
10. Guss L, Goldman MP, Wu DC: Picosecond 532 nm Neodymium-Doped Yttrium Aluminum Garnet Laser for the Treatment of Solar Lentigines in Darker Skin Types: Safety and Efficacy. Dermatol Surg 2017;43:456-9.
11. Kang HJ, Na JI, Lee JH, Roh MR, Ko JY, Chang SE: Postinflammatory hyperpigmentation associated with treatment of solar lentigines using a Q-switched 532-nm Nd: YAG laser: a multicenter survey. J Dermatolog Treat 2017;28:447-51.
12. Levin MK, Ng E, Bae YS, Brauer JA, Geronemus RG: Treatment of pigmentary disorders in patients with skin of color with a novel 755 nm picosecond, Q-switched ruby, and Q-switched Nd:YAG nanosecond lasers: A retrospective photographic review. Lasers Surg Med 2016;48:181-7.
13. Nelson JS, Applebaum J: Treatment of superficial cutaneous pigmented lesions by melanin-specific selective photothermolysis using the Q-switched ruby laser. Ann Plast Surg 1992;29:231-7.

14. Negishi K, Akita H, Matsunaga Y: Prospective study of removing solar lentigines in Asians using a novel dual-wavelength and dual-pulse width picosecond laser. *Lasers Surg Med* 2018;50:851-8.
15. Kauvar ANB, Sun R, Bhawan J, et al.: Treatment of facial and non-facial lentigines with a 730 nm picosecond titanium: Sapphire laser is safe and effective. *Lasers Surg Med* 2022;54:89-97.
16. Chan MWM, Shek SY, Yeung CK, Chan HH: A Prospective Study in the Treatment of Lentigines in Asian Skin Using 532 nm Picosecond Nd:YAG Laser. *Lasers Surg Med* 2019;51:767-73.
17. Vachiramon V, Iamsung W, Triyankulsri K: Q-switched double frequency Nd:YAG 532-nm nanosecond laser vs. double frequency Nd:YAG 532-nm picosecond laser for the treatment of solar lentigines in Asians. *Lasers Med Sci* 2018;33:1941-7.
18. Evangelista KER, Manuskiatti W, Wanitphakdeedecha R, Techapichetvanich T: Clinical Evaluation of Safety and Efficacy of a 670-nm Picosecond Laser for Treatment of Benign Pigmented Lesions in Asians. *Dermatol Surg* 2021;47:153-8.