

# GLOKOMDA LAZER UYGULAMALARI

## Açıya Yönelik Lazer Uygulamaları

Laser Applications Aimed at the Angle

Esin F. BAŞER<sup>1</sup>

Güncel Konu

Review Article

### ÖZ

Lazer trabeküloplasti (LTP) açık açılı glokomlarda ve glokom gelişme riski yüksek oküler hipertansiyonda, mevcut medikal tedaviye ilave veya primer olarak uygulanarak göz içi basıncının (GİB) düşürülmesini hedefleyen bir tedavi yöntemidir. Modern anlamda LTP uygulamaları yaklaşık 30 yıl önce argon lazer trabeküloplasti (ALT) ile başlamış, yöntem uzun yıllar etkili ve güvenilir bir tedavi seçeneği olarak kabul edilmiştir. ALT uygulamalarında trabeküler ağın fotokoagülasyonu pigmentli trabeküler hücrelerden ışınlama alanı içindeki çevre dokulara ısı yayılmasıyla sonuçlanmaktadır. ALT ile trabeküler yapılarda oluşan skar ve füzyona bağlı yapısal değişiklikler yöntemin tekrarlanabilirliğini kısıtlamaktadır. Daha güncel bir yöntem olan selektif lazer trabeküloplasti (SLT) tekniğinde lazer ışını seçici olarak pigmentli trabeküler ağ hücrelerini hedeflemekte ve komşu pigmentli hücreler ve yapılarda kollateral termal hasar oluşturmamaktadır. SLT ile ALT'nin kısa ve uzun dönem etkinliği benzer olup etki her iki yöntemde de etkinlik zaman içinde azalmaktadır. SLT, ALT ile kıyaslandığında trabeküler ağa zarar vermeyen bir yöntem olarak görüldüğünden tekrarlanabilirliğinin yüksek olması beklenmektedir. SLT günümüzde LTP'de altın standart olarak kabul görse de, SLT'den daha da az enerji kullanarak aynı etkiyi göstereceği umulan bazı LTP modelleri üzerinde araştırmalar halen sürmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Glukom, argon lazer trabeküloplasti, selektif lazer trabeküloplasti, lazer trabeküloplasti.

### ABSTRACT

Laser trabeculoplasty (LTP) is a treatment method aimed to decrease intraocular pressure (IOP), primarily or in addition to existing medical therapy in open-angle glaucoma and ocular hypertension patients at high risk of developing glaucoma. Modern LTP applications has started about 30 years ago with argon laser trabeculoplasty (ALT), and the method has been accepted as an efficient and safe treatment option for long years. In ALT, photocoagulation of the trabecular meshwork results in dissipation of heat from pigmented trabecular cells to surrounding tissues in the vicinity of radiation. Structural changes in the trabecular tissue caused by scar and trabecular fusion after ALT restrict its repeatability. A more current method, selective laser trabeculoplasty (SLT) aims at selective targeting of pigmented trabecular meshwork cells without collateral thermal injury in neighbouring non-pigmented cells and structures. Efficiency of ALT and SLT are similar at short and long term, with decreasing efficiency by time in both methods. SLT is expected to be more repeatable compared to ALT, as it seems to be harmless to the trabecular meshwork. While SLT is currently accepted as the golden standard LTP method, research on new treatment modalities expected to show the same effect by using less energy than SLT are still continuing..

**Key Words:** Glaucoma, argon laser trabeculoplasty, selective laser trabeculoplasty, laser trabeculoplasty.

**Glo-Kat 2011;6:Özel Sayı:64-77**

**Geliş Tarihi :** 17/11/2011

**Kabul Tarihi :** 28/11/2011

**Received :** November 17, 2011

**Accepted :** November 28, 2011

1- Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Manisa, Prof. Dr.

1- M.D Professor, Celal Bayar University, School of Medicine, Department of Ophthalmology, Manisa/TURKEY  
BAŞER E., esinbaser@yahoo.com

**Correspondence:** M.D Professor, Esin BAŞER  
Celal Bayar University, School of Medicine, Department of Ophthalmology, Manisa/TURKEY

## GİRİŞ

Glokom tüm dünyada irreversibl körlük nedenleri arasında ön sıralarda yer alan bir tablodur. Etkili ilaç tedavilerinin yaygınlaşmasına rağmen tedavi edilen glokom hastalarının dörtte birinde tablo 20 yıl sonra bir gözde körlükle sonuçlanmaktadır.<sup>1</sup> Glokom hastalarının bazılarının kaçınılmaz olarak körlüğe gidişinde muhtemel bazı açıklamalar olabilir; bunlardan önemli bir faktör ilaç tedavisine uyumsuzluktur. İlaçların önerildiği şekilde ve sürede kullanılmamasının başlıca sebepleri unutkanlık, damlayı kendi başına uygulayamamak, ilaç yan etkileri ve ekonomik kısıtlılıklardır. Glokomda kronik medikal tedaviyle ilgili diğer bazı sorunlar ilaçların oküler ve sistemik yan etkileri, zaman içinde gelişen oküler yüzey değişiklikleri nedeniyle ilaç toleransının azalması ve ileride gerekebilecek glokom cerrahisinin başarısının olumsuz olarak etkilenmesidir.<sup>2-4</sup> Glokomda ilaç tedavisinin bir diğer sorunu ilaçların GİB'ndeki (GİB) geniş dalgalanmaları günün her saatinde etkili şekilde kontrol edememesidir. Glokom tedavisinde hastanın kompliyansını minimal kılabilecek, oküler ve sistemik yan etkilere yol açmayacak, oküler yüzeyde olumsuz değişikliklere yol açmayacak ve GİB dalgalanmalarını efektif olarak kontrol edebilecek yöntemlere ihtiyaç olduğu aşikardır. Bu yöntemlerden biri lazer trabeküloplasti (LTP)'dir. LTP açık açılı glokom tedavisinde ilaçlar ve insizyonel cerrahiye alternatif olarak 30 yılı aşkın süredir kullanılmaktadır. LTP'nin avantajları ayaktan yapılabilmesi, GİB'ni kontrol etmek için hasta uyumuna ihtiyacın azalması, komplikasyonların az olması, aynı anda iki göze yapılabilmesi, yüksek cerrahi risk taşıyan hastalarda uygulanabilmesi, intraoküler cerrahi komplikasyonların görülmemesi ve GİB'nin diurnal varyasyonlarının muhtemelen daha iyi kontrol edilebilmesidir.<sup>5,6</sup>

Bu derlemede LTP'nin temelini oluşturan ve günümüze değin en uzun süre kullanılmış yöntem olan argon lazer trabeküloplasti (ALT) ile günümüzde LTP'de yeni "altın standart" yöntem olarak kabul edilen selektif lazer trabeküloplasti (SLT) üzerinde durulacaktır. Derlemenin son bölümünde LTP'de yeni arayışlardan kısaca bahsedilecektir.

### LTP Endikasyonları ve Hasta Seçimi<sup>7-13</sup>

LTP açık açılı glokomun değişik formlarında (primer açık açılı glokom, pseudoeksfoliatif glokom, pigmenter glokom, normotansif glokom) ve glokom gelişme riski yüksek olan oküler hipertansiyon (OHT) hastalarında primer olarak veya mevcut medikal tedaviye ilave olarak uygulanabilir. En çok kullanım alanı mevcut maksimal medikal tedaviye rağmen GİB'ni yeterince kontrol altında olmayan hastalardır. İlaç uyumu bozuk, lokal veya sistemik ilaç intoleransı olan hastalar da en iyi endikasyonları oluşturmaktadır. Özellikle çok sayıda ilaç ile regüle hastalarda kullanılan ilaç sayısı azaltılmak isteniyorsa LTP iyi bir seçenek olabilir. İlaç kullanmaktan kaçınılan gebelikte ve genel durumun bozuk olduğu hastalarda LTP uygulanabilir. Ayrıca filtrasyon cerrahisinin başarısız veya

kısmen başarılı olduğu durumlarda GİB'ni daha fazla düşürmek için de kullanılabilir. İntravitreal steroid enjeksiyonu sonrası gelişen persistan GİB yüksekliklerinde GİB'ni düşürmek için LTP uygulanmaktadır. Neovasküler glokom, konjenital ve juvenil glokomlar, inflamatuvar etiyojili glokomlar, primer ve sekonder açı kapanması glokomunda LTP yapılması uygun değildir.

### LTP Tarihçesi

Ön kamara açısına GİB'ni düşürmek amacıyla lazer uygulamaları 1970'li yıllarda başlamıştır. İlk olarak Rusya'da Krasnov<sup>14</sup> 1973 yılında Q-anahtarlı ruby lazer ile açık açılı glokomda goniopunktür tekniğini tanımlamıştır. Bu ilk uygulamada dışa akım kolaylığının arttığı, tüm hastalarda GİB'nin geçici olarak azaldığı bildirilmiştir. Farklı lazer tipleri ve dalga boylarının kullanılmasıyla da benzer sonuçlar alınmış, ancak uzun dönemde etki kaybolmuştur.<sup>15,16</sup> Aynı yıl Worthen ve Wickham maymunlarda ön kamara açısına argon lazer uygulayarak tespit ettikleri hücresel ve histopatolojik değişiklikleri tanımladılar.<sup>17</sup> Aynı yazarlar 1974 yılında argon lazer ile ilk insan çalışmalarının sonuçlarını yayınlayarak açık açılı glokomda lazerin potansiyel kullanımına dikkat çektiler.<sup>18</sup> Worthen ve Wickham, uzun süreli izlem sonrasında, uyguladıkları lazer ile konvansiyonel glokom cerrahisinin 3 ay-3 yıl arasında geciktirilebileceğini gösterdi ve glokom cerrahisi öncesi "argon lazer trabekülotomi"nin denenmesi gerektiğini öne sürdüler.<sup>19</sup> Aynı yıllarda Ticho ve Zauberman glokomlu gözlerde argon lazer uygulaması ile açı yapılarında oluşturulan deliklerin dışa akım kolaylığının arttığını gözlemlədiler.<sup>20</sup>

Argon lazerin glokom tedavisinde kullanılmasına ilgi Wise ve Witter'in 1979'da tanımladığı yeni yöntem sonra tekrar arttı.<sup>21</sup> Yazarlar daha az enerji kullanarak (1000-1500 mW, 01. sn, 50  $\mu$  spot çapı) yaptıkları uygulama ile, çok az komplikasyonla, 41 hastada 3 ayda ortalama 10.29 mmHg'lik GİB azalması tespit ettiler. Aynı yazarlar trabeküler ağda oluşturulan lokalize yanıkların kollajen dokuda büzüşme oluşturduğunu, bunun da komşu dokularda gerilme ve çekilmeye yol açarak trabeküler porlarda genişleme ve dışa akıma dirençte azalmaya yol açtığını düşündüler. Wise, 360 derece ALT sonrası 1 yılda olguların %91'inin GİB'nin 20 mmHg altında olduğunu ve 48 ay sonunda ortalama GİB'nin 13 mmHg olduğunu bildirmiştir.<sup>22</sup> Wise ve Witter'in ilk olarak uyguladığı bu teknik bugün ALT olarak bilinmektedir. ALT Wise ve Witter'dan sonra 1981'de Schwartz, Wilensky ve Jampol, Sutton ve ark gibi yazarlarca da kullanılarak başarılı bulunmuştur.<sup>23-25</sup> Bu ilk sonuçlar tüm dünyada oftalmologları ALT'yi açık açılı glokomda kullanma konusunda teşvik etti. Glokom Lazer Çalışma Grubu 1990 yılında ALT'nin uzun dönemde medikal tedaviye kadar etkilive güvenilir olduğunu yayınladı.<sup>26</sup> LTP Anderson ve Parrish'in 1983 yılında optik radyasyonun seçici olarak absorbe olabileceğini ve böylece sadece pigmentli yapılarda seçici olarak hasar oluşturulabileceğini göstermesiyle yeni bir çağa adım attı.<sup>27</sup>

“Selektif fototermolizis” denen bu olayın gerçekleşmesi için melanin pigmentinin termal relaksasyon zamanından ( $\sim 1 \mu\text{sn}$ ) daha kısa süreli atımı olan spesifik bir dalga boyundaki lazerin kullanılması gereklidir.<sup>8</sup> Bu gözlemin ardından Latina ve Park pigmentli ve pigmentsiz trabeküler ağ hücrelerinden oluşan hücre kültürüne değişik dalga boylarındaki lazerleri uyguladıklarında  $1 \mu\text{sn}$  altındaki atım sürelerinde pigmentli trabeküler hücrelerin seçici olarak hedeflenebileceğini ve bu sırada komşu pigmentsiz hücrelere bir hasar verilmediğini gözlemlerler.<sup>28</sup> Bu amaca uygun olarak geliştirilen SLT cihazında atım süresi sadece 3 nanosaniyedir. Frekans katlamalı, Q anahtarlı Nd:YAG lazer ( $532 \text{ nm}$ ) uygulamasıyla pigmentli hücrelerde melanin granüllerinde parçalanma ve lizozomal membranlarda ruptür olduğu, komşu pigmentsiz hücrelerde ise yapısal bir hasar olmadığı elektron mikroskopik olarak gösterildi. Bu yeni yöntemle ait ilk pilot çalışmanın sonuçları 1998’de yayınlandı.<sup>29</sup> Yöntem günümüzde SLT olarak bilinmektedir. Geleneksel ALT uygulamalarında trabeküler ağın fotokoagülasyonu pigmentli trabeküler hücrelerden ışınlama alanı içindeki çevre dokulara ısı yayılmasıyla sonuçlanırken SLT tekniğinde lazer ışını seçici olarak pigmentli trabeküler ağ hücrelerini hedeflemekte, komşu hücreler ve yapılarda kollateral termal hasar oluşturmamaktadır. Kısaca SLT LTP’nin daha hafif ve kibar bir formu olarak tanımlanmaktadır. SLT son 10 yıldır tüm dünyada uygulanmakta olup, son yıllarda ülkemizde de popüler bir uygulama haline gelmiştir. 2001 yılında FDA onayı alan yöntem bugün tahminen 3000’in üzerinde merkezde kullanılmaktadır.

## ARGON LAZER TRABEKÜLOPLASTİ (ALT)

### A. Etki Mekanizması

ALT’nin GİB düşürücü etkisi dışı akımın artması ile olmaktadır; ancak kesin etki mekanizması tam olarak bilinmemektedir. Önerilen iki mekanizma mekanik ve biyolojik (hücresele) teoriler ve bunların kombinasyonudur.<sup>30</sup> ALT uygulanmış insanlardan alınan trabekülektomi örneklerinin incelenmesi erken dönemde trabeküler girişlerde parçalanma ve melanin içeren endotel hücreleri gibi bazı hücrelerde nekroz olduğunu, ardından trabeküler ağın kollajenöz yapısında büzüşme olduğunu gösterdi.<sup>31</sup> ALT’nin ilk uygulayıcıları Wise ve Witter lazer trabeküloplastinin çevresel trabeküler gerginliği artırarak trabeküler ağın dış tabakalarının içe doğru çekilmesine ve dışı akım kolaylığının artmasına neden olan mekanik bir etkisi olduğunu düşünmüşlerdi.<sup>21</sup> Böylece uygulamanın açık açılı glokomun bazı formlarının gelişmesine yol açan Schlemm kanalı kollapsını önlediği düşünülmüştü. Ancak daha sonraki çalışmalar mekanik teoride bazı kusurlar olduğuna işaret etti. Van Buskirk ALT’den sonra Schlemm kanalında hiçbir değişiklik olmadığını, kanalliküler genişlemenin sadece  $40 \text{ mm}^2$ ’lik alanda olduğunu gösterdi.<sup>30</sup> Dolayısıyla bir kadrana uygulanan ALT’nin trabeküler ağda çevresel mekanik bir kontraksiyona yol

açması pek muhtemel değildi ve ALT’nin mekanik değişiklikler dışında bir mekanizmayla GİB’ni düşürüyor olması muhtemeldi. Biyolojik teori LTP’nin trabeküler ağda başlattığı biyolojik etkilerle dışı akıma direncin azaldığını öne sürer. Organ kültürü çalışmalarında LTP’nin trabeküler hücrelerde DNA replikasyonunun %80 arttığı gösterilmiştir.<sup>32</sup> Çoğalan bu yeni hücrelerin %60’nın lazer yanığı olan sahalara göçü uygulamadan sonraki 2 hafta boyunca olmaktadır. LTP, IL-1 ve TNF- $\alpha$  gibi maddelerin ekspresyonunu sağlayarak juktakanaliküler bölgede stromelizin ve jelatinaz gibi metaloproteinazların düzeyinde de artışa yol açar.<sup>33-35</sup> Yükselen metaloproteinaz seviyeleri ise ekstraselüler matriks döngüsünü artırarak dışı akıma direnci azaltır. Yine biyolojik teoriye göre lazerin oluşturduğu koagülasyon nekrozu makrofajların migrasyonuna yol açar, ve bu makrofajlar debrisleri fagosite ederek trabeküler ağda adeta temizlik yapar.<sup>32</sup> Biyolojik mekanizma ALT sonrasında gözlenen GİB azalmasını mekanik teoriye göre daha iyi açıklamaktadır. Kısaca, trabeküler ağın ALT ile tedavisi trabeküler hücre bölünmesini uyarır ve juktakanaliküler bölgede bazı metaloproteinazların ekspresyonunu sağlar. İster sadece mekanik, ister sadece biyolojik, isterse kombine mekanizmalarla olsun, ALT trabeküler sistemden sıvı çıkışını artırarak GİB’ni düşürmektedir.

### B. Lazer ve parametreleri

ALT’de kullanılan lazer mavi-yeşil dalga boyunda ( $488-514 \text{ nm}$ ) argon lazerdir. Günümüze değin üzerinde ALT’nin optimal parametreleri ve uygulama tekniği üzerinde pek çok varyasyon olmuştur. En çok kabul gören lazer parametreleri  $50 \mu\text{m}$  spot boyutu,  $0.1 \text{ sn}$  süre ve  $500-1000 \text{ mW}$  enerji düzeyidir.<sup>36</sup>

### C. Hasta Seçimi ve Endikasyonlar

ALT’nin temel endikasyonları maksimal medikal tedavi ile kontrol edilemeyen primer açık açılı glokom, eksfoliyatif glokom ve pigmenter glokomdur. Ayrıca ilaç kullanılmak istenmeyen veya ilaca uyumu az olan hastalarda primer tedavi olarak da kullanılabilir. Başarı oranı biraz daha düşük olmakla beraber açının açık olduğu afak ve pseudofak glokomda da uygulanabilir.<sup>36</sup> Filtran cerrahinin başarısızlığı durumunda ALT uygulanabilir.<sup>36-38</sup> Üveitlik glokom, açı resesyonu glokomu ve konjenital glokomda genellikle etkisiz kabul edilmektedir.<sup>36,38</sup>

### D. Uygulama Tekniği<sup>36</sup>

- Goniolens veya Ritch lensi yardımıyla açı yapıları seçildikten sonra hedef ışığı pigmentli ve pigmentsiz trabekulumun birleştiği yere odaklanır.
- Lazer parametreleri  $50 \mu\text{m}$  spot boyutu,  $0.1 \text{ sn}$  süre olarak ayarlanır. Önerilen enerji düzeyi  $500-1000 \text{ mW}$  aralığındadır.
- Uygulamada ideal reaksiyon küçük kabarcık oluşması veya hafifçe solmadır. Aşırı kabarcık oluşumundan kaçınılmalıdır. Doku reaksiyonuna göre enerji düzeyi azatılıp artırılabilir.

d. Genellikle 180° kadrana 50 spot veya 360° tercih ediliyorsa 100 spot şeklindedir. Genel olarak 360° uygulamanın 180° uygulamaya göre daha etkili ve uzun süreli GİB azalması sağladığı bildirilmektedir. Ancak 180° uygulama ile de pek çok hastada tatminkar sonuç elde edilebilir; gerekirse bir ay sonra geri kalan 180° lik alana ALT uygulanabilir.

e. Uygulama sonrası göze alfa 2 agonist uygulanır.

f. Postlazer GİB takibi birkaç saat süreyle yapılır. Anlamlı bir GİB artışı olursa oral karbonik anhidraz inhibitörü veya hiperozmotik bir ajan verilebilir.

g. Hasta eve gitmeye hazır olduğunda eğer varsa kullanmakta olduğu glokom ilaçlarına devam etmesi söylenir. Ayrıca topikal steroid içeren bir damla 4-7 gün süreyle 4x1 dozda önerilir.

### E. Komplikasyonlar

**a. GİB Artışı:** ALT sonrası en sık komplikasyon uygulamadan hemen sonra geçici GİB yükselmesi ya da pikidir. Krupin ve ark., 360° ALT sonrasında 1. saatte hastaların %53'ünde 1-22 mmHg arasında değişen bir GİB artışı tespit etmişlerdir<sup>39</sup>. Bunlardan iki gözde postlazer 4. ve 7. saatlerde anlamlı GİB artışı sürdüğünden, özellikle santral görme alanı tehdit altında olan hastaların 7. saate kadar takibinin gerekebileceği düşünülmüştür.<sup>39</sup> Wilensky ve Weinreb 360° ALT sonrası GİB'nin özellikle 3-5. saatlerde arttığını, 180° uygulamada ise bu artışın ilk 1-1.5 saatlerde olacağını tespit etmişlerdir.<sup>40</sup> Özellikle açının pigmentli olduğu gözlerde ve uygulamanın posterior trabekulumu yapılması ALT sonrası GİB piki riski taşımaktadır.<sup>41</sup> Bazı çalışmalar ALT sonrası GİB pikinin uygulanan yüksek enerji düzeyiyle ilişkili olabileceğine dikkat çekmişlerdir.<sup>42</sup> Hayvan deneylerinde ALT sonrası dördüncü saatte trabekulumu kapatan ve içinde hücre ve debrilerin hapsediği fibrinöz bir materyalin varlığı gözlenmiş, ve bu oluşumun ALT sonrası geçici GİB artışının nedeni olabileceği düşünülmüştür.<sup>43</sup> GİB artışları büyük oranda lazer öncesi ve sonrası uygulanacak  $\alpha 2$  agonistler ile kontrol altına alınabilir. Bu tip GİB pikleri özellikle ileri görme alanı kayıpları olan hastalarda istenmeyen sonuçlar doğurabileceğinden lazer öncesi GİB'nin profilaktik olarak düşürülmesi gerekebilir. Tekrarlayan ALT uygulamaları ise açığı kapatan kalıcı bir membran oluşturmaktadır ve bu membranın kalınlığı uygulama sayısı ile orantılı olarak görülmektedir. Özellikle ikiden fazla ALT uygulamalarının böyle bir membrana yol açarak GİB'nin akut ve irreversibl olarak yükselmesine yol açabileceği ve acil trabekülektomi gerekebileceği gözlenmiştir.<sup>44</sup> Bu nedenle günümüzde 360° uygulamadan sonra ALT'nin tekrarlanması GİB artışı riski ve düşük etkinlik nedeniyle önerilmemektedir.<sup>41</sup>

**b. Periferik Anterior Sineşi (PAS) Oluşumu:** Yukarıda sözü geçen inflamatuvar mekanizma açıda PAS oluşumuna da yol açabilir. ALT sonrası periferik anterior sineşi oluşumu %17-47 oranda bildirilmektedir.<sup>36</sup>

GLT çalışmasında primer ALT uygulaması %46 oranda PAS ile sonuçlanmıştır. PAS oluşumuna predispoze eden faktörler yüksek enerji düzeyi ve lazer spotlarının posterior yerleşimi olarak düşünülmektedir.<sup>45</sup> Bu sineşilerin çoğu ancak skleral mahmuza kadar uzanmakta olup he zaman klinik bir anlam ifade etmeyebilir.

**c. Üveit:** ALT sonrası iritis çok büyük oranda geçicidir ve bir sorun oluşturmamaktadır. İritis tipik olarak kısa süreli topikal steroid uygulamasına yanıt verir. Ancak Wilensky ve Jampol<sup>46</sup> ALT sonrasında, biri 9 ay süren, ciddi nongranülamatöz iritis gelişmiş 2 olgu bildirmiştir.

**d. Santral Görme Adacığının Kaybı:** Bu katastrofik komplikasyonun terminal glokomlu hastalarda lazer sonrası GİB piki nedeniyle görüldüğü bildirilmiştir; bu tür hastalara dikkatle yaklaşılmalıdır.<sup>47,48</sup>

**e. Tenon kisti oluşumu ve Gelecekteki Filtrasyon Cerrahisi Üzerine Etki:** Özellikle tekrarlayan ALT uygulamalarının trabekülektomiden sonra tenon kisti oluşumu riskini artırdığı düşünülmektedir.<sup>49-52</sup> Richter ve ark., enkapüle bleb oranını ALT uygulanmış hastalarda %15.4, ALT uygulanmamış hastalarda ise %4.7 olarak bildirmiştir<sup>50</sup>. Aktive TGF-beta 2 seviyelerini artırarak pseudoeksfoliatif sendromlu hastalarda bleb skatrizasyonunda artışa yol açabileceğine dair kanıtlar da bulunmaktadır.<sup>52</sup>

**f. Diğer:** ALT sonrası önemi olmayan mikrohifema oranı %2-5 arasında bildirilmiştir.<sup>36,48</sup> ALT sırasında kullanılan lense bağlı korneal abrazyonlar ve noktasal keratopati görülebilse de klinik bir önemi yoktur.

### F. Etkinliği belirleyen Faktörler

**a. Yaş:** ALT ile genelde gençlerde daha az başarılı sonuçlar elde edilmektedir.<sup>36,53</sup>

**b. Pigmentasyon düzeyi:** Genel kanı ALT etkinliğinin pigmentasyon düzeyiyle arttığı yönündedir.<sup>54,55</sup>

**c. Bazal GİB düzeyi:** Genellikle kabul gören ALT öncesi GİB ne kadar yüksekse elde edilecek etkinin o kadar fazla olacağı yönündedir.<sup>36,37</sup> Çoğu araştırmacı ilişkinin lineer olduğu ve primer açık açılı glokomda ortalama %30 veya daha az GİB azalması olacağını bildirmiştir.

**d. Glokomun tipi:** Normotansif glokomda hastaların %50-70'inde iyi yanıt alınmakta, ancak GİB düşüşü primer açık açılı glokomdaki kadar fazla olmamaktadır.<sup>56,57</sup> Pigmenter glokomda ve pseudoeksfoliatif glokomda başarı oranı yüksektir, ancak etkinin süresi PAAG'daki kadar uzun olmayabilir.<sup>36,38</sup> Ancak yaşlı ve uzun süredir glokomu olan hastalarda pigmente bağlı kronik trabeküler hasar olabileceğinden ALT'ye direnç olabilir ve hatta ALT sonrası GİB kontrolü zorlaşabilir.<sup>36,58</sup> Üveitik glokomların bir kısmında ALT'ye yanıt alınabilirse de bu hastalarda çok ciddi postlazer GİB pikleri olabileceği unutulmamalıdır.<sup>36</sup> Juvenil glokomlu gözlere ALT uygulandığında başarısızlık yanısıra tablonun çok daha ağırlaşması riski bildirilmiştir.<sup>40,53</sup>



Önceden trabekülektomi geçirmiş ve başarısız olmuş gözlere yeniden cerrahi yapılmadan önce ALT denenebilir ve başarılı olma şansı vardır.<sup>36-38</sup>

### G. Ekinlik

**a. Kısa ve Orta Dönemde Etkinlik:** ALT'nin açık açılı glokomlarda kısa ve orta vadede etkili olduğu pek çok çalışma ile gösterilmiştir. ALT ile ilk başarı oranı %75-85 civarındadır. Ortalama %20-30'luk GİB düşüşü elde edilebilir. Wise ve Witter'ın<sup>21</sup> ilk pilot çalışmasında ALT'den 3 ay sonra ortalama 10.3 mmHg'lik bir GİB azalması elde edilmiştir. Tuulonen<sup>59</sup> primer ALT uyguladığı primer açık açılı ve eksfoliatif glokomdan oluşan 63 gözlük bir seride 12 ayda ortalama %30, 18. ayda ise ortalama %28 GİB azalması elde ettiğini bildirmiştir. Üstündağ ve Diestelhorst<sup>60</sup> maksimal tedavi ile kontrolsüz olduğu için ALT uygulanan 39 gözü 3 yıl süreyle izlediklerinde %46 başarı oranı elde ettiklerini bildirmişlerdir.

**b. Uzun Dönemde Etkinlik ve Etkinliğin Süresi:** ALT'nin ilk başarısı kalıcı olmayıp, etkinlik oranı 5 yılda %50, 10 yılda %32 civarındadır.<sup>61</sup> Elsas ve Johnsen primer ALT uyguladıkları 66 gözün retrospektif analizinde başarı oranlarının 1., 2., 3. ve 4. yıllarda sırasıyla %73, %66, %57 ve %50 olduğunu (başarı kriteri ilaçsız GİB <22 mmHg) bildirmiştir. Odberg ve Sandvik<sup>63</sup> ise primer ALT sonrası ilaç kullanmaksızın kontrol altında olan hastaların oranını 2., 5., ve 8. yıllarda, açık açılı glokomda sırasıyla %77, %67 ve %67, pseudoeksfoliatif glokomda ise sırasıyla %80, %54 ve %36 olarak bulmuştur. Wise<sup>64</sup> primer açık açılı glokom hastalarında geç dönem ALT sonuçlarını incelediğinde 21 mmHg altında GİB oranının 5. yılda %61, 10. yılda %70 olduğunu bildirmiştir.

**c. Primer ALT Etkinliği:** Primer ilaç kullanımı ile primer ALT uygulanan hastaları karşılaştıran Glokom Lazer Çalışma Grubu<sup>26</sup> primer ALT yapılanlarda 9 mmHg, primer olarak ilaç tedavisi alanlarda 7 mmHg GİB düşüşü bildirmiştir. İki yıllık takip sonunda gözlerin %44'ü sadece ALT ile kontrol altına alınabilirken, gözlerin %70'inde ilaç+ALT ile kontrol sağlanabilmiştir. Yalnız timolol alan gözlerde ise başarı oranı %30'da kalmıştır. Yedi yıl sonunda primer ALT yapılanlarda GİB primer olarak ilaç ile tedavi edilenlere göre 1.2 mmHg daha düşük olmuştur. Çalışmacılar primer ALT'nin medikal tedavi kadar etkin olduğu sonucuna varmışlardır Bu çalışmanın aksine Tuulonen ve ark.<sup>65</sup> primer ALT ile primer ilaç (timolol) kullanan hasta gruplarının retrospektif analizinde 1. yılda başarı oranında iki grup arasında bir farklılık bulunmadığını bildirmiştir.

**d. Tekrarlanan ALT'nin Etkinliği:** İlk uygulamada başarılı olmuş ama zamanla etkisi azalmış ALT'nin tekrarlanması halinde başarı oranı ilk uygulama gibi yüz güldürücü değildir. Feldman ve ark., tekrarlayan ALT ile 6. ayda %35, 1. yılda %21, 2. yılda %11 oranda başarı bilmiştir.<sup>66</sup> Richter ve ark., ise tekrarlayan ALT ile 1. yılda %33 başarı gözlemiştir.<sup>67</sup> Brown ve ark., tekrarlayan

ALT uygulaması ile başarı oranını sadece %38 olarak bildirirken, tekrarlayan uygulamaya bağlı %12 oranda kalıcı GİB yükseliği geliştiğine ve acil filtran cerrahi gerektiğine dikkat çekmiştir.<sup>44</sup> Yakın yıllarda Agarwal ve ark., primer ALT'nin 1 ve 5 yıl sonra hastaların sırasıyla %75 ve %65'inde kontrol sağlanmasına rağmen, ikinci kez ALT yapılanlarda 5. yılda sadece %10 olguda kontrol sağlanabildiğini bildirmiştir.<sup>68</sup> ALT'nin tekrar edilebilirliğinin düşük olmasının sebebi glokomun ağırlaşması ve GİB'nin giderek yükselmesi olabileceği gibi lazer etkisiyle trabeküler yapılarda oluşan skar ve füzyona bağlı yapısal değişiklikler de olabilir. Nitekim Koller ve ark., ALT yapılmış gözlerden alınan trabekülektomi örneklerinde açıda membran formasyonu gözlediklerini, ALT tekrarının başarısının kısıtlı olmasının temel nedeninin bu membran formasyonu olduğunu belirtmektedir.<sup>41</sup>

## SELEKTİF LAZER TRABEKÜLOPLASTİ (SLT)

### A. Etki Mekanizması

SLT yöntemi tıpkı ALT gibi humör aközün dışı akımını artırır. SLT enerjisinin pigmentli trabeküler hücrelerce absorpsiyonunun GİB'nı tam olarak nasıl düşürdüğü kesin olarak bilinmemektedir. ALT'nin aksine trabeküler kollajen yapıda koagülasyon nekrozu yapmadığı için ALT'deki gibi mekanik bir etki söz konusu değildir. Ancak SLT'nin etkinliğinin ALT'nin diğer etki mekanizmaları olan biyolojik ve hücrel mekanizmalarla çok benzerlik gösterdiği düşünülmektedir.<sup>69</sup> SLT uygulaması sonrasında IL-1a, IL-1b, IL-8 ve TNF- $\alpha$  gibi sitokokinler dahil kemotaktik ve vazooaktif maddeler salınmaktadır.<sup>10</sup> IL-1b ve TNF- $\alpha$  jelatinazlar gibi matriks metaloproteinazları stimüle eder ve makrofajları ortama çağırır.<sup>70</sup> Trabeküler ağ hücrelerinin makrofajlarla infiltrasyonu, bu hücrelerin dışı akımı artırmada ve Schlemm kanalı geçirgenliğini artırmada önemli bir rolü olduğunu düşündürmektedir.<sup>71,72</sup> Gerek makrofajların toplanması gerekse sitokinlerde değişiklikler matriks metaloproteinaz yolu üzerinden de ekstraselüler matriks remodelajını uyarmaktadır.<sup>73</sup> IL-8 gibi sitokinler ise Schlemm kanalından transendotelial geçişi artırır.<sup>71</sup> Ayrıca sitokinler insan trabeküler ağ hücrelerinde büyüme faktörleri gibi davranarak bu hücrelerin bölünmelerini ve lazer uygulanan alanlarda repopülasyonu sağlar.<sup>71</sup> SLT sonrası humör aközde serbest oksijen radikallerinin gösterilmiş olması da trabeküler ağda hafif bir inflamatuvar yanıtın uyarıldığını düşündürmüştür.<sup>73,74</sup> Yakın zamanda yapılan bir hücre kültürü çalışması gerek prostaglandin analoglarının gerekse SLT'nin hücreler arası birleşim yerlerini parçalayarak Schlemm kanalı geçirgenliğini artırdığını göstermiştir; bu nedenle SLT ile prostaglandin analoglarının ortak bir yolla GİB'nı düşürdüğü idda edilmiştir.<sup>75</sup> SLT'nin biyolojik mekanizmalarla etki gösterdiğine dair diğer bir kanıt da SLT yapılan kişilerin diğer gözlerinde de ılımlı (%10 civarında) bir GİB düşüşü saptamasıdır.<sup>29,76,77</sup>

**B. Lazer ve Parametreleri**<sup>7-10,69,78</sup>

- Lazer kaynağı; Q-anahtarlı, frekans katlamalı Nd:YAG lazer (dalga boyu 532 nm). Haag-Streit tipi bir biyomikroskoba monte edilebilir veya üretici firmanın sunduğu biyomikroskopa kullanılabilir.
- Süre; 3 nanosaniye.
- Spot büyüklüğü; 400 µm.
- Enerji; 0.50 mJ-1.20 mJ aralığı tercih edilir.
- Hedef ışın; Diod veya helyum-neon lazer.

**C. Hasta Seçimi ve Endikasyonlar:**<sup>7-13,69</sup>

- Primer açık açılı glokom, pseudoeksfolatif glokom veya pigmenter glokomda medikal tedavi ile GİB kontrol altına alınmadığında,
- Diğer sekonder açık açılı glokomlar,
- Glokom gelişme riski yüksek olan oküler hipertansif hastalar,
- İlaç kompliansının düşük olduğu veya ilaç temininde sorun yaşayan hastalar,
- Kullandığı ilaç sayısını azaltmak isteyen hastalar,
- İlaç tedavisini tolere edemeyen hastalar,
- Daha önce ALT uygulanmış ve etkinin yetersiz kaldığı hastalar,
- Hamile ve genel durumu düşük hastalarda sistemik yan etki olmaksızın GİB'ni düşürmede kullanılabilir.
- İntravitreal triamsinolon uygulamasını takiben gelişen persistan GİB yükselmelerinde GİB'ni normalize etmek için SLT uygulanabilir.

**D. SLT'nin Uygun Olmadığı Hastalar**<sup>7-10,69</sup>

- Kooperasyon kurulamayan hastalar,
- Ortamların bulanıklığı ve hekim için yetersiz görüş olması,
- Trabeküler sistemin görülemediği durumlar,
- Aktif üveit veya üveit anamnezi olan hastalar,
- Neovasküler glokom,
- Travmaya sekonder glokom,
- Konjenital veya erken çocukluk dönemi glokomları,
- Primer veya sekonder açı kapanması glokomu. Ancak iridotomisi mevcut olan ve trabeküler ağın en az 90 derecelik kısmının açık olduğu primer açı kapanması glokomunda SLT'nin etkili ve güvenilir olduğu da bildirilmiştir.<sup>79</sup>

**E. Uygulama**<sup>5,7-10</sup>

- Özellikle SLT öncesi GİB belirgin yüksek olan hastalarda işlemden bir saat önce göze %1'lik apraklonidin veya %0.2 brimonidin damlatılır.

b. Topikal anestezi ile Latina SLT lensi veya Goldmann'ın 3 aynalı lensi hastanın gözüne takılarak trabeküler sistem görünür hale getirilir.

c. Hedef ışın trabeküler ağa odaklanır. Spot büyüklüğü tüm anterior-posterior trabeküler ağı ışınlayabilecek kadar büyüktür.

d. İlk lazer enerjisi genelde 0.7-0.8 mJ olarak seçilir. Gerekirse azaltılır veya artırılabilir.

e. 180 dereceye birbiri ile örtüşmeyen ortalama 50 spot (veya aynı seansta 360 dereceye ortalama 100 spot) olarak uygulanır.

f. Uygulamada ALT'deki gibi belirgin solma, kabarcık oluşumu vb bulgular gözlenmez. Kabarcık görülmesi halinde enerji 0.1 mJ'lük basamaklarla düşürülüp belirgin kabarcık görülmeyen enerji düzeyinde devam edilir. Tecrübeli uygulayıcılar uygun lazer gücünü "şampanya köpüğü" görünümü ile doğrulamaktadır. Komşu uygulamalar birbiri ile örtüşmemelidir.

g. İşlemden hemen sonra bir damla %1'lik apraklonidine veya %0.2'lik brimonidin uygulanır.

h. SLT uygulaması hastalar tarafından çok rahat tolere edilmektedir ve sadece hafif bir rahatsızlık hissi oluşmaktadır.

**F. SLT Sonrası İzlem ve Tedavi**<sup>7-10</sup>

a. Hastanın ilk bir-iki saat GİB yükselmesi açısından izlenmesi önerilir. Eğer GİB artışı 5 mmg üzerinde olursa takibe devam edilir. Gerekğinde GİB oral karbonik anhidraz inhibitörü ile kontrol altına alınır ve GİB normalize olana kadar takip süresi uzatılır.

b. Lazer sonrası dönemde hastanın kullanmakta olduğu glokoma ilaçlarına aynen devam etmesi istenir. Kontroller sırasında ilaç kesilmesi veya azaltılması düşünülebilir.

c. SLT sonrası 3-5 gün boyunca topikal steroid veya non-streoidal antiinflamatuvar ilaçlar 4x1/gün önerilebilir. Tedavinin etkinliğinin yüksek olması için immün yanıtın fazla baskılanmaması gerektiği, steroidlerin uzun süredense kısa süreli kullanılmasının veya tercihan nonsteroidal antiinflamatuvar damlaların kullanılmasının işlemde beklenen etkiyi daha belirgin ortaya çıkaracağı iddia edilmiştir.<sup>7,76</sup> Ancak yakın zamanda 1 haftalık topikal steroid kullanımının SLT etkinliğini azaltmadığı bildirilmiştir.<sup>80</sup>

d. SLT'nin GİB düşürücü etkisinin çoğu ilk 1-2 haftada ortaya çıkmakta, 4-6. haftalara doğru etki biraz daha belirginleşmektedir.<sup>78</sup> Bir çalışmada eğer 2. haftada GİB'nda azalma tespit edilirse ve hedefe ulaşıldıysa hastanın 3. aya kadar tekrar görülmeyebileceğini, eğer 2. haftada hedefe ulaşılmadıysa hastanın 4. haftada tekrar görülmesi gerektiğini bildirilmiştir.<sup>81</sup> Kendi kliniğimizde (ileri evre glokomu olanların dışındaki) hastaları standart olarak 4. haftada değerlendirmekteyiz; bazı gözlerde 3. aya doğru etkinin hafifçe arttığı da gözlenmiştir.

## G. Komplikasyonlar

**a. Geçici GİB Yükselmesi:** Tüm LTP uygulamalarında olduğu gibi SLT sonrasında da ilk saatlerde geçici GİB yükselmesi izlenebilir. GİB artışı 360° uygulamalarda 180° uygulamaya göre daha sık görülmektedir. Bazı uygulayıcılar açının yoğun pigmentli olduğu olgularda öncelikle 180° tedavi etmekte, böylece lazer sonrası GİB artışı riskinden kaçınmaktadır. GİB yükselme oranı literatürde %0 ile %37 arasında değişen oranlarda bildirilmiştir.<sup>29,82-91</sup> Bu yükselme ilk 2 saatte görülmekte, 24 saatte normale dönmektedir. Ancak trabekulumda yoğun pigmenti olan, çoklu ilaç kullanan ve önceden ALT yapılmış gözlerde belirgin postlazer GİB artışı riski olduğu ve bunun bazı hastalarda persistan olabileceği bildirilmiştir.<sup>92</sup> Açısı yoğun pigmentli olan hastalarda GİB artışı riskinden kaçınmak için enerji düzeyinin minimum tutulması ve açının daha kısıtlı bir alanının tedavi edilmesi gibi tedbirler alınabilir.<sup>78</sup>

Kendi klinik uygulamalarımızda SLT'den hemen sonra profilaktik olarak 1 damla brimonidin göz damlası uygulamakta ve 1. saatte GİB kontrolü yapmaktayız. Eğer 5 mmHg'yi aşan bir GİB artışı olursa gerekirse oral asetozolamid vermekte ve GİB normalize olana kadar (genellikle 2-3. saatler) hastayı gözlemekteyiz. Klinik tecrübelerimize göre 180° SLT sonrasında 1. saatte genelde 2-4 mmHg'lik GİB artışı olmaktadır; 10 mmHg'lik GİB artışı çok nadirdir. Ancak tek seansta 360° uygulamalarda birinci saatte 3-5 mmHg'lik artışlar nadir değildir; seyrek olarak 5 mmHg'yi aşan piklere de rastlanmıştır.

Yine kendi uygulamalarımızda pseudoeksfoliatif ve pigmenter glokomlu hastalarda postlazer GİB artışının daha sık olduğunu ve bazen 10 mmHg'ı bulabildiğini gözlediğimizden, bu hastalara ilk seansta 180° uygulama yapmakta, gerekirse ikinci 180° derecelik uygulamayı 2-4 hafta sonra yapmaktayız.

Tek gözlü hastalarda, ciddi görme alanı kaybı olan hastalarda da yine ilk olarak 180° uygulamayı tercih etmekte ve SLT'den hemen sonra oral asetozolamid vermekteyiz. Kendi tecrübelerimizde SLT sonrası persistan GİB yüksekliği ile karşılaşmamıştır.

**b. Ön Kamarada İnflamatuvar Reaksiyon:** İşlem sonrası ilk 24 saatte hafif-orta düzeyde %80 oranda üveitik reaksiyon olmaktadır. Persistan ön kamera reaksiyonu bildirilmemiştir.<sup>7</sup> Kendi klinik uygulamalarımızda da 2-3 gün süreli hafif-orta düzeyde iritis gözlemekteyiz; hastalar bu sürede hafif düzeyde kızarıklık ve fotofobi tanımlayabilir.

**c. Hifema:** Çok nadir olup, neovaskülarizasyon olmadan görülebilir.<sup>93,94</sup> Problemsiz sonuçlanır ve GİB kontrolüne olumsuz bir etkisi olmaz. Kendi uygulamalarımızda da açıda neovaskülarizasyon olmayan iki olguda SLT sırasında minimal hifema geliştiği görülmüş; hifema seviye vermeksizin rezorbe olmuş, ve etkinlik üzerine olumsuz bir etkisi görülmemiştir.

**d. Diğer:** SLT sonrasında birkaç gün süreyle hafif kızarıklık, batma hissi, fotofobi ve hafif bulanık görme olabilir. ALT'nin aksine SLT sonrası anlamlı PAS çok nadirdir. Kliniğimizde SLT uygulanmış az sayıda hastada açıda mikrosineşi tarzında sineşiler geliştiği gözlemlenmiştir. SLT sonrası bildirilen nadir komplikasyonlar geçici kornea ödemi (şüpheli herpetik keratit reaktivasyonu), korneal haze ve incelme, LASIK geçirmiş gözlerde diffüz lamellar keratit, iritis ve koroidal efüzyon ve kistoid maküler ödemdir.<sup>95-99</sup>

## H. Etkinliği Belirleyen Faktörler

**a. Bazal GİB Düzeyi:** SLT öncesi bazal GİB'na kadar yüksekse uygulama o kadar etkili olmaktadır. SLT ile yapılan çalışmaların hemen tümünde etkinliği belirleyen temel faktörün bazal GİB seviyesi olduğu gösterilmiştir.<sup>9,78,85,88,100,101</sup> Johnson bazal GİB 21 mmHg üzerinde olan hastalarında daha fazla etkinlik tespit etmiştir<sup>81</sup>. Yakın zamanda yapılan bir çalışmada SLT'nin 24-26 mmHg'lik basınç değerleri olan hastalarda başarılı olacağı, daha düşük basınçlarda daha az etki elde edileceği ifade edilmiştir.<sup>100</sup>

**b. Tedavi Edilen Açık Miktarı:** SLT'de tedavinin uygulandığı alan ile elde edilen yanıt arasında bir ilişki olduğu görülmektedir.<sup>101</sup> Nagar ve ark<sup>89</sup> 90° ve 180° ile 360° SLT uygulamalarını karşılaştırdığında 360° uygulamayı daha başarılı bulmuştur; ancak 180° ve 360° arasında istatistiksel anlamlı farklılık yoktur.

Song ve ark., ise 180° uygulamada (muhtemelen olguların bir kısmına 45'den az spot uyguladığı için) yüksek oranda başarısızlık bildirmiştir.<sup>88</sup> Bugün genel olarak kabul görülen en az 180° uygulamadır. Özellikle OHT veya monoterapiyle kontrollü bazı olgularda 180° tedavi yeterli gelebilmektedir ve her olguya 360° tedavi şart değildir.

**c. Kliniğimizde yaptığımız ilk uygulamalarda 180° tedaviyle ortalama 3.2 mmHg GİB azalması olan 18 gözlük bir grupta, tedavinin 360° tamamlanmasıyla bazal GİB'ndan ortalama 5.8 mmHg azalma gözlenmiştir. Halen ekfoliatif ve pigmenter glokom olgularının çoğu ile tek gözlü ve ileri görme alan kaybı olan hastalar haricinde, rutin olarak tek seansta 360° derece SLT uygulamaktayız. Eğer 180° tedavi yapıldıysa, 2-4 hafta sonra gerekli görülürse geri kalan 180° kadrının tedavisi yapmaktayız.**

**d. Pigmentasyon Düzeyi:** SLT her ne kadar pigment granüllerini selektif olarak hedeflese de klinik olarak görülen trabeküler pigmentasyon düzeyinin etkinlikteki rolü çok net değildir. Genel olarak etkinliğin trabeküler açın pigmentasyonundan bağımsız olduğu iddia edilmektedir.<sup>76,85,102</sup> Nitekim trabeküler pigmentasyon daha fazla olduğu toplumlarda SLT ile alınan klinik yanıt pigmentiz gözlerle benzer bulunmuştur.<sup>103</sup> Diğer yandan pigment düzeyiyle başarı arasında ilişki bulunduğunu bildiren yazarlar da olmuştur.<sup>82</sup>

**e. Diğer:** Çoğu çalışmada yaş, ırk, glokom tipi, total enerji düzeyi ve kullanılan ilaç sayısının SLT etkinliğini belirleyici olmadığı görülmüştür.<sup>78,85,104</sup>

Ayala ve ark., yaşın ve lazer enerjisinin de etkinliği belirlediğini iddia etmiştir<sup>100</sup> Kanada'da 14 yıl içinde SLT ve ALT yapılmış 500 gözün retrospektif analizinde yaş, ırk, cinsiyet, pseudofaki, pseudoeksfolyasyon gibi faktörlerin etkinliği belirleyici olmadığı, etkinliği artıran tek faktörün yüksek bazal GİB olduğu bulunmuştur.<sup>105</sup>

Kliniğimiz SLT uygulamalarının geriye dönük analizinde de başarıyı belirleyen temel faktörün bazal GİB olduğu, başarının yaş, cinsiyet, enerji düzeyi, spot sayısı, glokom tipi, santral kornea kalınlığı, kullanılan ilaç tipi ve sayısından bağımsız olduğu bulunmuştur. Ülkemizden yakın zamanda yapılan bir çalışmada ise SLT etkinliğinin timolol/dorzolamid kullanan hastalarda prostaglandin analogu kullananlardan daha yüksek olduğu bildirilmiştir.<sup>106</sup>

### I. Etkinlik

SLT ile ilgili literatür incelendiğinde SLT uygulanan hastaların 1. yılda %59-96'sında uygulamadan yanıt alındığı, 6-12 aylık takiplerde GİB'nin %18-40 arasında düştüğü görülmüştür.<sup>78</sup> Daha spesifik olarak; SLT primer uygulandığında %30-35 GİB azalması, mevcut medikal tedaviye ilaveten uygulandığında %18-25'lik GİB azalması sağlamaktadır.

**a. Kısa ve Orta Dönemde Etkinlik:** SLT'nin etkinliğini ilk olarak gösteren 1998'de Latina ve ark., %70 yanıt oranı ve %23.5 GİB (yaklaşık 6 mmHg) azalması elde etmiştir.<sup>29</sup> Primer açık açılı glokomu olan 53 hastaya 180 derecelik SLT tedavisi yapıldığında 6. ayda %70'inde 3 mmHg GİB azalması saptanmıştır. Daha sonraları diğer bazı araştırmacılar 6-12 aylık takiplerde 3.9-8.0 mmHg (%17.4-% 35.1) GİB azalması bildirmiştir.<sup>83,84,104</sup> SLT ile ilgili en başarılı sonuçlardan biri Lanzetti ve ark., bildirdiği 6. haftada ortalama %39.9'luk GİB azalmasıdır.<sup>107</sup> SLT ilaç ile kontrol altında olan primer açık açılı glokom ve ekfoliatif glokomlu olgularda 6 ayda %97 olguda, 12 ayda %87 olguda kullanılmakta olan ilaçların azaltılmasını sağlamıştır.<sup>87</sup> SLT uygulamaları ile ilgili en başarılı sonuçları Song ve ark., (bir yılı geçen takip sonunda %68-74) bildirmiştir. Ancak bu seride ortalama bazal basınç düşük olup (17 mmHg) 180°/25 şut gibi yetersiz uygulama yapılmıştır.<sup>88</sup> Primer olarak SLT uygulanan hastalarda yaklaşık %75 oranda 2.5 yıl süreyle etkinlik korunmuştur.<sup>89</sup>

**b. Uzun Dönem Etkinlik ve Etkinliğin Süresi:** SLT başarılı bir tedavi şansı sağlamakla beraber etkinliği ALT gibi zamanla azalmaktadır. Farklı başarı kriterleri olan bazı merkezlerin çalışmalarında başarı oranı 6. ayda %68-92 arasında değişmekteyken, 1. yılda %52-98, 2. yılda %88, 3 yılda %52-76 arasında değişmiştir.<sup>29,76,91,103,108,109</sup> Juzych ve ark., SLT yapılmış 41 gözün uzun dönemde izlemişlerdir; başarı oranı ilave ilaç veya

cerrahi gereksiz en az 3 mmHg'lık GİB düşüşü olarak tanımlandığında 1, 3 ve 5. yılda sırasıyla %58, %38 ve %31 olmuştur.<sup>109</sup> Gracner ve ark., 72 aylık takip sonunda GİB'nin 1-2-3-4-5-6. yıllarda sırasıyla %24, %25.5, %25.1, %23.1, %22.6 ve %22.8 düştüğünü belirlemişlerdir.<sup>108</sup> Survey analizi ile başarı oranı 1. yılda %94, 2. yılda %85, 3. yılda %74, 4. yılda %68, 6. yılda %59 olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde Weinand'ın uzun süreli takibinde survey analizi ile başarı oranı 1. yılda %60, 2. yılda %53, 3. yılda %44 ve 4. yılda %44 olarak belirlenmiştir.<sup>110</sup>

Bu rakamlardan görüleceği üzere başarı oranı giderek azalsa da SLT uzun süre etkisini koruma potansiyeline sahiptir. Kendi klinik uygulamamızda ortalama bazal GİB değeri 21.8 mmHg olan, maksimal tolere edilen ilaç tedavisi altındaki 149 göze adjuvan tedavi olarak 360° SLT uygulandığında; 1-3-6-12-18-24-36. aylarda bazalden ortalama GİB azalması sırasıyla %22-%25-%25-%22- %23-%21 olarak, yanıt oranı (GİB'nde  $\geq$  %20 azalma) sırasıyla %59-%68-%65-%56-%67-%53 olarak gerçekleşmiştir.

**c. Primer SLT Etkinliği:** SLT'nin daha önce hiç tedavi edilmemiş gözlerde primer olarak uygulanması konusunda yapılan çalışmalar etkinliğin antiglokomatöz tedavi ile benzer olduğunu göstermiştir. Primer SLT'ye ait ilk sonuçları Melamed ve ark., ortalama %30'luk GİB azalması olarak bildirmiştir.<sup>91</sup> Nagar ve ark., 90°, 180° ve 360° primer SLT uygulamalarını latanoprost monoterapisi ile karşılaştırdıkları bir çalışmada latanoprostun gerek 90° gerekse 180° SLT'den üstün bulunduğunu, 360° primer SLT yapılan gözlerin %60'ında  $\geq$  %30 GİB azalması görüldüğünü ve bu sonucun latanoprost monoterapisinden farksız olduğunu bildirmiştir.<sup>89</sup>

McIlraith ve ark., ise primer 180° SLT ile latanoprost monoterapisini etkinliğini birbirinden farksız bulmuştur (sırasıyla %31 ve %30.6 GİB azalması).<sup>76</sup> Lai ve ark., ise aynı hastaların bir gözüne primer olarak SLT uygulayıp, diğer gözüne antiglokomatöz ilaç başladıklarında etkinlik açısından arada anlamlı farklılık bulmamıştır (sırasıyla %32.1 ve %33.2).<sup>103</sup> Yeni bir çalışmada Shazly ve ark., pseudoeksfoliatif glokom ve primer açık açılı glokomda primer 180° SLT uygulamasını karşılaştırdıklarında, iki glokom grubu arasında yanıt oranı (sırasıyla %74 ve %77) ve etkinlik süresi açısından farklılık olmadığını bildirmiştir.<sup>111</sup>

Primer SLT'ye en büyük destek 2011 yılında yayınlanan SLT/MED çalışmasından gelmiştir. Bu çalışma toplam 18 merkezde yapılmış, prospektif, randomize ve kontrollü bir çalışmadır. Açık açılı glokom veya OHT tanısı almış 127 göz primer 360° derece SLT ve primer ilaç tedavisi (prostaglandin analogu) alacak şekilde iki gruba ayrılmıştır. Toplam 29 hastaya primer SLT, 25 hastaya ilaç tedavisi uygulanmış ve olgular 9-12 ay takip edilmişlerdir. Son takipte ortalama GİB azalması SLT grubunda 6.3 mmHg, ilaç grubunda 7.0 mHg olmuştur (p>0.05).



**Tablo:** Argon lazer trabeküloplasti ve selektif lazer trabeküloplasti karşılaştırılması.

Özellik	ALT	SLT
Lazer	Kontinü dalga mavi-yeşil argon lazer	Q anahtarlı, frekans katlamalı Nd:YAG lazer (532 nm)
Süre	0.1 saniye	3 nanosaniye
Spot	50 $\mu$ m	400 $\mu$ m
Enerji	20-40 Watt /180° uygulama	ALT'nin %1'inden az
Uygulama	Küçük spot, anterior trabekulumu çok hassas odaklanmalı	Büyük spot, hassas odaklama gerekmez
Seçicilik	Seçici değil, diffüz trabeküler hasar	Pigmentli trabeküler ağ, hücrelerine seçici
Kollateral	Trabeküler ağda yaygın, hasar mümkün	Yok
PAS ve membran	Mümkün, seyrek değil	Çok nadir
Tekraranabilirlik	Çok kısıtlı	Mümkün

Bu çalışmada son takipte SLT grubunda %26.4 GİB azalması, ilaç grubunda %27.8 GİB azalması elde edilmiştir. Hedef GİB'na ulaşmak için SLT grubunda %11 ilave SLT yapılması, ilaç grubunda ise %27 oranda ilaç eklenmesi gerekli olmuştur.

Bu çalışma sonucunda iki grup arasında GİB değeri açısından farklılık olmamasına rağmen hedef GİB değerine ulaşmak için ilaç grubunda SLT grubuna göre daha çok tedavi basamağı gerektiği ifade edilmiştir. Çalışmacılar açık açılı glokom ve yüksek riskli OHT'de primer SLT'yi güvenilir ve etkin bir yöntem olarak gördüklerini bildirmiştir.<sup>112</sup>

Kendi kliniğimizde primer SLT'yi monoterapinin yeterli olacağı öngörülen açık açılı glokom ve yüksek riskli OHT hastalarına, özellikle ilaç uyumunun yeterli olmayacağı düşünüldüğünde veya oküler yüze kuru göz vb nedenlerle sorunlu ise bir tedavi seçeneği olarak önermekteyiz. Takiplerde SLT etkinliğinin azaldığı belirlenirse 180° tekrarlayan SLT uygulaması veya ilaç ilavesi seçeneklerini hastalara sunmaktayız. Primer 360° SLT uyguladığımız ortalama bazal GİB 26.3 mmHg olan 39 gözün takibinde 6 ayda %25.9, 12. ayda %23.5, 2. yılda %24.6 GİB azalması izlenmiştir; bunlardan 8 göze en erken 2. yılda olmak üzere 180° SLT tekrarlanmıştır.

**d. Önceden ALT Yapılmış Gözlerde Etkinlik:** SLT daha önce ALT uygulanmış gözlerle de uygulanabilmektedir. Daha önce ALT yapılmış gözlerle SLT yapıldığında, önceden hiç lazer uygulanmamış gözlerle benzer sonuçlar alınmıştır.<sup>29</sup> Önceden ALT uygulanmış 27 göze SLT yapılan bir seride 1 yıl sonunda bazal GİB'dan %19.3'lük bir azalma elde edilmiştir.<sup>113</sup>

**e. Önceden İlaç Kullanmakta Olan Gözlerde Etkinlik:** Song ve ark.<sup>88</sup> önceden hiçbir tedavi almamışlarda SLT başarısının daha yüksek, kombine ve maksimal tedavi alanlarda ise daha az olduğunu bildirmiştir. Lai ve ark.<sup>103</sup> SLT ve ilaç tedavisinin karşılaştırıldığı bir çalışma-

da önceden tedavi almayan glokomlu olgularda SLT ile 5 yıl içinde ilaç ile benzer etki elde edildiği bildirilmiştir. SLT'de eğer hasta aynı anda humör aköz salgısını azaltan bir ilaç kullanıyorsa SLT'nin daha etkili olduğu, eğer hasta aynı anda prostaglandin analogu kullanıyorsa SLT başarısının azaldığı bildirilmiştir.<sup>88,106</sup> Ancak karşı bir görüş de tam aksine SLT öncesinde prostaglandin analogu kullanmanın başarıyı artırdığını bildirmiştir.<sup>114</sup>

**f. Tekrarlan SLT uygulamalarının Etkinliği:** SLT, ALT ile kıyaslandığında trabeküler ağa zarar veremeyen bir yöntem olarak görüldüğünden teorik olarak tekrarlanabilirliği yüksektir. Nispeten yeni bir yöntem olan SLT'nin tekrarlanabilirliği hakkında basılı yayın halen kısıtlı sayıdadır. Hong ve ark., daha önce 360° SLT uygulanıp etkinin zaman içinde azaldığı 44 göze ikinci kez 360° SLT uyguladıklarında tekrarlanan SLT'in ilk uygulama kadar etkili olduğunu bildirmiştir.<sup>115</sup> Russo ve ark., ise 12 aylık takipte tekrarlayan SLT yönteminin tekrarlayan ALT uygulamalarından daha etkili olduğunu bulmuştur.<sup>116</sup> Kendi klinik uygulamalarımızda daha önce 360° derece SLT uygulananmış (SLT1) 33 göze, etkinin azalması üzerine SLT1'den en az 12 ay sonra olmak üzere SLT tekrarlandı (SLT2). Takiplerde 1-3-6-12. aylarda GİB'nda  $\geq$ %20 azalma oranı SLT1'de sırasıyla %49-%52-%64-%55, SLT2'de sırasıyla %61-%67-%66-%42 olarak bulundu. SLT2 sonrasında GİB pikleri kontrol edilebilir düzeyde ve geçiciydi ve kalıcı bir olumsuz bir etki görülmedi. Bu sonuçlara göre daha önce 360° SLT yapıp etkinliğin zaman içinde azalmış olduğu gözlerle tekrar SLT uygulanması 1 yıllık takipte en az ilk uygulama kadar etkin ve güvenilir görünmektedir.

**g. Pseudofakide Etkinlik:** SLT pseudofakide GİB'nı düşürmede en az fakiklerdeki kadar etkin ve güvenli görünmektedir. Pseudofak ve fakik olguların SLT sonrası 1 yıl ve 2 yıl süreyle izlendiği iki farklı seride GİB azalması ve kullanılan ilaç sayısında azalma bakımından iki grup arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.<sup>117,118</sup> Yakın

zamanda yayınlanan bir çalışmada primer SLT'nin fakik ve pseuodofak gözlerde eşit düzeyde etkili olduğu, ancak pseuodofakide etkinliğin hafifçe daha geç ortaya çıktığı bildirilmiştir.<sup>119</sup>

**h. Diurnal GİB Varyasyonu Üzerine Etkinlik:** LTP'nin glokom tedavisinde ilaç tedavilerine göre önemli bir avantajı gün boyu daha stabil bir GİB eğrisi sağlayabilmesidir. SLT etkinliğini inceleyen ilginç bir çalışmada diurnal/uyanık ve nokturnal GİB takibi yapılmış ve SLT'nin GİB'ni nokturnal periyotta uyanık periyoda göre daha iyi kontrol ettiği gösterilmiştir.<sup>120</sup> Normotansif glokomu olan hastalarda ise SLT'in gün içi GİB varyasyonunu tedavi öncesine göre anlamlı olarak azalttığı bildirilmiştir.<sup>121</sup> Kothy ve ark.,<sup>122</sup> ise primer açık açılı glokomda 360° SLT uygulamasını takiben diurnal GİB dalgalanmasında anlamlı bir azalma olduğunu teyit etmiştir.

### ALT- SLT KARŞILAŞTIRMASI

ALT 30 yılı aşkın süredir uygulanan klasik bir LTP uygulamasıdır. Son yıllarda ALT uygulamaları eski popülerliğini yitirmiştir. Bunun temel nedeni ALT'nin tekrarlanabilirliğiyle ilgili sorunlardır. Daha yeni bir teknik olan SLT ise ALT kadar etkili ve güvenilir bir yöntem olarak pek çok ülkede yaygın olarak benimsenmiştir. Nitekim LTP uygulamaları SLT'nin piyasaya verilmesinden sonra belirgin olarak artmıştır. SLT, ALT'nin gerektirdiği enerjinin %1'inden daha azını kullanmakta, trabeküler ağda pigmentli hücreleri selektif olarak hedefleyerek çevre dokularda hasar yaratmamaktadır. Tablo'da SLT ve ALT uygulamalarının farklılıkları sunulmuştur. Histolojik çalışmalar ALT'nin hücre nekrozu ve trabeküler yapıların parçalanması şeklinde koagulatif hasar oluşturduğunu göstermiştir.<sup>31,32</sup>

İnsan kadavra gözlerinde yapılan bir histolojik çalışmada SLT'nin trabeküler ağda koagülasyon hasarı yapmadığı ve ALT'den daha az yapısal hasar oluşturduğu gösterilmiştir.<sup>123</sup> Ultrastruktürel incelemeler aslında hem ALT hem SLT'nin trabeküler yapılarda düzensizliğe yol açtığını ancak hasarın SLT ile daha az olduğuna işaret etmektedir.<sup>124</sup> Bu çalışmalar SLT'nin pigment içeren endotel hücrelerinde mekanik ve belirgin termal etki olmaksızın oluşturduğu kısıtlı hasarın dışa akımı artırmak için yeterli olduğunu göstermektedir. Buda SLT'nin hücrel yolla, makrofajların migrasyon ve fagositoz fonksiyonlarını artırarak, trabeküler ağdan debrileri uzaklaştırarak veya sağlıklı trabeküler doku oluşumunu biyolojik olarak uyararak dışa akımı artırdığına işaret etmektedir.<sup>32,88</sup> Yarattığı minimal hücre hasarı nedeniyle SLT tekrarlanabilirlik ve daha güvenilir olma gibi iki teorik avantaj sağlamaktadır. SLT uygulamalarında kullanılan spot boyutu büyük olduğu için hekimin tedavi uygulanacak bölgeyi hedeflemesi ALT'ye göre daha kolaydır.<sup>10,69</sup> Ancak SLT'de ALT'nin aksine belirgin solma vb iz oluşmadığından spotları üst üste gelmeyecek şekilde uygulamak deneyim gerektirmektedir.

Ayrıca açıldaki pigmentasyon miktarına göre uygulanacak enerji düzeyinin tespit edilmesi ve açının farklı kadranslarında farklı enerji düzeylerine geçilmesi, mümkün olan en düşük enerji düzeyini kullanılması deneyimle mümkün olmaktadır.<sup>5</sup> Komplikasyon oranları açısından SLT ve ALT karşılaştırıldığında SLT yapılan hastalarda daha az ağrı ve ön kamarada daha az flare tespit edildiği bildirilmiştir. Ancak her iki teknik sonrası ilk 24 saat içinde GİB artışı benzerdir.<sup>125</sup>

Trabekulumu yoğun pigmentli olgularda SLT sonrası GİB pikine dikkat edilmelidir.<sup>92</sup> ALT'de klinik anlamlı PAS ve açıda membran oluşumu sık görülürken SLT'de PAS nadirdir.<sup>69</sup> Kendi tecrübelerimiz ALT'de işlem sırasında daha fazla rahatsızlık hissedildiği, SLT'in daha rahat tolere edildiği yönündedir. Kısa ve orta vadede SLT, ALT ile benzer etki göstermektedir.<sup>29,86,90</sup> SLT ile ALT'nin etkinliğini uzun dönem sonunda kıyaslayan çalışmalarda da her iki lazer ile benzer GİB düşüşü elde edildiği, etkinin her iki yöntemde de zaman içinde azaldığı bildirilmiştir.<sup>9,29,86,109</sup>

Juzych ve ark., ALT yapılmış 154 göz ile SLT yapılmış 41 gözü izlediklerinde başarı oranı 1.-3-5. yılda ALT için sırasıyla %68-%46-%32, SLT için %58-%38-%31 olmuştur.<sup>109</sup> Geçtiğimiz yıl içinde yayınlanan bir çalışmaya göre maksimal medikal tedavi alan hastalara ALT ve SLT uygulamalarının sonuçları karşılaştırıldığında 5 yıllık takipte iki yöntem GİB'ni eşit derecede kontrol etmiştir; her iki yöntemde etki 2 yılda %50 oranda başarısız olmuştur.<sup>126</sup>

Özet olarak hem ALT hem SLT yöntemleri, özellikle ilaçlarını düzenli kullanmayan, uzun yıllar ve çok sayıda ilaç kullanmaya bağlı oküler yüzeyi sorunlu olan açık açılı glokom hastaları ile maksimal medikal tedavinin yetersiz olduğu durumlarda ve primer tedavide etkili tedavi yöntemleridir. ALT ve SLT'nin maksimal medikal tedavi altındaki hastalarda GİB düşürücü etkinlikleri benzer görünmektedir. Her iki yöntemin primer tedavide etkinliği ilaç tedavisi ile (monoterapi) benzer görünmektedir.

Yine her iki yöntemde zaman içinde azalan bir etkinlik söz konusudur. SLT'nin temel avantajı spesifik olarak pigmentli hücreleri hedeflemesi ve ALT'de sık görülen termal veya koagulatif trabeküler ağ hasarının önlenmesidir. Bu nedenle SLT trabeküler ağda skar dokusuna yol açmadan, daha fazla tekrarlanabilme potansiyelini taşır. Ön çalışmalar SLT'nin tekrarlayan uygulamalarının da etkili olduğu ve komplikasyonlara yol açmadığı yönündedir.

### LTP'DE YENİ ARAYIŞLAR

SLT LTP'de artık altın standart yöntem olarak kabul görse de, SLT'den daha az enerji kullanarak trabeküler ağda aynı biyolojik ve hücrel aktiviteyi uyurabileceği umulan bazı LTP modelleri üzerinde araştırmalar sürdürmektedir.

### A. Mikropuls Diod Lazer Trabeküloplasti (MDLT)

MDLT nispeten yeni bir teknolojidir. yöntemi ilk olarak Ingvoldstad 2005 yılında tanımlanmıştır.<sup>127</sup> Mikropuls tekrarlayan kısa diod lazer atımlarının uygulandığı bir lazer iletim yoludur. MDLT'nin trabeküler ağa hasarı en aza indirdiği iddia edilmektedir.<sup>128</sup> Yöntem 810 nm diod lazer sistemini kullanmaktadır; spot çapı 300  $\mu\text{m}$ , enerji düzeyi 2 W, süre 200 ms'dir.

Cihaz kısa bir atımın (300  $\mu\text{sn}$ ) ardından uzun boşluk (1700  $\mu\text{sn}$ ) vermektedir. Uygulama sırasında hiçbir gözlenebilir değişiklik olmadığından, bir sonraki atımın nereye uygulanacağı hekimin tecrübesiyle belirlenir. Açının 180°lik kısmına 50-70 atım eşit aralıklarla uygulanır.<sup>128,129</sup> MDLT'de atımlar arasındaki bu boşluk bir sonraki atım uygulanmadan önce ısının bazal düzeyine dönmesine olanak tanır. ALT ve SLT'den daha az enerji kullanılan bu yöntemin teorik olarak mikro patlamalar, pigment dispersiyonu, GİB pikleri ve pigmentli gözlerde GİB artış riski oluşturması beklenmez.<sup>128</sup> Nitekim yöntem ön kamarada çok silik bir reaksiyonuna yol açmakta, böylece trabeküler ağda minimal termal hasar yaptığı düşünülmektedir.<sup>128</sup> MDLT ile ilk pilot çalışmada ALT ile SLT uygulamasının sonuçları kıyaslanmış, 3 aylık takip sonunda MDLT ile anlamlı GİB azalması tespit edilmiş, yöntem etkinlik açısından ALT ile eşit bulunmuştur.

MDLT ile uygulama esnasında ağrı, inflamasyon, ön kamarada hücre ve flare ALT'ye kıyaslamalı olarak anlamlı derecede daha düşük ve ihmal edilebilir düzeyde bulunmuştur.<sup>127</sup> MDLT ile Fea ve ark., 180° uygulama sonrasında  $\geq 3$  mmHg GİB azalması ve  $\leq 21$  mmHg GİB değerini başarı kriteri kabul ettiklerinde, 12. ayda olguların %75'inde başarı elde etmişlerdir.<sup>129</sup> Yazarlar yöntemin ön kamarada anlamlı flare oluşturmadığını bildirmekle beraber pigmenter glokomlu bir gözde ciddi GİB piki ile karşılaşmışlardır.

Detry-Morel ve ark., ise MDLT ile ALT'yi karşılaştırmalı olarak uyguladıkları bir çalışmada 3 aylık takip sonunda MDLT'nin GİB'nı ALT'den anlamlı olarak daha az düşürdüğünü,  $\geq 20$  GİB azalması olarak tanımlanan başarı oranının MDLT'de %35, ALT'de %50 olduğunu bildirmişlerdir.<sup>130</sup> Rantala ve ark.'da 180° MDLT uygulaması ile başarısızlık oranının çok yüksek olduğunu, yöntemin güvenilir olsa da etkisiz olduğu bildirilmiştir.<sup>128</sup> Aynı çalışmada MDLT'nin etkisinin ortalama 3 ay sürdüğü görülmüştür. Özet olarak MDLT minimal ön segment inflamasyonu ile güvenilir bir yöntem olsa da halen kullanılan lazer parametreleri ile GİB düşürme potansiyeli açısından ALT ve SLT'nin başarısını yakalayamamıştır. MDLT için kullanılacak optimal lazer parametrelerinin modifiye edilmesi gerektiği görülmektedir.

### B. Titanium Safir Lazer Trabeküloplasti (TLT)

TLT yöntemi LTP'nin etkinliğini artırmak amacıyla geliştirilmiş yeni bir yöntemdir. TLT yakın infrared (790 nm) dalga boyu, 7 msn uygulama süresi ve 200  $\mu\text{m}$ 'lik spot

çapı kullanmaktadır. Kullanılan dalga boyu trabeküler ağda daha derin doku penetrasyonu ile jukstakanaliküler bölge ve Schlemm kanalı iç duvarı gibi dokulara ulaşabilir. TLT'nin kısa uygulama süresi ve derin doku penetrasyon potansiyeli nedeniyle diğer LTP yöntemleri kadar etkili olması, minimal trabeküler zedelenme yaratması ve tekrarlanabilir olması beklenmektedir.

İlk denemeler yöntemin ALT ve SLT kadar etkili olduğunu göstermiştir.<sup>131,132</sup> Ancak uygulama sonrası günlerde paradoksal GİB artışı olabileceğine dikkat çekilmiştir.<sup>131</sup> TLT ile ilgili yayınlanmış literatür halen çok kısıtlıdır.

Goldenfield ve ark., TLT ile ALT'yi karşılaştıran 18 aylık bir çalışmada her iki yöntem ile eşit başarı elde edildiği bildirilmiştir.<sup>132</sup> Aynı çalışmada TLT ile PAS gelişmediği, iki grup arasında lazer sonrası GİB piki açısından farklılık olmadığı belirtilmektedir. TLT daha derin dokulara ulaşabildiğinden ilk 3 ayda ALT'den daha fazla GİB azalması sağlasa da, bu etki uzun sürmemiş ve uzun dönemde sonuçlar eşitlenmiştir.

### C. Pattern Scan Lazer (PASCAL) Trabeküloplasti (PLT)

PASCAL fotokoagulator retinanın yarı otomatik fotokoagülasyonu için kullanılan yeni bir yöntemdir. Kısa atım süreleri ve önceden belirlenmiş spotlar sayesinde termal difüzyon ve istenmeyen doku hasarı azaltılır, ağrının daha olduğu hızlı bir tedavi yapabilme imkanı sağlar.<sup>133</sup> PLT retinal fotokoagülasyonda kullanılan PASCAL fotokoagulatorle uygulanabilen ilginç bir LTP yöntemidir. Cihazda 532 nm kontinü dalga lazer, 5 msn atım süresi, 100  $\mu\text{m}$  spot boyutu seçilerek bilgisayar rehberliğinde bir patern uygulanır.

Bu patern multipl lazer spotlarından oluşan 3 arktan oluşur. Paternin şekli trabeküler ağa uyacak şekilde hafifçe yay şeklindedir ve her patern 24 spot içerir. Açının 180°lik bölüm 8 adımda, 360° lik bölüm 16 adımda hızlı bir şekilde tedavi edilir.<sup>134</sup> PLT ile yapılan ilk pilot çalışmada yöntemin 6 aylık takipte ortalama %24'lük GİB azalması sağladığı, uygulama sırasında ve sonrasında ağrı olmadığı, GİB piki yaratmadığı, inflamasyona yol açmadığı bildirilmiştir.<sup>134</sup>

### D. Excimer Lazer trabekülotomi (ELT)

ELT *ab interno* 308 nm emisyonunda XeCl excimer lazer kullanılarak uygulanmaktadır. Bu yöntem ile humör aközün dışı akımında temel direncin gösteren dokuların minimal termal etki ve minimal skar dokusu ile uzaklaştırılabileceği iddia edilmektedir. Yöntemin prensibi trabeküler ağda ve Schlemm kanalı iç duvarında lazer ablasyonla delikler oluşturulması ve dışı akım kolaylığının artırılmasıdır.<sup>135</sup>

ELT *ab interno* tek başına veya katarakt ameliyatı ile birlikte uygulanabilir.<sup>136</sup> Limbustan sokulan bir endoskop yardımıyla Schlemm kanalı iç duvarında ön trabeküler ağ boyunca 0.5 mm'lik 8-10 adet delik açılmaktadır.

İnsanlarda ilk uygulamalarda 6 hastanın 5 aylık takibinde 4 gözde GİB'nin 11 mmHg azaldığı, 2 gözde ise 2 mmHg kadar arttığı bulunmuştur.<sup>135</sup>

Klinik uygulaması çok kısıtlı olan ELT ab interno yöntemi ile Babighian ve ark.<sup>137</sup> medikal tedaviye dirençli 21 gözde ortalama 25 aylık takipte ortalama %31 GİB azalması, olguların %90'unda  $\geq$ %20 GİB azalması tespit etmiştir; komplikasyonlar klinik olarak anlamsız bulunmuştur. Yöntem uygulanırken %80 gibi oranda ön kamaraya hafif hemoraji olduğu, bunun sorun yaratmadan yaklaşık 5 günde rezorbe olduğu ifade edilmektedir.

Yakın yıllarda Babighian ve ark., ELT ab interno ile SLT yöntemlerini medikal tedaviye dirençli hastalarda karşılaştırdıkları prospektif bir çalışmada;  $\geq$ %20 GİB azalması kriteri ile her iki yöntemin 2 yıl sonunda başarı oranlarının eşit olduğunu bildirmiştir.<sup>138</sup>

ELT ab interno yapılan gözlerde gonioskopide yuvarlak-oval delikler görülmektedir; goniosineşi ve pigment dispersiyonu yaratmamaktadır.<sup>138</sup> Katarakt ameliyatı ile birlikte yapılan ELT ab interno daha başarılıdır ve etkinliği en az 1-2 yıl sürmektedir.<sup>136</sup>

Yöntemin temel dezavantajları ameliyathanede steril olarak uygulanabilmesi, teknik olarak güç oluşu ve tekrarlanabilirliğinin olmamasıdır.<sup>137,138</sup>

## SONUÇ

Halen açık açılı glokom tedavisinde en sık uygulanan yaklaşım ilk olarak ilaç tedavisi ile GİB düşürülmesi, eğer bu başarısızsa lazer trabeküloplastisi (LTP) ile devam edilmesi, bu da yetersizse insizyonel filtrasyon cerrahisine geçilmesidir. ALT ve SLT yöntemleri, özellikle ilaçlarını düzenli kullanmayan, uzun yıllar ve çok sayıda ilaç kullanmaya bağlı oküler yüzeyi sorunlu olan açık açılı glokom hastaları ile maksimal medikal tedavinin yetersiz olduğu durumlarda ve primer tedavide etkili tedavi yöntemleridir. ALT ve SLT'nin maksimal medikal tedavi altındaki hastalarda GİB düşürücü etkinlikleri benzer görünmektedir.

Her iki yöntemin primer tedavide etkinliği ilaç tedavisi ile (monoterapi) benzer görünmektedir. Yine her iki yöntemde zaman içinde azalan bir etkinlik söz konusudur. SLT'nin temel avantajı spesifik olarak pigmentli hücreleri hedeflemesi ve ALT'de sık görülen termal veya koagulatif trabeküler ağ hasarının önlenmesidir. Bu nedenle SLT trabeküler ağda skar dokusuna yol açmadan, daha fazla tekrarlanabilme potansiyelini taşır.

Ön çalışmalar SLT'nin tekrarlayan uygulamalarının da etkili olduğu ve komplikasyonlara yol açmadığı yönündedir. Daha az enerji kullanarak trabeküler ağda aynı biyolojik ve hücresel aktiviteyi uyurabileceği umulan bazı yeni LTP modelleri üzerinde halen araştırmalar sürdürmektedir.

## KAYNAKLAR/REFERENCES

- Hattenhauer MG, Johnson DH, Ing HH, et al.: The probability of blindness from open-angle glaucoma. *Ophthalmology*. 1998;105:2099-2104.
- Noecker RJ, Herrygers LA, Anwaruddin R.: Corneal and conjunctival changes caused by commonly used glaucoma medications. *Cornea*. 2004;23:490-496.
- Broadway DC, Grierson I, O'Brien C, et al.: Adverse effects of topical antiglaucoma medication. I. The conjunctival cell profile. *Arch Ophthalmol*. 1994;112:1437-1445.
- Broadway DC, Grierson I, O'Brien C, et al.: Adverse effects of topical antiglaucoma medication. II. The outcome of filtration surgery. *Arch Ophthalmol*. 1994;112:1446-1454.
- Başer E.: Selektif lazer trabeküloplastisi. *Glo-Kat*. 2007; 2:219-225
- Schwartz K, Budenz D: Current management of glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol*. 2004;15:119-126.
- Latina MA, Gulati V.: Selective laser trabeculoplasty: Stimulating the meshwork to mend its ways. *Int Ophthalmol Clin*. 2004;44:93-103.
- Zhao JC, Grosskreutz CL, Pasquale LR.: Argon versus selective laser trabeculoplasty in the treatment of open angle glaucoma. *Int Ophthalmol Clin*. 2005;97-106.
- Latina M, Tumbocon JA.: Selective laser trabeculoplasty: a new treatment option for open angle glaucoma. *Curr Opinion in Ophthalmol*. 2002;13:96-96.
- Latina MA, de Leon JM.: Selective laser trabeculoplasty. *Ophthalmol Clin North Am*. 2005;18:409-419.
- Razeghinejad MR, Tania Tai TY, Fudenberg SJ, et al.: Pregnancy and glaucoma. *Surv Ophthalmol*. 2011;56:324-335.
- Baser E, Seymenoglu R.: Selective laser trabeculoplasty for the treatment of intraocular pressure elevation after intravitreal triamcinolone injection. *Can J Ophthalmol*. 2009;44:21.
- Rubin B, Taglienti A, Rothman RF, et al.: The effect of selective laser trabeculoplasty on intraocular pressure in patients with intravitreal steroid-induced elevated intraocular pressure. *J Glaucoma*. 2008;17:287-292.
- Krasnov MM.: Laserpuncture of the anterior chamber angle in glaucoma. *Am J Ophthalmol*. 1973;75:674-678.
- Robin AL, Pollack IP.: Q-switched neodymium-YAG laser angle surgery in open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol*. 1985;103:793-795.
- Spurny RC, Lederer CM Jr.: Krypton laser trabeculoplasty. A clinical report. *Arch Ophthalmol*. 1984;102:1626-1628.
- Worthen DM, Wickham MG.: Laser trabeculotomy in monkeys. *Invest Ophthalmol*. 1973;12:707-711.
- Worthen DM, Wickham MG.: Argon laser trabeculotomy. *Trans Am Acta Ophthalmol Otolaryngol*. 1974;78:371-375.
- Wickham MG, Worthen DM.: Argon laser trabeculotomy: long-term follow-up. *Ophthalmology*. 1979;86:495-503.
- Ticho U, Zauberman H.: Argon laser application to the angle structures in the glaucomas. *Arch Ophthalmol*. 1976;94:61-64.
- Wise JB, Witter SL.: Argon laser therapy for open-angle glaucoma. A pilot study. *Arch Ophthalmol*. 1979;97:319-322.
- Wise JB.: Long-term control of adult open angle glaucoma by argon laser treatment. Long-term control of adult open angle glaucoma by argon laser treatment. *Ophthalmology*. 1981;88:197-202.
- Schwartz AL, Whitten ME, Bleiman B, et al.: Argon laser trabecular surgery in uncontrolled phakic open-angle glaucoma. *Ophthalmology*. 1981;88:203-212.
- Wilensky JT, Jampol LM.: Laser therapy for open angle glaucoma. *Ophthalmology*. 1981;88:213-217.
- Sutton GE, Christensen GR, Records RE.: Trabeculotomy with continuous argon laser. *Trans Ophthalmol Soc U K*. 1981;101:118-120.
- The Glaucoma Laser Trial Research Group.: The Glaucoma Laser Trial (GLT). 2.: Results of argon laser trabeculoplasty versus topical medicines. *Ophthalmology*. 1990;97:1403-1413.
- Anderson RR, Parrish JA.: Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. *Science*. 1983;220:524-527.
- Latina M, Park C.: Selective targeting of trabecular meshwork cells: In vitro studies of pulsed and CW laser interactions. *Exp Eye Res*. 1995;60:359-372.
- Latina M, Sibayan S, Shin D, et al.: Q-switched 532 nm Nd:YAG laser trabeculoplasty (selective laser trabeculoplasty): A multicenter, pilot, clinical study. *Ophthalmology*. 1998;105:2082-2090.
- Van Buskirk EM, Pond V, Resenquist RC, et al.: Argon laser trabeculoplasty: studies of mechanism of action. *Ophthalmology*. 1984;91:1005-1010.



31. Rodrigues MM, Spaeth GL, Donohoo P.: Electron microscopy of argon laser therapy in phakic open-angle glaucoma. *Ophthalmology*. 1982;89:198-210.
32. Bylsma SB, Samples JR, Acott TS, et al.: Trabecular cell division after argon laser trabeculoplasty. *Arch Ophthalmol*. 1988;106:544-547.
33. Hosseini M, Rose AY, Song K, et al.: IL-1 and TNF induction of matrix metalloproteinase-3 by c-Jun N-terminal kinase in trabecular meshwork. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2006;47:1469-1476.
34. Parshley DE, Bradley JM, Fisk A, et al.: Laser trabeculoplasty induces stromelysin expression by trabecular juxtacanalicular cells. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1996;37:795-804.
35. Parshley DE, Bradley JM, Samples JR, et al.: Early changes in matrix metalloproteinases and inhibitors after in vitro laser treatment to the trabecular meshwork. *Curr Eye Res*. 1995;14:537-544.
36. Reiss GR, Wilensky JT, Higginbotham EJ.: Laser trabeculoplasty. *Surv Ophthalmol*. 1991;35:407-428.
37. Lieberman MF, Hoskins HD Jr, Hetherington J Jr.: Laser trabeculoplasty and the glaucomas. *Ophthalmology*. 1983;90:790-795.
38. Robin AL, Pollack IP.: Argon laser trabeculoplasty in secondary forms of open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol*. 1983;101:382-384.
39. Krupin T, Kolker AE, Kass MA, et al.: Intraocular pressure the day of argon laser trabeculoplasty in primary open-angle glaucoma. *Ophthalmology*. 1984;91:361-365.
40. Wilensky JT, Weinreb RN.: Low-dose trabeculoplasty. *Am J Ophthalmol*. 1983; 95:423-426.
41. Koller T, Stürmer J, Remé C, et al.: Membrane formation in the chamber angle after failure of argon laser trabeculoplasty: analysis of risk factors. *Br J Ophthalmol*. 2000;84:48-53.
42. Rosenblatt MA, Luntz MH.: Intraocular pressure rise after argon laser trabeculoplasty. *Br J Ophthalmol*. 1987;71:772-775.
43. Koss MC, March WF, Nordquist RE, et al.: Acute intraocular pressure elevation produced by argon laser trabeculoplasty in the cynomolgus monkey. *Arch Ophthalmol*. 1984;102:1699-1703.
44. Brown SV, Thomas JV, Simmons RJ.: Laser trabeculoplasty re-treatment. *Laser trabeculoplasty re-treatment*. *Am J Ophthalmol*. 1985;99:8-10.
45. Traverso CE, Greenidge KC, Spaeth GL.: Formation of peripheral anterior synechiae following argon laser trabeculoplasty. A prospective study to determine relationship to position of laser burns. *Arch Ophthalmol*. 1984;102:861-863.
46. Wilensky JT, Jampol LM.: Laser therapy for open angle glaucoma. *Ophthalmology*. 1981;88:213-217.
47. Weinreb RN, Ruderman J, Juster R, et al.: Immediate intraocular pressure response to argon laser trabeculoplasty. *Am J Ophthalmol*. 1983;95:279-286.
48. Thomas JV, Simmons RJ, Belcher CD 3rd.: Argon laser trabeculoplasty in the presurgical glaucoma patient. *Ophthalmology*. 1982;89:187-197.
49. Hoskins HD Jr, Hetherington J Jr, Minckler DS, et al.: Complications of laser trabeculoplasty. *Ophthalmology*. 1983;90:796-799.
50. Richter CU, Shingleton BJ, Bellows AR, et al.: The development of encapsulated filtering blebs. *Ophthalmology* 1988;95:1163-1168.
51. Feldman RM, Gross RL, Spaeth G, et al.: Risk factors for the development of Tenon's capsule cysts after trabeculectomy. *Ophthalmology*. 1989;96:336-341.
52. Wimmer I, Welge-Luessen U, Picht G, et al.: Influence of argon laser trabeculoplasty on transforming growth factor-beta 2 concentration and bleb scarring following trabeculectomy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2003;241:631-636.
53. Safran MJ, Robin AL, Pollack IP.: Argon laser trabeculoplasty in younger patients with primary open-angle glaucoma. *Am J Ophthalmol*. 1984;97:292-295.
54. Traverso CE, Spaeth GL, Starita RJ, et al.: Factors affecting the results of argon laser trabeculoplasty in open-angle glaucoma. *Ophthalmic Surg*. 1986;17:554-559.
55. Rouhiainen H, Leino M, Teräsvirta M.: The effect of some treatment variables on long-term results of argon laser trabeculoplasty. *Ophthalmologica*. 1995;209:21-24.
56. Sharpe ED, Simmons RJ.: Argon laser trabeculoplasty as a means of decreasing intraocular pressure from "normal" levels in glaucomatous eyes. *Am J Ophthalmol*. 1985;99:704-707.
57. Schwartz AL, Perman KI, Whitten M.: Argon laser trabeculoplasty in progressive low-tension glaucoma. *Ann Ophthalmol*. 1984;16:560-566.
58. Lunde MW.: Argon laser trabeculoplasty in pigmentary dispersion syndrome with glaucoma. *Am J Ophthalmol*. 1983;96:721-725.
59. Tuulonen A.: Laser trabeculoplasty as primary therapy in chronic open angle glaucoma. *Acta Ophthalmol*. 1984;62:150-155.
60. Ustundag C, Diestelhorst M.: Efficacy of argon laser trabeculoplasty: 3-year preliminary results of a prospective placebo-controlled study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 1997;235:354-358.
61. Shingleton BJ, Richter CU, Dharma SK, et al.: Long-term efficacy of argon laser trabeculoplasty. A 10-year follow-up study. *Ophthalmology*. 1993;100:1324-1329.
62. Elsäs T, Johnsen H.: Long-term efficacy of primary laser trabeculoplasty. *Br J Ophthalmol*. 1991;75:34-37.
63. Odberg T, Sandvik L.: The medium and long-term efficacy of primary argon laser trabeculoplasty in avoiding topical medication in open angle glaucoma. *Acta Ophthalmol Scand*. 1999;77:176-181.
64. Wise JB.: Ten year results of laser trabeculoplasty. Does the laser avoid glaucoma surgery or merely defer it? *Eye (Lond)*. 1987;1:45-50.
65. Tuulonen A, Koponen J, Alanko HI, et al.: Laser trabeculoplasty versus medication treatment as primary therapy for glaucoma. *Acta Ophthalmol*. 1989;67:275-280.
66. Feldman RM, Katz LJ, Spaeth GL, et al.: Long-term efficacy of repeat argon laser trabeculoplasty. *Ophthalmology*. 1991;98:1061-1065.
67. Richter CU, Shingleton BJ, Bellows AR, et al.: Retreatment with argon laser trabeculoplasty. *Ophthalmology*. 1987;94:1085-1089.
68. Agarwal HC, Sihota R, Das C, et al.: Role of argon laser trabeculoplasty as primary and secondary therapy in open angle glaucoma in Indian patients. *Br J Ophthalmol*. 2002;86:733-736.
69. Pham H, Mansberger S, Brandt JD, et al.: Argon laser trabeculoplasty versus selective laser trabeculoplasty. *Surv Ophthalmol*. 2008;53:641-646.
70. Bradley JM, Vranka JA, Colvis CM, et al.: Mediation of laser trabeculoplasty-induced matrix metalloproteinase expression by IL-1b and TNF Alpha. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2000;41:422-430.
71. Alvarado JA, Alvarado RG, Yeh RF, et al.: A new insight into the cellular regulation of aqueous outflow: how trabecular meshwork endothelial cells drive a mechanism that regulates the permeability of Schlemm's canal endothelial cells. *Br J Ophthalmol*. 2005;89:1500-1505.
72. Alvarado JA, Katz LJ, Trivedi S, et al.: Monocyte modulation of aqueous outflow and recruitment to the trabecular meshwork following selective laser trabeculoplasty. *Arch Ophthalmol*. 2010;128:731-737.
73. Stein JD, Challa P.: Mechanisms of action and efficacy of argon laser trabeculoplasty and selective laser trabeculoplasty. *Curr Opin Ophthalmol*. 2007;18:140-145.
74. Guzey M, Vural H, Satıcı A, et al.: Increase of free oxygen radicals in aqueous humour induced by selective Nd:YAG laser trabeculoplasty in the rabbit. *Eur J Ophthalmol*. 2001;11:47-52.
75. Alvarado JA, Iguchi R, Martinez J, et al.: Similar effects of selective laser trabeculoplasty and prostaglandin analogs on the permeability of cultured Schlemm canal cells. *Am J Ophthalmol*. 2010;150:254-264.
76. McLraith I, Strasfeld M, Colev G, et al.: Selective laser trabeculoplasty as initial and adjunctive treatment for open-angle glaucoma. *J Glaucoma*. 2006;15:124-30.
77. Rhodes KM, Weinstein R, Saltzman RM, et al.: Intraocular pressure reduction in the untreated fellow eye after selective laser trabeculoplasty. *Curr Med Res Opin*. 2009;25:787-796.
78. Barkana Y, Belkin M.: Selective laser trabeculoplasty. *Surv Ophthalmol*. 2007; 52:634-54. Realini T. *J Glaucoma*. Selective laser trabeculoplasty: a review. 2008;17:497-502.
79. Ho CL, Lai JS, Aquino MV, et al.: Selective laser trabeculoplasty for primary angle closure with persistently elevated intraocular pressure after iridotomy. *J Glaucoma*. 2009;18:563-566.
80. Realini T, Charlton J, Hettlinger M.: The impact of anti-inflammatory therapy on intraocular pressure reduction following selective laser trabeculoplasty. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2010;41:100-103.
81. Johnson PB, Katz LJ, Rhee DJ.: Selective laser trabeculoplasty: predictive value of early intraocular pressure measurements for success at 3 months. *Br J Ophthalmol*. 2006;90:741-743.
82. Chen E, Golchin S, Blomdahl S.: A comparison between 90° and 180° selective laser trabeculoplasty. *J Glaucoma* 2004;13:62-65.
83. Gracner T.: Intraocular pressure response to selective laser trabeculoplasty in the treatment of primary open-angle glaucoma. *Ophthalmologica*. 2001;215:267-270.
84. Gracner T.: Intraocular pressure response of capsular glaucoma and primary open-angle glaucoma to selective Nd:YAG laser trabeculoplasty: a prospective, comparative clinical trial. *Eur J Ophthalmol*. 2002;12:287-292.
85. Hodge WG, Damji KF, Rock W, et al.: Baseline IOP predicts selective laser trabeculoplasty success at 1-year treatment. Results from a randomised trial. *Br J Ophthalmol*. 2005;89:1157-1160.
86. Damji KF, Bovell AM, Hodge WG, et al.: Selective laser trabeculoplasty versus argon laser trabeculoplasty: results from a 1-year randomised clinical trial. *Br J Ophthalmol*. 2006;90:1490-1494.

87. Francis BA, Ianchulev T, Schofield JK, et al.: Selective laser trabeculoplasty as a replacement for medical therapy in open-angle glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2005;140:524-525.
88. Song J, Lee PP, Epstein DL et al.: High failure rate associated with 180° selective laser trabeculoplasty. *J Glaucoma* 2005;14:400-408.
89. Nagar M, Ogunyomade A, O'Brart DP, et al.: A randomised, prospective study comparing selective laser trabeculoplasty with latanoprost for the control of intraocular pressure in ocular hypertension and open angle glaucoma. *Br J Ophthalmol*. 2005;89:1413-1417.
90. Kim YJ, Moon CS.: One-year follow-up of laser trabeculoplasty using Q-switched frequency doubled Nd:YAG laser of 532 nm wavelength. *Ophthalmic Surg Lasers*. 2000;31:394-399.
91. Melamed S, Simon GJ, Levkovitch-Verbin H.: Selective laser trabeculoplasty as primary treatment for open-angle glaucoma: A prospective, nonrandomized pilot study. *Arch Ophthalmol*. 2003;121:957-960.
92. Harasymowicz PJ, Papamatheakis D, Lesk M, et al.: Selective laser trabeculoplasty (SLT) complicated by intraocular pressure elevation in eyes with heavily pigmented trabecular meshworks. *Am J Ophthalmol*. 2005;139:1110-1113.
93. Rhee DJ, Krad O, Pasquale LR.: Hyphema following selective laser trabeculoplasty. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2009;40:493-494.
94. Shihadeh WA, Ritch R, Liebmann JM.: Hyphema occurring during selective laser trabeculoplasty. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2006;37:432-433.
95. Holz H, Pirouzian A.: Bilateral diffuse lamellar keratitis following consecutive selective laser trabeculoplasty in LASIK patient. *J Cataract Refract Surg*. 2010;36:847-849.
96. Moubayed SP, Hamid M, Choremis J, et al.: An unusual finding of corneal edema complicating selective laser trabeculoplasty. *Can J Ophthalmol*. 2009;44:337-338.
97. Wechsler DZ, Wechsler IB.: Cystoid macular oedema after selective laser trabeculoplasty. *Eye*. 2010;24:1113.
98. Kim DY, Singh A.: Severe iritis and choroidal effusion following selective laser trabeculoplasty. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2008;39:409-411.
99. Regina M, Bunya VY, Orlin SE, et al.: Corneal edema and haze after selective laser trabeculoplasty. *J Glaucoma*. 2011;20:327-329.
100. Ayala M, Chen E.: Predictive factors of success in selective laser trabeculoplasty (SLT) treatment. *Clin Ophthalmol*. 2011;5:573-576.
101. Realini T.: Selective laser trabeculoplasty: a review. *J Glaucoma*. 2008;17:497-502.
102. Cioffi GA, Latina MA, Schwartz GF.: Argon versus selective laser trabeculoplasty. *J Glaucoma*. 2004;13:174-177.
103. Lai JSM, Chua JKH, Tham CCY, et al.: Five-year followup of selective laser trabeculoplasty in Chinese eyes. *Clin Exper Ophthalmol*. 2004;32:368-372.
104. Damji KF, Shah KC, Rock WJ, et al.: Selective laser trabeculoplasty versus argon laser trabeculoplasty: A prospective randomised clinical trial. *Br J Ophthalmol*. 1999;83:718-722.
105. Tzimis V, Tze L, Ganesh J, et al.: Laser trabeculoplasty: an investigation into factors that might influence outcomes. *Can J Ophthalmol*. 2011;46:305-309.
106. Kara N, Altan C, Satana B, et al.: Comparison of selective laser trabeculoplasty success in patients treated with either prostaglandin or timolol/dorzolamide fixed combination. *J Ocul Pharmacol Ther*. 2011;27:339-342.
107. Lanzetti P, Menchini U, Virgili G.: Immediate intraocular pressure response to selective laser trabeculoplasty. *Br J Ophthalmol*. 1999;83:29-32.
108. Gracner T, Falez M, Gracner B, et al.: Long-term follow-up of selective laser trabeculoplasty in primary open-angle glaucoma. *Klin Monatsbl Augenheilkd*. 2006;223:743-747.
109. Juzych MS, Chopra V, Bannit MR, et al.: Comparison of long-term outcomes of selective laser trabeculoplasty versus selective laser trabeculoplasty in open-angle glaucoma. *Ophthalmology*. 2004;111:1853-1859.
110. Weinand FS, Althen F.: Long-term clinical results of selective laser trabeculoplasty in the treatment of primary open angle glaucoma. *Eur J Ophthalmol*. 2006;16:100-104.
111. Shazly TA, Smith J, Latina MA.: Long-term safety and efficacy of selective laser trabeculoplasty as primary therapy for the treatment of pseudoexfoliation glaucoma compared with primary open-angle glaucoma. *Clin Ophthalmol*. 2010;16:5-10.
112. Katz LJ, Steinmann WC, Kabir A, et al.: Selective Laser Trabeculoplasty Versus Medical Therapy as Initial Treatment of Glaucoma: A Prospective, Randomized Trial. *J Glaucoma*. 2011 May 3.
113. Birt M.: Selective laser trabeculoplasty retreatment after prior argon laser trabeculoplasty: 1-year results. *Can J Ophthalmol*. 2007;42:715-719.
114. Scherer WJ.: Effect of topical prostaglandin analog use on outcome following selective laser trabeculoplasty. *J Ocul Pharmacol Ther*. 2007;23:503-512.
115. Hong BK, Winer JC, Martone JF, et al.: Repeat selective laser trabeculoplasty. *J Glaucoma*. 2009;18:180-183.
116. Russo V, Barone A, Cosma A, et al.: Selective laser trabeculoplasty versus argon laser trabeculoplasty in patients with uncontrolled open-angle glaucoma. *Eur J Ophthalmol*. 2009;19:429-434.
117. Werner M, Smith MF, Doyle JW.: Selective laser trabeculoplasty in phakic and pseudophakic eyes. *Ophthalmic Surg Laser Imaging*. 2007;38:182-188.
118. Mahdavi S, Kitnarong N, Kropf JK, et al.: Efficacy of laser trabeculoplasty in phakic and pseudophakic eyes with primary open-angle glaucoma. *Ophthalmic Surg Laser Imaging*. 2006;37:394-398.
119. Shazly TA, Latina MA, Dagianis JJ, et al.: Effect of prior cataract surgery on the long-term outcome of selective laser trabeculoplasty. *Clin Ophthalmol*. 2011;5:377-380.
120. Lee AC, Mosaed S, Weinreb RN, et al.: Effect of laser trabeculoplasty on nocturnal intraocular pressure medically treated glaucoma patients. *Ophthalmology*. 2007;114:666-670.
121. El Mallah MK, Walsh MM, Stinnett SS, et al.: Selective laser trabeculoplasty reduces mean IOP and IOP variation in normal tension glaucoma patients. *Clin Ophthalmol*. 2010;4:889-893.
122. Kóthy P, Tóth M, Holló G.: Influence of selective laser trabeculoplasty on 24-hour diurnal intraocular pressure fluctuation in primary open-angle glaucoma: a pilot study. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2010;41:342-347.
123. Kramer TR, Noecker RJ.: Comparison of the morphologic changes after selective laser trabeculoplasty and argon laser trabeculoplasty in human eye bank eyes. *Ophthalmology*. 2001;108:773-779.
124. Cvenkel B, Hvala A, Drnovsek-Olup B, et al.: Acute ultrastructural changes of the trabecular meshwork after selective laser trabeculoplasty and low power argon laser trabeculoplasty. *Lasers Surg Med*. 2003;33:204-208.
125. Martinez-de-la-Casa JM, Garcia-Feijoo J, Castillo A, et al.: Selective vs argon laser trabeculoplasty: hypotensive efficacy, anterior chamber inflammation and postoperative pain. *Eye*. 2004;18:498-502.
126. Bovell AM, Damji KF, Hodge WG, et al.: Long term effects on the lowering of intraocular pressure: selective laser or argon laser trabeculoplasty? *Can J Ophthalmol*. 2011;46:408-413.
127. Ingvaldstad DD, Krishna R, Willoughby L.: Micropulse diode laser trabeculoplasty versus argon laser trabeculoplasty in the treatment of open angle glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2005;46:123.
128. Rantala E, Välimäki J.: Micropulse diode laser trabeculoplasty -180-degree treatment. *Acta Ophthalmol*. 2010 Nov 4.
129. Fea AM, Bosone A, Rolle T, et al.: Micropulse diode laser trabeculoplasty (MDLT): A phase II clinical study with 12 months follow-up. *Clin Ophthalmol*. 2008;2:247-252.
130. Detry-Morel M, Muschart F, Pourjavan S.: Micropulse diode laser (810 nm) versus argon laser trabeculoplasty in the treatment of open-angle glaucoma: comparative short-term safety and efficacy profile. *Bull Soc Belge Ophthalmol*. 2008;308:21-28.
131. Sellem E.: Actualités des trabéculoplasties. *J Fr Ophtalmol*. 2008;31:78-81.
132. Goldenfeld M, Melamed S, Simon G, et al.: Titanium:sapphire laser trabeculoplasty versus argon laser trabeculoplasty in patients with open-angle glaucoma. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2009;40:264-269.
133. Blumenkranz MS, Yellachich D, Andersen DE, et al.: Semiautomated patterned scanning laser for retinal photocoagulation. *Retina*. 2006;26:370-376.
134. Turati M, Gil-Carrasco F, Morales A, et al.: Patterned laser trabeculoplasty. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2010;41:538-545.
135. Vogel M, Lauritzen K, Quentin CD.: [Targetted ablation of the trabecular meshwork with excimer laser in primary open-angle glaucoma]. *Ophthalmologie*. 1996;93:565-568.
136. Wilmsmeyer S, Philippin H, Funk J.: Excimer laser trabeculotomy: a new, minimally invasive procedure for patients with glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2006;244:670-676.
137. Babighian S, Rapizzi E, Galan A.: Efficacy and safety of ab interno excimer laser trabeculotomy in primary open-angle glaucoma: two years of follow-up. *Ophthalmologica*. 2006;220:285-290.
138. Babighian S, Caretti L, Tavalato M, et al.: Excimer laser trabeculotomy vs 180 degrees selective laser trabeculoplasty in primary open-angle glaucoma. A 2-year randomized, controlled trial. *Eye*. 2010;24:632-638.