

Retina Hastalıkları ve Diode Laser

Özay ÖZ¹, Melike GİDER²

ÖZET

Diode laser oftalmolojide son yıllarda kullanıma giren, 790-950 nm.de infrared enerji yayan laserdir. En fazla melanin pigmenti tarafından absorbe edildiği için fotokoagülatif etkisi retina pigment epiteli ve koroidin derin tabakalarında gerçekleşir. Diode laser retinal fotokoagülasyonda transpupiller, transskleral ve endoskopik yolla kullanılmaktadır. Retinal vasküler hastalıklar ve dekolman cerrahisi için klinik kullanıma sunulmuştur. En önemli avantajları boyutlarının küçük, taşınabilir ve ekonomik olmasıdır.

SUMMARY

RETINAL DISEASES AND DIODE LASER

Diode lasers are relatively recent innovations in ophthalmology. The diode laser delivers energy in the infrared (790-950 nm) energy range. The principal site of energy absorption is melanin pigment in the retinal pigment epithelium and choroid. Transpupillary slit lamp, transpupillary laser indirect ophthalmoscopic, transscleral and endoscopic delivery modes have been developed. Clinical trials in retinal vascular diseases and retinal detachment surgery, have been encouraging. Its prime advantage is logistic by providing a clinically useful source of laser photocoagulation that is compact, portable and less expensive. **Ret-vit 2000; 8 : 292 - 300.**

DIODE LASER

Diode laserler oftalmolojideki son yenilikler arasındadır. Çok yönlülüğü, taşınabilirliği ve ekonomik yönleriyle birçok avantajlara sahiptir. Diode laserin tıpta kullanılmaya başlaması Pratesi ile başlar¹. Kompakt disk playerlerde, mikrokompüterlerde, optik yazıcılar da ve iletişim sistemlerinde potansiyel laser yayan cihazlar olarak kullanılan semikondüktör diode laserler 1980 yılından itibaren oftalmolojide kullanılmaya başlanmıştır.

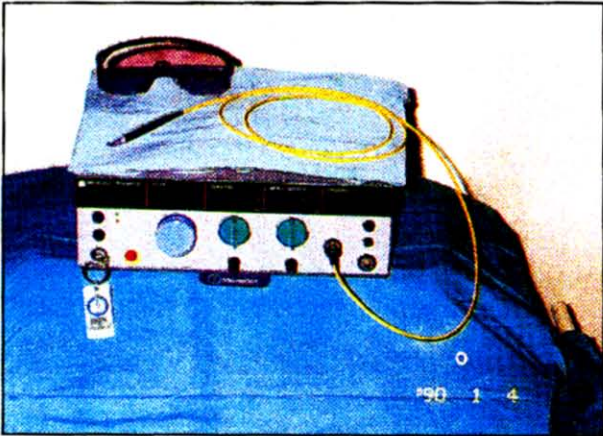
Semikondüktör diode laser teknolojisi gallium-aluminium-arsenidin diode ile kombinasyonundan oluşur. Elektrik akımıyla uyarıldığında 790-950 nm arasında (810 nmde pik yapar) laser ışını olarak infrared enerji yayar. Kornea, aköz ve vitreusdan kolayca geçer. Oksihemoglobin tarafından absorpsiyon minimal olup, ksantofil tarafından ihmal edilecek kadar az absorbe edilir. Asıl absorpsiyon melanin pigmenti tarafından olur. Retina pigment epiteli ve koroid argon laser enerjisinin % 95'ini, diode laser enerjisinin % 20-25'ini absorbe eder. Bu nedenle diode laser argon laserin 3.8-4.8 katı daha fazla enerjiye gereksinim duyar².

1. Yrd.Doç.Dr., Mersin Ü.Tıp Fak. Göz Hastalıkları ABD.
2. Uzm.Dr., SSK Ankara Göz Hast. 1. Göz Kliniği.

Diode Laserlerin Fiziksel Özellikleri ve Ekonomik Avantajları:

Diode laserin küçük ebatları birçok avantaj sağlamaktadır:

- Yaklaşık bir videoplayer büyüklüğündedir (5.5 kg) ve soğutma tesisatına ihtiyaç göstermez. Bir çantada saklanabilecek kadar kompakt olması bir merkezden diğerine kolaylıkla taşınabilmesini sağlar (Resim 1).
- Standard elektrik akımıyla çalışır.
- Kırılabilir cam tüpleri yoktur.
- Argon laserin replasman tüpleri laserin kendi fiyatının %20'sini oluşturur ve her 5-10 yılda bir değiştirilmesi gerekir. Diode laserin laser tüpüne ihtiyacı bulunmamaktadır.
- Bakım masrafları çok düşüktür. Argon laserde gereken basınç kontrolü, gaz doldurma, su filtresi değişim işlemleri, diode laser için gerekmemektedir.
- Taşınabilir olması uzak alanlarda ve üçüncü dünya ülkelerinde laser enerjisinin kullanımına imkan verir. Taşınabilir argon laser sistemlerinde pan-



Resim 1.

DIODE LASER (OcuLight SL IRIS Medical Instruments, Inc. Mountain View CA)

retinal fotokoagülasyonda olduğu gibi yüksek frekansda tekrarlanan kullanımlarda güç çıkışı hızla düşerken, bu problem diode laserle ortaya çıkmaz.

Diode Laserlerin Oftalmolojide Kullanım Alanları:

1. Retinal fotokoagülasyon amacıyla:
Transpupiller yolla biomikroskopa monte edilebilir.
Transpupiller yolla indirekt oftalmoskopa monte edilerek,
Endolaser fotokoagülasyon amacıyla endoprobla,
Transskleral yolla retinal fotokoagülasyon amacıyla kullanılabilir (Resim 2).
2. Periferel iridotomi amacıyla transpupiller yolla biomikroskopa monte edilebilir
3. Laser trabeküloplasti amacıyla biomikroskopa monte edilebilir.
4. Siklofotokoagülasyon amacıyla
Transskleral kontakt ve nonkontakt yolla
Endoskopik yolla endoprobla kullanılabilir.



Resim 2.

Diode laser probunun transskleral olarak kullanılması

Diode Laserin Retinal Vasküler Hastalıklarda Klinik Avantajları:

Diode laser asıl olarak infrared ışın yaydığı için birçok klinik avantaja sahiptir²⁻⁵.

- Diode laserin infrared dalga boyunda enerji yaymasından dolayı kan elemanları tarafından absorpsiyonu minimaldir, böylece vitreus hemorrhajisinden retinal tedavi yapılabilir.
- Diode laserin ksantofil tarafından absorpsiyonu minimaldir, bu da maküler ksantofil pigmentini enerji absorpsiyonunun potansiyel zararlarından koruyarak maküleya yakın tedavi imkanı sağlar.
- İşlemi yapana veya hastaya mavi ışık hasarı riski yoktur.
- Argon sisteminde bulunduğu gibi; laserin optikleri mavi hedef ışını laseri bulundurmaz. Fotokoagülasyon sırasında engellenmemiş retina görüntüsü alan operatör için koruyucu objektif kapağı gerekmez.
- Laserin objektif kapağı olmadığı için sessizdir ve hasta ses duymadığı için daha rahattır.
- Hasta tarafından flaş görülmez. Sadece hedef ışını görülebilir, fotokoagülasyon ışını görülmez. Argon sisteminde ise laser ışını tedavi sırasında parlak flaşlar olarak görülebilir, bu durum hastaya rahatsızlık verir.
- Argon yeşili gibi kısa dalgaboylarında lensin flavin bölümü daha fazla laser ışını absorbe eder ve dağıtır. Yaş ilerledikçe ön segmentten daha fazla enerji geçmesi gerekir ve fotokoagülasyonla ilgili olarak ön segment komplikasyonları riski artar. Fotokoagülasyona bağlı ke-

ratopati ve lens opasiteleri argon laser fotokoagülasyonun bilinen komplikasyonlarıdır. Ayrıca, daha kısa dalgaboylarında ön segmentte daha fazla absorpsiyon ve dağılıma bağlı olarak kan-aköz bariyeri daha fazla bozulur. Diode laser gibi infrared dalga boyunda çalışan laserlerde bu komplikasyonlar daha az meydana gelmektedir. Son çalışmalar hayvanlarda diode laserde argon lasere oranla, kan-retina bariyerinde daha az bozulma ve retina pigment epitel tabakasında daha az hasar olduğunu göstermiştir. Kan-retina bariyerinin bozulmasının fibroblastik proliferasyon ve bunun sonucu olarak proliferatif vitreoretinopatiye yol açtığı düşünüldüğünde, diode laserin bu yan etkilerinin daha az olması büyük avantajdır^{4,6,7}.

Argon laser fotokoagülasyonla daha önce gösterilen görme alanı kayıpları ve elektrodiagnostik değişiklikler, diode laser gibi daha uzun dalgaboylarıyla işleyen laserlerle en aza indirilebilir. Çünkü uzun dalgaboyunda çalışan laserlerde laser enerjisi koroidin daha derin tabakalarında absorbe edilmekte, fotokoagülatif etki argon lasere göre duysal retinadan daha derinde meydana gelmekte, böylelikle sinir lifi tabakasında hasar daha az oluşmaktadır.

Başlangıç Klinik Deneyler:

Diode laserle başlangıç çalışmalar Brancato ve Pratesi tarafından yapılmış, diode laser infrared enerjisini tavşanlara direkt oftalmoskopla transpupiller yolla vermişlerdir^{6,7}.

Bu çalışmayı Puliafito'nun hayvanlarda intraoküler fiberle yaptığı fotokoagülasyon iz-

lemiştir. Tavşanlarda retinada başarılı korioretinal yanık meydana getirmiştir⁸.

1989'da McHugh birçok insan deneyi gerçekleştirmiş, retinal vasküler hastalıklarda az sayıda hastada başlangıç pilot çalışmalarında direkt oftalmoskop ve biomikroskopa bağlanan versiyonları kullanmıştır (16 proliferatif diabetik retinopati, 5 eksudatif diabetik makülopati, 12 retinal ven tıkanıklığı olan gözde diode laser fotokoagülasyon yapmıştır)⁹. Entülee edilmiş insan gözlerinde diode laser yanıklarının histopatolojisini incelemiş ve özelliklerinin krypton laserle olanlarla benzer olduğunu bulmuştur. Yanıkların özellikleri, başlangıçta çok hafif beyazlaşma ve zamanla griye dönmeleridir, bu yönüyle argon laser yanıklarına benzememektedirler. Pigmente funduslara 450-500 mW arasında enerji gerekirken, açık renk funduslara 700 mW civarı enerji gerekmektedir (enerji 300-1300 mW arasında, 0.2-0.5 sn uygulama zamanı). Bu yanıkların takip eden haftada pigmentasyonu artma eğilimindedir, daha sonra yavaşça açılırlar. Ortam opasiteleri güç artışı gerektirir, ancak preretinal hemorajiden (yaklaşık 150µm kalınlık) iyi geçerler. McHugh komplikasyon bildirmemiştir, ancak yanıklar retina pigment epitelinin derin tabaklarında ve koroidin daha derinlerinde yerleşme eğilimindedirler ve asıl etki belirgin olarak koriokapillaris damarlarındadır, bu durum da diode laser infrared enerjisinin absorpsiyon spektrumuna uygundur. İnsan gözlerindeki histopatolojik bulgular hayvan deneylerindeki bulgulara benzerdir. Bu durum koroidal hemoraji oluşmasına ve Bruch membranının yırtılmasına eğilim yaratır ve bu tip fotokoagülasyon için en çok korkulan durumlardan biridir. Hayvan deneylerinde daha yüksek güç kullanılmıyorsa, daha uzun süre laser uygulamanın Bruch membran yırtılmasından korunarak yeterli

yanık şiddetine ulaşmada daha güvenilir olduğu bulunmuştur.

İnsanlarda Retinal Vasküler Hastalıklarda Diode Laser Kullanımının Klinik Çalışmaları:

Transpupiller Yol:

McHugh, proliferatif diabetik retinopati tedavisinde diode laserle başlangıç pilot çalışma yapmış, diode laserle panretinal fotokoagülasyonun yeni damarların kapatılması ve tedavi sonrası görme keskinliği değerlendirmiştir. Bu tedavi ile argon ve krypton laserle benzer sonuçlar elde ederek başarılı olduğunu bildirmiştir. Özellikle tedaviye bağlı olduğu düşünülen bir komplikasyon kaydedilmemiştir⁹.

Diode laser klinik önemi olan maküla ödemi tedavisinde de başarılı olmuştur. Diode laser ile mikrovasküler anomalilerin tedavisi, argon laserde olduğu gibi retina üzerinde direkt olarak beyazlatıcı etki (balmumu rengi değişiklik) yapmamıştır. Diode laser enerjisinin hemoglobin tarafından zayıf absorbe edildiği düşünüldüğünde, bu sonuç beklenebilir. 8 haftalık takipte eksudalarda çözülme gözlenmiş, fluoresein anjiografide görülen mikroanevrizmalar kaybolmuştur. Maküler ödemin çözülmesi için mikrovasküler anomaliye direkt tedavi gerekmemektedir; mikrovasküler anomalinin kaybolması, primer olaydan çok, retina pigment epitelindeki değişikliklere bağlı sekonder bir olay olarak düşünülmektedir. Bu durum retina pigment epitelinin hücresel mitotik aktivitesinde ve pompa fonksiyonunda artışın bir yansıması olarak görülmektedir. Kesin histopatolojik çalışmalar bu hipoteze destek vermektedir ve bu bulgular tedavinin modernleştirilmesi için ETDRS çalışmalarının ulaştığı son noktayı göstermektedir. Friberg'in 40 hastalık serisinde maküler ödemde diode la-

serle %75 çözülme gözlenmiştir¹⁰. Ulbig ve Friberg maküler ödem tedavisinde terapötik etki elde etmek için kullanılan diğer protokollerdeki laser enerjisinin çok fazla olduğunu, diode laserin ise diabetik retinopati tedavisinde daha nazik bir tedavi modu olduğunu konusunda hemfikirdirler. Ulbig, bu şekilde bazı hastalarda daha uzun dalgaboyunda laserlerle duysal retina daha iyi korunduğu için, görsel fonksiyonların da daha iyi korunabileceğini düşünmektedir¹¹. Günalp ve ark. diabetik makulopati tedavisinde, diode laser ile argon-yeşil ve kripton laseri karşılaştırmışlar; makula ödeminin ortadan kalkması ve sonuç görme keskinliği açısından fark olmadığını belirtmişlerdir¹². 1997'de Akduman'ın çalışmasında diffüz diabetik maküler ödemli 171 hastada argon ve diode laser grid fotokoagülasyonun sonuçları karşılaştırılmış görme keskinliğinde artma, azalma ve her gözün aldığı tedavi sayısında fark bulunmamıştır¹³.

Santral retinal ven tıkanıklıkları ve iskemik dal tıkanıklıkları tedavisi sonuçları da cesaret vericidir. Optik disk, retinal neovaskülarizasyonu veya rubeozis iridisi olan olgularda tedavi sonrası 8. haftada yeni damarların % 75'inin kapandığı gözlenmiş, hiçbir olguda neovasküler glokom gelişmemiştir⁹. 1997'de Friberg 14 retinal ven dal tıkanıklığı olan gözün % 79'unda maküler ödemde klinik ve fotoğrafik iyileşme bildirmiştir¹⁰.

Son zamanlarda koroidal neovasküler membranların (KNVM) diode laserle tedavisinde başarılı raporlar yayınlanmıştır. Ulbig'in 1993'deki 9 hastalık KNVM serisinde, diode laserle tedavi edilen olgularda rekürrens gözlenmemiş ve subretinal neovasküler dokunun koagülasyonunun diğer laser tiplerindeki kadar etkili olduğu görülmüştür¹⁴. 1997'de Friberg'in 53 hastalık

çalışmasında, KNVM % 93 oranında oblitere edilmiş ve tedavi alanında rekürrens gözlenmemiştir¹⁰. Ulbig ve Friberg'in çalışmalarında diode laser tedavisi sonrası tedavi edilen alanda iyi bir demarkasyon hattına sahip koriokapillaris atrofisi olduğu gözlenmiştir. KNVM tedavisinde diode laserin daha yüksek eşik güce gereksinimi vardır, bu da dokunun daha fazla ısınmasına ve korioretinal hemorajiye yolaçabilir. Bunu engellemek için indosiyanın yeşili anjiografisiyle diode laser beraber kullanılmıştır. 1990'da Pulifato ve Balles'in, 1994'de Reichel'in çalışmasında, infrared diode laser ile fotokoagülasyon uygulanmadan önce, indosiyanın yeşili (ICG) infrared video anjiyografi yapılarak diode laserin etkisi güçlü bir şekilde artırılmıştır^{15,16}. ICG, trikarbosiyanin boyasıdır ve 805 nm'de maksimum ışık absorbe eder. ICG mikrosirkülasyonun etrafındaki sirkülasyondan temizlendikten sonra, mikrovasküler ağın etrafında birikir, 810 nm diode laser ışığına selektif absorpsiyon için kromatofor görevi görür ve NVM'in kapanmasını artırır. Görülebilen ve gizli KNVM'ların tanımlanmasına ve lokalizasyonuna yardımcı olmasına ek olarak, bu teknik 810 nm diode laser enerjisinin selektif absorpsiyonuna izin verir ve hemoraji, eksuda veya seroz sıvı bulunsa da KNVM'in kapanmasını artırır. Bunun önemi şudur: kromatofor tarafından infrared enerjisinin optimal absorpsiyonu, çevredeki koroide enerji dağılımını azaltır, dolayısıyla subretinal hemoraji ve Bruch membran rüptürü riskini azaltır. Diode laserin yanıkları argona göre daha gri ve daha derindir, ancak duysal retinada daha az hasara neden olduğu için görme keskinliğini daha iyi korumaktadır. KNVM tedavisinde diode laserin etki mekanizması tam olarak bilinmemektedir. Bir teori KNVM'in direkt hasarlanması olduğunu, diğeri ise laser absorpsiyonunu takiben yakındaki melaninden

termal transferle veya kan elemanlarına laser absorpsiyonuyla hasarlanma olduğunu destekler. Alternatif bir hipoteze göre lasere bağlı retina pigment epiteli hiperplazisi, KNVM'ı pigment epitel hücreleri tarafından sarıdır.

1992'de Fleming 18 pretreshold posterior prematüre retinopati göze, Mc Namara 28 treshold evre 3 prematüre retinopati (ROP) göze, Hunter 33 treshold prematüre retinopati göze transpupiller indirekt oftalmoskopik diode laser tedavisi uygulayarak krioterapi kadar efektif olduğunu göstermişlerdir¹⁷⁻¹⁹. Diode laserin ROP tedavisindeki ek avantajları krioterapiden daha iyi tolere edilmesi, genel anestezi olmadan sedasyon ve topikal anestezi ile uygulanarak sistemik komplikasyon riskinin azalması, argon laserden daha az ön segment hasarı yaratarak kornea ve lense daha az zarar vermesidir. 1997'de Seiberth, ROP tedavisinde transskleral ve transpupiller diode laseri karşılaştırmış, transskleral uygulamanın en az transpupiller uygulama kadar etkili olduğunu ve katarakt oluşumuna transpupiller uygulamadan daha az yol açtığını bildirmiştir²⁰. Ancak transskleral uygulama konjunktival insizyon ve genel anestezi gerektirmekte ve morbiditenin artmasına neden olabilmektedir, ayrıca kapak ve konjunktivada ödeme neden olmaktadır. Christiansen, ROP'lu olgularda diode laseri takiben katarakt gelişimi üzerinde durmuştur²¹.

Endofotokoagülasyon:

1989'da Duker diode laser endofotokoagülasyonla hayvanlarda korioretinal adhezyon oluşturmuştur²². Smiddy 1992'de önce tavşanlarda, daha sonra insanlarda diode endolaser fotokoagülasyonu denemiş, proliferatif diabetik retinopati, proliferatif vitreoretinopati,

komplike retina dekolmanı ve retinal yırtıklarda başarılı sonuçlar elde etmiştir^{23,24}. Hoggatt, tavşan modellerinde karbon kaplı diode laser probu kullanarak internal retinotomi ve retinektomiye gerçekleştirmiş-tir²⁵.

Transskleral Retinal Fotokoagülasyon:

Diode laserin transskleral yolla retinanın fotokoagülasyonu amacı ile kullanımı 1990'da Jenings ve ark tarafından hayvanlarda denenmiştir²⁶. Kan-retina bariyerinde kriopeksiden daha az hasar yarattığı ve skleradan kolaylıkla geçtiği tavşanlarda gösterilmiştir. Silikon implant üzerinden ve oküler kaslar üzerinden, silikon implant ve kasa zarar vermeden diode laser yanıkları oluşmuştur.

1992'de Smiddy, tavşan gözlerinde diode laserin oluşturduğu korioretinal adhezyonun histopatolojik özelliklerini tanımlamıştır²³.

Arrindal ve ark, yüksek rezolüsyonlu manyetik rezonans görüntüleme teknikleri ile kan-retina bariyerinin bütünlüğünü değerlendirdiklerinde; transskleral kontakt prob diode laser fotokoagülasyonun krioterapiye göre kan-retina bariyerine daha az hasar verdiğini göstermişlerdir²⁷.

1993'de Haller primer regmatojen retina dekolmanı olan 10 hastada transskleral diode laser retinopeksi uygulamıştır²⁸. 90°'den büyük yırtıklar, üveit veya enfeksiyöz retinopati hikayesi olanlar, grade 2 ve daha fazla proliferatif vitreoretinopati olanlar, vitreus cerrahisi gerektiren herhangi bir durumdaki hastalar çalışmaya alınmamıştır. Bu çalışmada diode laser retinopeksi, korioretinal adhezyon oluşturmada efektif ve güvenilir bulunmuştur. 1998'de Haller bu çalışmayı 72 hastaya tamamlamış ve minimal komplikasyonla (koroid rüptürü, retinal hemoraji) başarılı olduğunu bildirmiştir²⁹.

1997'de Flaxel, rubeozis iridisi olan ve fundusun konvansiyel panretinal fotokoagülasyon için görülemediği 15 gözde periferal transskleral diode laser fotokoagülasyon uygulamış, 8 hastada neovasküler glokom olduğu için transskleral diode laser siklofotokoagülasyon da yapmıştır³⁰. Ancak bu 8 hastada hipotoni riski artmıştır. Tedavi sonrası rubeozisde gerileme olmuş, neovasküler glokom görülmemiştir. Transskleral diode laser panretinal fotokoagülasyonla inflamasyon çok az, hasta daha rahat, konjuktival hasar çok az olmakta, tekniği uygulamak kolay, tekrar edilebilmekte ve retina dekolmanı riskini artmamaktadır. Evisserasyon, enükleasyon veya retrobulber alkol enjeksiyonunu istemeyen, dayanılmaz ağrıları olan, cerrahinin kontrendike olduğu hastalarda alternatif bir tedavi metodu sunmaktadır.

Seiberth 1999 yılında beraberinde vitreus hemorajisi bulunan proliferatif orak hücreli retinopati bir olgusunda transskleral diode laserin etkinliği ve güvenilirliğini göstermiştir. Bu olguda fotokoagülasyondan sonra vasküler proliferasyonun tamamen gerilediği ve vitreus hemorajisinin absorbe olduğu gözlenmiştir³¹.

Retinal Vasküler Hastalıklardaki Dezavantajları:

- Diode laser yanıklarının şiddetinde geniş çapta değişkenlik olmaktadır, bu şiddet değişkenliği argon laserde görülmemektedir.
- Diode laserde hedefleme kritik öneme sahiptir. Çünkü laserin daha derine penetrasyonu, daha arkaya hedeflemek anlamına gelir; bu da teorik olarak koroide aşırı enerji dağılması ve koroidal hemoraji, Bruch membran rüptürü ve subretinal hemoraji riskinin artmasına yol açar.

- Diode laser optiklerinin argon laserden daha kısa çalışma mesafesi vardır. Arka kutbu ve periferal retinayı açıkça görmek için operatörün transekvator ve kuadrosferik gibi laser lensleri kullanması gerekir. Standard Mainster, Rodenstock ve Goldmann lensler de diode laser için uygundur.
- İris çekintisi diode laser fotokoagülasyonda önemli bir faktördür. Diode laser argon laserin 7° 'lik koverjans açısıyla karşılaştırıldığında daha geniş açıya sahiptir (23°). Konverjans açısının dar olması laserin ufak yer değişiklikleri, çalışma mesafesinde değişiklikler veya operatörün akomodasyon değişikliklerinin laserin hedefinin değişmesine yol açabileceği anlamına gelir. Bu da pupilde ışın demeti çapında geniş varyasyonlar yaratır ve klinik pratikte ışın hemen hemen tüm pupili kaplayabilir. Eğer laser retinadaki spot büyüklüğünü değiştirmek için geriye doğru alınrsa ışın pupili çekintisi yapabilir. Bu durumda pupilden dağılan enerji ve retinadaki yanık şiddeti azalacaktır. Eğer güç istenen etkiyi oluşturmak için artırılırsa, laserin küçük yer değişikliği iri çekintisi oluşmasını engeller ve tüm enerji pupilden geçerek koroide dağılır. Enerji şiddetinde dalgalanmalar olması koroidal hemorajiye neden olabilir. Başlangıçta diode laseri kullanan cerrahlar yanıktaki şiddet değişikliklerinin çoğunlukla iri çekintisi yüzünden olduğunu belirtmişlerdir. Diode laser konverjans açısını 12° 'ye düşüren yeni teknik gelişmelerle bu komplikasyon en aza inecektir.
- Daha uzun dalgaboylarında çalışan laserlerde, retinal fotokoagülasyonda is-

tenen standarda ulaşmak için koroide daha fazla miktarda ve daha derine enerji geçişi olur. Bu yüzden duysal koroidal sinir uçlarına daha fazla enerji dağılarak hastada subjektif ağrı hissi oluşur, diode laserle panretinal fotokoagülasyon gibi uzamış işlemlerde retrobulber anestezi gerekir.

- Diode laser ışınının % 10 kadarı standard laser tedavi lenslerinden yansıyabilir. Bu da göze geçen ışını azaltır, tedaviyi sınırlar ve tedavi odasındaki korunmasız kişilere potansiyel zarar riski vardır. Bu nedenle 400-700 nmde etkili olan özel antirefle lensler gerekebilir².

KAYNAKLAR

1. Pratesi R: Diode lasers in photomedicine. J.Quantum Electr. 1984, 20; 1433-9
2. Balles MW, Puliafito CA.: Semiconductor diode lasers: A new laser light source in ophthalmology. International Ophthalmol. Clinics. 1990. 30(2); 77-83
3. Balles MW, Puliafito CA, Donald J, et al.: Semiconductor diode laser photocoagulation in retinal disease. Ophthalmology. 1990. 97(11); 1553-61
4. Benner JD, Huang M, Morse LS, et al: Comparison of photocoagulation with the argon, krypton and diode laser indirect ophthalmoscopes in rabbit eyes. Ophthalmology. 1992. 99; 1554-63
5. Moriarty AP: Diode lasers in ophthalmology. Int Ophthalmol. 1993. 17; 297-304
6. Brancato R, Pratesi R.: Applications of diode lasers in ophthalmology. Lasers Ophthalmol. 1987. 1; 119-29
7. Brancato R, Pratesi R, Leoni G, et al: Histopathology of diode and argon laser lesions in rabbit retina. Invest Ophthalmol & Vis. Sci. 1989. 30(7); 1504-10
8. Puliafito CA, Deutsch TF, Boll J, To K: Semiconductor laser endophotocoagulation of the retina. Arch. Ophthalmol. 1987. 105; 424-7
9. McHugh JDA, Marshall J, Capon M, et al: Initial clinic experience using a diode laser in the treatment of retinal vascular disease. Eye 1989. 3; 516-27
10. Frierberg TR, Karatza EC: The treatment of macular disease using a micropulsed and continuous Wave 810-nm diode laser. Ophthalmology. 1997. 104; 2030-38
11. Ulbig MRW, Arden GB, Hamilton MP: Color contrast sensitivity and pattern electroretinographic findings after diode and argon laser photocoagulation in diabetic retinopathy. Am.J.Ophthalmol. 1994. 117; 583-88
12. Günalp İ, Tezel TH: Diabetik makulopati tedavisinde diode laser kullanımı: değişik dalga boyundaki argon-yeşil ve kripton laser uygulamalarıyla karşılaştırmalı sonuçlar. MN Oftalmoloji. 1995. 2(3); 250-254
13. Akduman L, Olk RJ: Diode laser (810 nm) versus argon green (514 nm) modified grid photocoagulation for diffuse diabetic macular edema. Ophthalmology. 1997. 104; 1433-41
14. Ulbig MRW, McHugh DA, Hamilton MP: Photocoagulation of choroidal neovascular membranes with a diode laser. Br.J.Ophthalmol. 1993. 77; 218-21
15. Balles MW, Puliafito CA, Duker JA: Indocyanine green dye-enhanced diode laser photocoagulation of subretinal neovascular membranes. Invest Ophthalmol Vis. Sci.1990. 31(suppl); 282 abstract
16. Reichel ER, Puliafito CA, Duker JA: Indocyanine green dye-enhanced diode laser photocoagulation of poorly defined subfoveal choroidal neovascularization. Ophthalmic Surg. 1994. 25(3); 195-201
17. Fleming TN, Runge PE, Charles ST: Diode laser photocoagulation for prethreshold, posterior retinopathy of prematurity. Am.J.Ophthalmol. 1992. 114; 589-92
18. McNamara JA, Tasman W, Vander JF, Brown GC: Diode laser photocoagulation for retinopathy of prematurity. Arch Ophthalmol. 1992. 110; 1714-16
19. Hunter DG, Repka MX: Diode laser photocoagulation for threshold retinopathy of prematurity. Ophthalmology. 1993 100; 238-44
20. Seiberth VS, Linderkamp O, Vardarli I: Transsclearal vs. transpupiller diode laser photocoagulation for the treatment of threshold retinopathy of prematurity. Arch. Ophthalmol 1997. 115; 1270-75
21. Christiansen SP, Bradford JD: Cataract following diode laser photoablation for retinopathy of prematurity (letter): Arch Ophthalmol. 1997 115(2); 275-6
22. Duker JS, Federmen JL, Schubert H, Talbot C: Semiconductor diode laser endo photocoagulation. Ophthalmic Surg. 1989 20(10); 717-19

23. Smiddy WE, Hernandez E: Histopathologic results of retinal photocoagulation in rabbit eyes. *Arch Ophthalmol* 1992 110;693-98
24. Smiddy WE: diode endolaser photocoagulation. *Arch Ophthalmol*. 1992 110; 1172-74
25. Hoggatt JS, Pulide JS, Nash RW: The invivo effects of prototype diode laser coagulator vaporizing endoprobe used to perform retinectomy and retinotomy in rabbits. *Ophthalmic surg Lasers*. 1997 28(3); 231-5
26. Jennings T, Fuller T, Vukich JA, et al: Transscleral contact retinal photocoagulation with an 810 nm semiconductor diode laser. *Ophthalmic Surg*. 1990 21(7); 492-96
27. Arrindell EL, Wu JC, Wolf MD, et al: High-resolution magnetic resonance imaging evaluation of blood-retinal barrier integrity following transscleral diode laser treatment. *Arch Ophthalmol*. 1995 113; 96-102
28. Haller JA, Lim JJ, goldberg MF: Pilot trial of transscleral diode laser retinopexy in retinal detachment surgery. *Arch Ophthalmol*. 1993 111; 952-56
29. Haller JA, Blair N, De-juan-E jr, et al: Multicenter trial of transscleral diode laser retinopexy in retinal detachment surgery. *Trans-Am-Ophthalmol-Soc*. 1997 95; 221-30
30. Flaxel CJ, Larkin GB, Broadway DB: Peripheral transscleral retinal diode laser for rubeosis iridis. *Retina* 1997 17(5); 421-9
31. Seiberth V: Trans-scleral diode laser photocoagulation in proliferative sickle cell retinopathy. *Ophthalmology*. 1999 106(9); 1828-9