

Trabekülektomi Sonrası Optik Sinir Başı Topografisi ve Retina Sinir Lifi Tabakasında Meydana Gelen Değişikliklerin Değerlendirilmesi

Evaluation of Optic Nerve Head Topography and Retinal Nerve Fiber Layer Changes After Trabeculectomy

Afsun ŞAHİN¹, Banu BOZKURT², Hürkan KERİMOĞLU³, Murat İRKEÇ⁴, Mehmet ORHAN⁴, Osman SARAÇBAŞI⁵

ÖZ

Amaç: Glokomlu olgularda trabekülektomi sonrası optik sinir başı (OSB) ve retina sinir lifi tabakasında (RSLT) meydana gelen değişikliklerin tarayıcı laser oftalmoskopi ve polarimetre ile değerlendirilmesi.

Gereç ve Yöntem: Trabekülektomi yapılan 13 olgunun 16 gözü çalışmaya dahil edildi. Olguların ameliyat öncesi ve ameliyattan sonra 1. 3. ve 6. aylarda OSB topografisi TopSS (Topographic Scanning system), RSLT kalınlığı NFA GDx ile değerlendirildi. Ameliyat öncesi ve sonrası alınan TopSS ve GDx parametreleri eşleştirilmiş t-testi ile karşılaştırıldı ve $p < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular: Trabekülektomi sonrası ortalama göz içi basıncı (GİB) 32.56 ± 8.51 mmHg'dan 1. ayda 14.68 ± 3.04 mmHg'ya, 3. ayda 13.82 ± 3.04 mmHg'ya, 6. ayda 15.78 ± 1.04 mmHg'ya düştü. Cerrahiden sonra ortalama nöroretinal rim kalınlığının belirgin olarak arttığı görüldü (ameliyat öncesi 1.367 ± 1.16 mm²; ameliyat sonrası 1. 3. ve 6. aylarda sırasıyla 1.430 ± 1.12 mm², 1.540 ± 1.15 mm², 1.429 ± 1.12 mm²) olarak tespit edildi ($p < 0.05$). Ameliyat sonrası c/d oranı, 1/2 derinlik hacmi, 1/2 derinlik alanında ise azalma tespit edildi. GDx parametrelerinden hiçbirinde trabekülektomi sonrası belirgin değişiklik izlenmedi ($p > 0.05$).

Sonuç: Trabekülektomi sonrası GDx parametrelerinde değişiklik izlenmezken TopSS parametrelerinden NRRA ve c/d oranlarında meydana gelen değişiklikler, trabekülektomi'den sonra GİB düşüşü ile birlikte OSB üzerindeki mekanik basının kalkması ve lamina kribrozanın öne doğru yer değiştirmesi ile açıklanabilir.

Anahtar Kelimeler: Trabekülektomi, optik sinir başı topografisi, retina sinir lif tabakası, glokom.

ABSTRACT

Purpose: Assessment of optic nerve head (ONH) and retinal nerve fiber layer (RNFL) changes following trabeculectomy with scanning laser ophthalmoscopy and scanning laser polarimetry in glaucoma patients.

Materials and Methods: 16 eyes of 13 patients who had undergone trabeculectomy were evaluated with ONH topography (Topographic Scanning System, TopSS) and RNFL polarimetric analysis (NFA, GDx) preoperatively, and at 1 month, 3 months and 6 months postoperatively. TopSS and GDx parameters measured before and after trabeculectomy were compared using paired sample t-test and $p < 0.05$ was considered to be statistically significant.

Results: After trabeculectomy, IOP reduced from 32.56 ± 8.51 mmHg to 14.68 ± 3.04 mmHg at 1 month, 13.82 ± 3.04 mmHg at 3 months and 15.78 ± 1.04 mmHg at 6 months. The mean neuroretinal rim area (NRRA) was found to be increased at 1 month (1.430 mm² \pm 1.12), 3 months (1.540 mm² \pm 1.15), 6 months (1.429 mm² \pm 1.12) after trabeculectomy when compared with the initial measurement (1.367 mm² \pm 1.16) ($p < 0.05$). C/D ratio, half depth volume (1/2 DV) and half depth area (1/2 DA) decreased by months 1, 3 and 6 when compared with the preoperative measurements. None of the GDx parameters showed statistically significant changes following trabeculectomy ($p > 0.05$).

Discussion: Although NRRA and cup parameters were found to be significantly changed on topography, all of the GDx parameters including the average thickness, remained stable following trabeculectomy which could be explained by the removal of the mechanical effect of IOP on the ONH and the anterior movement of lamina cribrosa after a IOP decrease.

Key Words: Trabeculectomy, optic nerve head topography, retinal nerve fiber layer, glaucoma.

Glo-Kat 2006;1:17-21

Geliş Tarihi : 27/01/2006

Kabul Tarihi : 20/02/2006

Received : January 27, 2006

Accepted: February 20, 2006

- 1- Osman Gazi Üniv. Tıp Fakl. Göz Hast. A.D., Eskişehir, Uzm. Dr. Ankara, Uzm. Dr.
- 2- Selçuk Üniv. Tıp Fakl. Göz Hast. A.D., Konya, Yard. Doç. Dr.
- 3- Hacettepe Üniv. Tıp Fakl. Göz Hast. A.D., Ankara, Prof. Dr.
- 4- Hacettepe Üniv. Tıp Fakl. Biyoistatistik A.D., Ankara, Doç. Dr.

- 1- M.D., Osmangazi University Medical Faculty Department of Ophthalmology, Eskişehir/TURKEY ŞAHİN A.
- 2- M.D., Ankara/TURKEY BOZKURT B.
- 3- M.D. Associate Professor, Selçuk University Medical Faculty Department of Ophthalmology, Konya/TURKEY KERİMOĞLU H.
- 4- M.D. Professor, Hacettepe University Medical Faculty Department of Ophthalmology, Ankara/TURKEY İRKEÇ M. ORHAN M.
- 5- M.D. Associate Professor, Hacettepe University Medical Faculty, Ankara/TURKEY SARAÇBAŞI O.

Correspondence: M.D. Afsun ŞAHİN
Osmangazi University Medical Faculty Department of Ophthalmology,
Eskişehir/TURKEY

GİRİŞ

Glokom, sıklıkla göziçi basıncı (GİB) yüksekliği ile birlikte seyreden ilerleyici bir optik nöropatidir. Bu yüzden optik sinir başı (OSB) ve retinal sinir lifi tabakası (RSLT) değerlendirilmesi glokom hastalarının erken tanı, tedavi ve izlemlerinde önem taşımaktadır. OSB'nı değerlendiren Heidelberg Retinal Tomografi (HRT, Heidelberg Engineering, Almanya) ve Topographic Scanning System (TopSS, Laser Diagnostic Technologies, California, ABD) gibi tarayıcı lazer oftalmoskoplar ve peripapiller RSLT kalınlığını ölçen tarayıcı lazer polarimetreler (Nerve Fiber Analyzer GDx Version, NFA GDx, Laser Diagnostic Technologies, California, ABD) klinik pratikte yaygın olarak kullanılmaktadır^{1,2}. TopSS ve NFA'nın bazı parametrelerinin görme alanı indisleri ile korelasyon gösterdikleri saptanmıştır^{3,4}.

Trabekülektomi ilk defa 1968 yılında Cairns tarafından tanımlanmıştır ve günümüzde glokom cerrahisinde altın standart olarak kabul edilmiştir. Trabekülektomi sonrası OSB topografisinde değişiklikler meydana geldiği çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir⁵⁻⁷. Bu çalışmaların çoğunda, trabekülektomi sonrası çukurluk alanı, çukurluk hacmi, c/d oranı, rim alanı, rim hacmi ve çukurluk şeklinde düzelme olduğu rapor edilmiş ve bu düzelmenin direkt olarak GİB azalması ile ilişkili olduğu öne sürülmüştür^{6,7}.

Bu bilgilerin ışığında amacımız, maksimum tıbbi tedaviye rağmen GİB'ları kontrol altına alınamamış glokomlu olgularda trabekülektomi sonrası OSB topografisi ve RSLT'da meydana gelen değişiklikleri incelemektir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmaya ortalama yaşları 55.4 yıl olan 9'u erkek, 4'ü kadın olmak üzere toplam 13 hastanın 16 gözü dahil edildi. On altı gözün 7'sinde psödoekfoliasyon glokomu, 4'ünde primer açık açılı glokom, 2'sinde pigmenter glokom, 2'sinde juvenil açık açılı glokom ve 1'inde

kronik açı kapanması glokomu mevcuttu. Tüm olgularda trabekülektomi öncesi üst kadrandan limbus tabanlı konjonktiva flebi hazırlandı. Tenon kapsülü de uzaklaştırıldıktan sonra 4x4 mm ebatında 1/3 kalınlıkta skleral fleb hazırlandı. Sklera mahmuzu lokalize edildikten sonra 1/3 mm ebatında trabekulum dokusu çıkartıldı. Periferik iridektomi yapıldı ve sklera ve konjonktiva flepleri kapatıldı. Trabekülektomi sırasında 3 olguda antimetabolit (5-FU) kullanıldı.

Tablo 1: İncelenen TopSS ve GDx parametreleri.

Topografik parametreler	GDx parametreleri
OSB alanı	Ortalama kalınlık
Ortalama derinlik	Üst ortalama
Efektif alan (EA)	Alt ortalama
Nöretinal rim alanı (NRRA)	Üst maksimum
Referans altındaki hacim (VB)	Alt maksimum
Referans üzerindeki hacim (VA)	Sayı
½ derinlik alanı (1/2 DA)	Elips ortalaması
½ derinlik hacmi (1/2 DV)	Simetri
Maksimum çukurluk derinliği (MCD)	Üst oran
Maksimum eğim	Alt oran
Ortalama eğim açısı	Üst/nazal
Cup-disk oranı (c/d oranı)	

Tüm olguların rutin oftalmolojik muayenesi, Goldmann applanasyon tonometrisi ile GİB ölçümü, 30-2 SITA-Fast Humphrey görme alanı, TopSS ve GDx analizleri aynı kişi (AŞ) tarafından yapıldı. Optik atrofisi olan ileri glokom olguları, daha önce göz ameliyatı geçirmiş olgular ve yüksek miyop olgular çalışmaya dahil edilmedi.

TopSS, OSB'nın 3 boyutlu kantitatif topografik ölçümünü yapan bir tarayıcı lazer oftalmoskopdur. Retinal düzleme paralel 32 adet eşit aralıklı kesit elde ederek polarizasyon değişikliklerini (256x256 piksel, toplam 2.097.152 nokta) tespit etmektedir². Görüntü elde etme süresi 1 sn'den az sürmekte ve pupil genişletilmesine ihtiyaç duymamaktadır. Optik disk sınırları kullanıcı ta-

Tablo 2: Preoperatif, 1. ay, 3. ay, 6. ay ortalama TopSS ve GDx parametreleri ve eşleşmeli t testi ile karşılaştırılmaları.

	Preop Ort.±SD	1. ay Ort.±SD	3. ay Ort.±SD	6. ay Ort.±SD	p değeri preop&1. ay	p değeri preop&3. ay	p değeri preop&6. ay
Ort.sınır derinliği (mm)	-0.102±0.227	-0.074±0.182	-0.038±0.196	-0.036±0.188	p>0.05	p>0.05	p>0.05
Efektif alan (mm ²)	1.366±0.703	1.301±0.609	1.284±0.623	1.31±0.584	p>0.05	p>0.05	p>0.05
Ortalama derinlik(mm)	-0.278±0.178	-0.23±0.222	-0.225±0.235	-0.225±0.220	p>0.05	p>0.05	p>0.05
Üzerindeki hacim (mm ³)	0.266±0.259	0.274±0.243	0.274±0.242	0.273±0.238	p>0.05	p>0.05	p>0.05
Altındaki hacim (mm ³)	-0.451±0.356	-0.372±0.262	-0.372±0.281	-0.371±0.262	p>0.05	p>0.05	p>0.05
1/2 derinlik alanı (mm ²)	0.614±0.419	0.482±0.270	0.48±0.289	0.477±0.270	p<0.05	p<0.05	p<0.05
1/2 derinlik hacmi (mm ³)	-0.106±0.120	-0.085±0.076	-0.083±0.080	-0.082±0.075	p>0.05	p>0.05	p>0.05
Maksimum derinlik (mm)	-0.512±0.485	-0.659±0.342	-0.66±0.364	-0.658±0.341	p>0.05	p>0.05	p>0.05
Maksimum eğim (derece)	75.8±4.588	76.34±4.64	76.34±4.96	76.33±4.64	p>0.05	p>0.05	p>0.05
Ort.eğim açısı (derece)	34.11±10.128	35.38±8.965	35.383±9.56	35.37±8.966	p>0.05	p>0.05	p>0.05
NRRA (mm ²)	1.367±1.164	1.43±1.120	1.43±1.157	1.429±1.12	p<0.05	p<0.05	p<0.05
c/d oranı	0.603±0.254	0.564±0.234	0.558±0.241	0.557±0.233	p>0.05	p>0.05	p>0.05
Ortalama kalınlık (µm)	54.04±7.41	54.06±7.44	54.31±7.66	54±7.35	p>0.05	p>0.05	p>0.05
Üst ortalama(µm)	54.56±7.55	54.37±8.2	54.65±7.32	54.75±8.44	p>0.05	p>0.05	p>0.05
Alt ortalama (µm)	57µm±8.1	57.05±8.45	57.15±8.2	57.12±8.4	p>0.05	p>0.05	p>0.05

Tablo 3: TopSS parametreleri ile cerrahi sonrası GİB'nin korelasyon analizi.

	r (p) değeri preop&1. ay	r (p) değeri preop&3. ay	r (p) değeri preop&6. ay
Ort.sınır derinliği (mm)	0.17 (0.52)	0.18 (0.52)	0.18 (0.52)
Efektif alan (mm ²)	-0.36 (0.18)	-0.36 (0.19)	-0.39 (0.15)
Ortalama derinlik(mm)	0.39 (0.14)	0.40 (0.19)	0.39 (0.15)
Üzerindeki hacim (mm ³)	0.23 (0.40)	0.23 (0.40)	-0.52 (0.03)*
Altındaki hacim (mm ³)	0.15 (0.59)	0.15 (0.60)	-0.56 (0.03)*
1/2 derinlik alanı (mm ²)	-0.55 (0.03)*	-0.56 (0.03)*	-0.56 (0.03)*
1/2 derinlik hacmi (mm ³)	-0.03 (0.92)	-0.03 (0.93)	-0.05 (0.87)
Maksimum derinlik (mm)	-0.37 (0.16)	-0.38 (0.17)	-0.37 (0.17)
Maksimum eğim (derece)	-0.32 (0.24)	-0.32 (0.24)	-0.32 (0.24)
Ort.eğim açısı (derece)	0.28 (0.30)	0.28 (0.30)	0.29 (0.30)
NRRRA (mm ²)	0.37 (0.16)	0.38 (0.16)	0.38 (0.16)
c/d oranı	-0.32 (0.24)	-0.32 (0.23)	-0.32 (0.24)

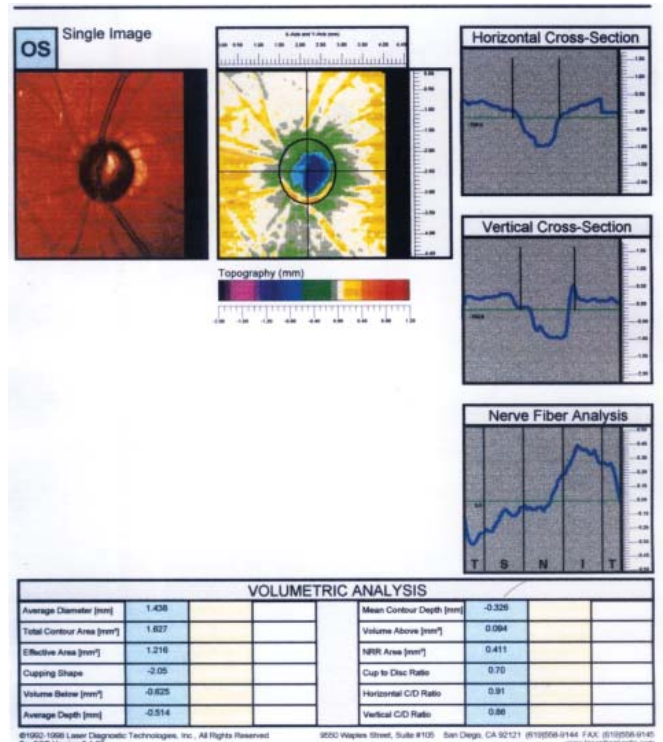
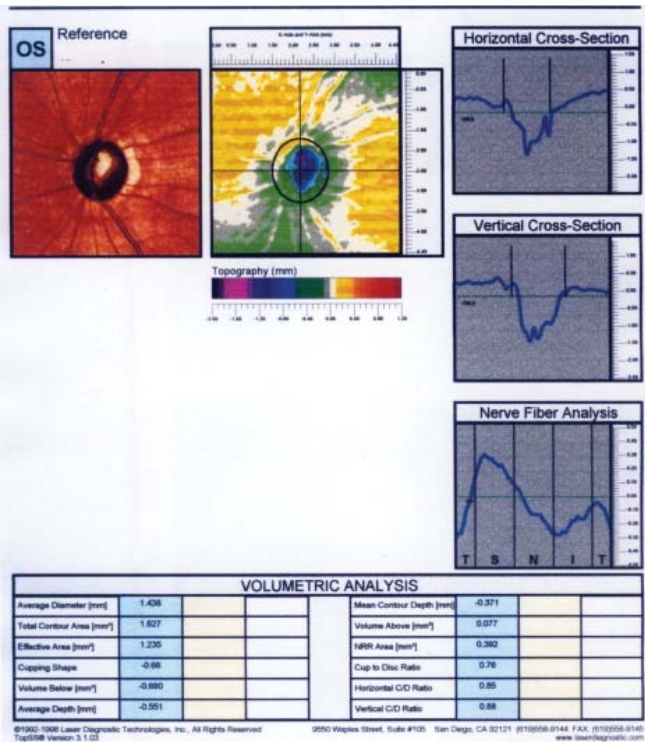
r değeri : Pearson korelasyon katsayısı

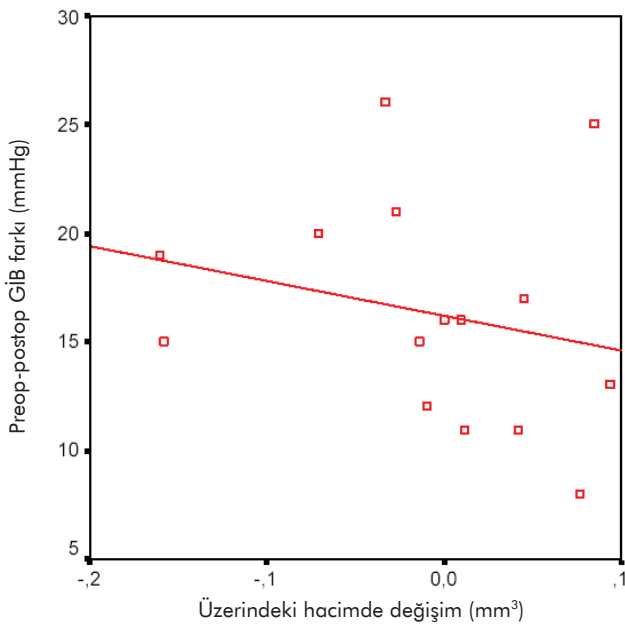
p değeri : İstatistiksel anlamlılık (p<0.05)

rafından bir fare yardımıyla elle işaretlenmekte ve özel yazılım programı sayesinde bu sınırlar otomatik olarak aynı hastanın takip eden görüntülerine taşınabilmektedir. Standard referans planı 100 µm olarak tespit edilmiştir.

NFA cihazı 780 nm polarize diod lazer ışığı kullanan bir tarayıcı lazer polarimetredir. Bu cihazın çalışma prensipleri daha önce yapılan çalışmalarda detaylı olarak izah edilmiştir². RSLT parametrelerini etkileyebilecek korneal polarizasyon değişikliklerini tespit edebilmek için tüm olguların makular taramaları yapıldı ve makulada çift hörgüç paterni olmayan olgular çalışmaya dahil edildi. Oniki topografik parametre ve 14 GDx parametresi değerlendirilmeye alındı (Tablo 1).

TopSS ve GDx analizleri ameliyattan 1 hafta önce ve ameliyatı takiben 1. 3. ve 6. aylarda yapıldı. Her muayenede olguların kırma kusurları ve keratometrik değerleri TopSS ve GDx program yazılımlarında uygun yerlere girildi ve 3 ardışık ölçüm alınarak istatistiksel analiz için ortalama değerler kullanıldı. İstatistiksel analiz için eşleştirilmiş t-testi kullanıldı ve p<0.05 anlamlı olarak kabul edildi. Pearson korelasyon testi kullanılarak GİB değişimi ile parametreler arasında korelasyon analizi yapıldı.

**Resim 1a-b:** Bir olgunun ameliyat öncesi ve sonrası topografik analizi.



Şekil 1: GİB düşüşü ile referans planı üzerinde hacim değişimi arasındaki korelasyon grafiği.

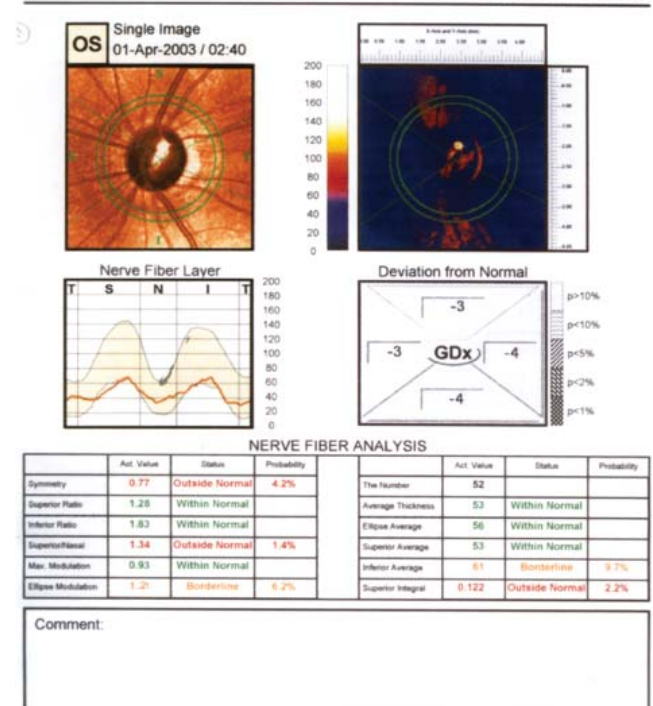
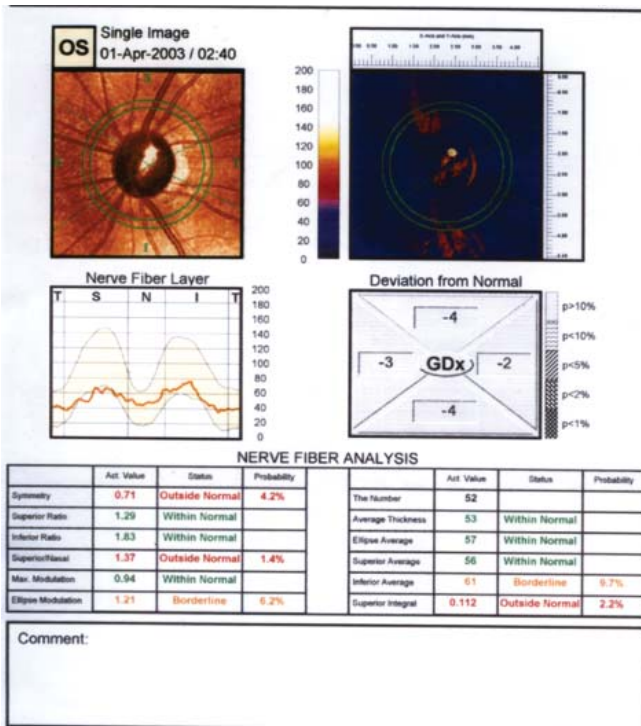
BULGULAR

Trabekülektomi sonrası ortalama GİB 32.56 ± 8.51 mmHg'dan 1.ayda 14.68 ± 3.04 mmHg'ya, 3. ayda 13.82 ± 3.04 mmHg'ya, 6. ayda 15.78 ± 1.04 mmHg'ya düşü. Ameliyattan sonra ortalama nöretinal rim kalınlığının belirgin olarak arttığı görüldü (ameliyat öncesi 1.367 ± 1.16 mm²; ameliyat sonrası 1. 3. ve 6. aylarda sırasıyla 1.430 ± 1.12 mm², 1.540 ± 1.15 mm², 1.429 ± 1.12 mm²) ($p < 0.05$).

TopSS parametrelerinden $\frac{1}{2}$ derinlik alanında ($\frac{1}{2}$ DA) ameliyat sonrası dönemde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma tespit edildi (ameliyat öncesi 0.614 ± 0.419 mm²; ameliyat sonrası 1. ayda 0.482 ± 0.270 mm², 3. ayda 0.476 ± 0.289 mm², 6. ayda 0.471 ± 0.270 mm²) ($p < 0.05$). $\frac{1}{2}$ derinlik hacmi ($\frac{1}{2}$ DV) ameliyat öncesi ölçümle karşılaştırıldığında (-0.106 ± 0.120 mm³) ameliyat sonrası 1. ayda, 3. ayda ve 6. ayda düşüş gösterdi (sırasıyla; -0.085 ± 0.076 mm³, -0.082 ± 0.080 mm³ ve -0.0824 ± 0.075 mm³). Bir olgunun ameliyat öncesi ve sonrası topografik analizi Resim 1a ve 1b'de gösterilmiştir.

GİB düşüş miktarı ile $\frac{1}{2}$ DA, referans planı üstündeki ve altındaki hacim arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptandı ($p = 0.03$). Her bir topografik parametre için Pearson korelasyon değerleri (r değeri) Tablo 3'te ve GİB düşüşü ile referans planı üzerinde hacim değişimi arasındaki korelasyon grafiği Şekil 2'de verilmiştir.

Gdx ile ölçülen ortalama RSLT kalınlığı ameliyat öncesi ölçümde $54.04 \pm 7.41 \mu\text{m}$ tespit edildi. Ameliyat sonrası 1.ay, 3.ay ve 6. aylarda belirgin değişiklik göstermedi (sırasıyla $54.06 \pm 7.44 \mu\text{m}$, $54.31 \pm 7.66 \mu\text{m}$ ve $54.00 \pm 7.35 \mu\text{m}$) ($p > 0.05$). Üst ve alt ortalama kalınlık değerleri ameliyat sonrası 6.ayda (sırasıyla $54.75 \pm 8.44 \mu\text{m}$ ve $57.12 \pm 8.4 \mu\text{m}$) ameliyat öncesine göre (sırasıyla $54.56 \pm 7.55 \mu\text{m}$ ve $57.00 \pm 8.1 \mu\text{m}$) belirgin değişiklik göstermemekteydi (Tablo 2). Diğer parametrelerde de ameliyat sonrası belirgin değişiklik saptanmadı. Bir olgunun ameliyat öncesi ve sonrası polarimetrik analizi Resim 3a ve 3b'de gösterilmiştir.



Resim 2a-b: Bir olgunun ameliyat öncesi ve sonrası polarimetrik analizi.

TARTIŞMA

Literatürde trabekülektomi sonrası optik diskte meydana gelen değişiklikleri araştıran çeşitli çalışmalar vardır⁶⁻⁹. Bu çalışmalarda, ani GİB düşüşünden sonra çukurluk derinliğinde, c/d oranında ve NRRRA'da farklılıklar bulunmuştur^{6,7}. Son yıllarda yapılan bir çalışmada da, topikal anti-glukomatöz tedavi ile GİB düşüşü sağlandıktan sonra optik disk topografisinde değişiklikler görüldüğü bildirilmiştir⁸.

Çalışmamızda, OSB ve RSLT'da trabekülektomi sonrası meydana gelen değişiklikler TopSS ve NFA-GDx cihazları kullanılarak incelendi ve trabekülektomi'den sonra NRRRA'nın arttığı, 1/2 DA'nın azaldığı ve bu değişikliklerin en az 6 ay boyunca sürdüğü görüldü.

Irak ve ark.⁷ yaptıkları çalışmada trabekülektomi ameliyatı yapılan 49 olgunun OSB'nı HRT ile incelemişler ve çukurluk alanı, c/d oranı ve çukurluk hacminde azalma, rim alanı, rim hacmi ve ortalama sınır yüksekliğinde (mean contour height) artış saptamışlardır. Optik disk çukurluk parametrelerindeki bu değişikliklerin de en az 3 ay boyunca sürdüğünü rapor etmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada ise, latanoprost tedavisi alan 29 hastanın optik disk topografileri incelenmiş ve NRRRA'da artış, çukurluk alanı, çukurluk hacmi ve c/d oranında belirgin azalma bulunmuştur⁸.

Kotecha ve ark.⁹ 95 hastalık bir seride yaptıkları çalışmada trabekülektomi cerrahisi sonrası rim alanında ve rim hacminde artış, maksimum derinlikte ilk 12 ay süren bir azalma ama 2. yılın sonunda ise hafif bir artış rapor etmişlerdir. Topouzis ve ark.⁶ benzer şekilde trabekülektomi sonrası çukurluk parametrelerinde meydana gelen değişikliklerin kalıcı olmadığını ve yaklaşık 4 ay sonra geriye döndüğünü bildirmişlerdir. Tan ve ark.¹² ise bu geriye dönüşün en az bir yıl sonra meydana geldiğini rapor etmişlerdir.

Sogano ve ark. yaptıkları çalışmada¹¹ cerrahi sonrası RSLT'da belirgin bir değişiklik saptanmamıştır. Bazı çalışmalarda ise cerrahi sonrası RSLT'da belirgin kalınlık artışı olduğu gösterilmiştir^{13,14}.

Trabekülektomi sonrası optik sinir topografisinde meydana gelen değişikliklerin fizyopatolojik mekanizması henüz tam olarak aydınlatılamamıştır. Cerrahi sonrası ani GİB düşüşüne bağlı optik diskte ve komşu peripapiller bölgede oluşan ödemin OSB topografik değişikliğine yol açtığı düşünülmektedir. İkinci bir mekanizma ise trabekülektomi sonrası GİB'nın OSB üzerindeki mekanik etkisinin kalkması sonucu, lamina kribrozanın öne doğru yer değiştirmesidir¹⁵.

Çalışmamızda cerrahi sonrası RSLT kalınlığında belirgin değişiklik görülmemesine rağmen, OSB topografisinde NRRRA'nında görülen artış, 1/2 derinlik alanı ve hacminde azalma olması ve bunun 6 ay boyunca idame etmesi daha çok 2. mekanizmayı desteklemektedir.

Sonuçlarımız literatürdeki sonuçlara benzerlik göstermekte ve olgu sayımız sınırlı olmakla birlikte, cerrahi sonrası optik diskte belirgin değişikliklerin olduğunu ortaya koymaktadır. Bu yüzden glokom ilerlemesini takip etmek için cerrahi sonrası temel bir topografik görüntünün alınmasının iyi olacağını düşünmekteyiz. Sonuç olarak, trabekülektomi sonrası meydana gelen değişikliklerin önemi ve klinikteki yansımalarının tam olarak aydınlatılabilmesi için geniş olgu serili daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Geyer O, Micaeli-Cohen A, Silver DM, et al.: Reproducibility of topographic measures of the glaucomatous optic nerve head. *Br J Ophthalmol* 1998;82:14-25.
2. American Academy of Ophthalmology: Optic Nerve Head and Nerve Fiber Layer Analysis. *Ophthalmology* 1999;106:1414 - 1424.
3. Airaksinen PJ, Drance SM, Douglas GR, et al.: Neuroretinal rim areas and visual field indices in glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1985;99:107-110.
4. Caprioli J, Miller JM. Correlation of structure and function in glaucoma: quantitative measurements of disc and field. *Ophthalmology* 1998;95:723-727.
5. Raitta C, Tomita G, Vesti E, et al.: Optic disc topography before and after trabeculectomy in advanced glaucoma. *Ophthalmic Surg Lasers* 1996;27:349-354.
6. Topouzis F, Peng F, Kotas-Neumann R, et al.: Longitudinal changes in optic disc topography of adult patients after trabeculectomy. *Ophthalmology* 1999;106:1147-1151.
7. Irak I, Zangwill L, Garden V, et al.: Change in optic disc topography after trabeculectomy. *Am J Ophthalmol* 1996;122:690-5.
8. Bowd C, Weinreb RN, Lee B, et al.: Optic disc topography after medical treatment to reduce intraocular pressure. *Am J Ophthalmol* 2000;130:280-286.
9. Kotecha A, Siriwardena D, Fitzke FW, et al.: Optic disc changes following trabeculectomy: longitudinal and localization of change. *Br J Ophthalmol* 2001;85:956-961.
10. Katz LJ, Spaeth GL, Cantor LB, et al.: Reversible optic disc cupping and visual field improvement in adults with glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1989;107:485-459.
11. Sogano S, Tomita G, Kitazawa Y: Changes in retinal nerve fiber layer thickness after reduction of intraocular pressure in chronic open-angle glaucoma. *Ophthalmology* 1993; 100:1253-1258.
12. Tan JCH, Hitchings RA: Reversal of disc cupping after intraocular pressure reduction in topographic image series. *J Glaucoma* 2004; 13:351-355.
13. Yamada N, Tomita G, Yamamoto T, et al.: Changes in the nerve fiber layer thickness following a reduction of intraocular pressure after trabeculectomy. *J Glaucoma* 2000;9:371-375.
14. Aydin A, Wollstein G, Price LL, et al.: Optical coherence tomography assessment of retinal nerve fiber layer thickness changes after glaucoma surgery. *Ophthalmology* 2003;110:1506-1511.
15. Albon J, Purslow PP, Karwatowski WSS, et al.: Age related compliance of the lamina cribrosa in human eyes. *Br J Ophthalmol* 2000;84:318-323.