

RESEARCH ARTICLE

## Cinsiyet, Yaş ve Kıırma Kusurunun Kornea ve Konjonktivanın Epitel ve Tüm Kalınlığı Üzerine Etkileri

*İsmail Erşan, Selçuk Kara, Sedat Arıkan, Baran Gencer, Hasan Ali Tufan*

### ÖZET

**Amaç:** Sağlıklı kişilerde kornea, konjonktiva epitel ve total kalınlıklarının ön segment optik koherens tomografi (OKT) ile değerlendirilmesi.

**Yöntemler:** Anterior Segment 5 Line Raster protokolü ile Cirrus HD-OKT görüntülemesi yapılan 134 sağlıklı kişinin 134 gözü retrospektif olarak bu çalışmaya dahil edildi. Korneal, konjonktival epitel ve total kalınlıkları OKT görüntüleri üzerinden ölçüldü. Cinsiyet ve yaşa göre oluşturulan alt gruplar arasında bu dört OKT parametresinin ortalamaları karşılaştırıldı.

**Bulgular:** Ortalama kornea epitel ve total kalınlığı sırasıyla  $51,30 \pm 4,60 \mu\text{m}$ ,  $532,47 \pm 37,30 \mu\text{m}$  idi. Ortalama konjonktiva epitel ve total kalınlığı sırasıyla  $47,20 \pm 8,03 \mu\text{m}$ ,  $237,07 \pm 40,62 \mu\text{m}$  idi. Tüm ölçümler erkeklerde kadınlara göre kalın olsa da anlamlı fark sadece kornea epitelinde gözlemlendi ( $p=0,043$ ). Spearman korelasyon analizinde santral kornea kalınlığı ve konjonktiva epitel kalınlığı ile yaş (sırasıyla  $p=0,006$  ve  $p=0,005$ ) ve kırma kusuru (sırasıyla  $p=0,040$  ve  $p=0,033$ ) arasında negatif korelasyon görüldü.

**Sonuç:** Ön segment OKT ile ölçülen bazı oküler yüzey parametreleri cinsiyet, yaş ve kırma kusuruyla ilişkilidir. Bu yüzden kornea ve konjonktivanın değerlendirileceği sonraki çalışmalarda cinsiyet, yaş ve kırma kusuru benzer olan kontrol grupları kullanılmalıdır.

**Anahtar kelimeler:** Ön segment optik koherens tomografi, epitel kalınlığı, sferik ekivalan

### *The Effects of Gender, Age, and Refractive Error on Corneal and Conjunctival Epithelial and Overall Thicknesses*

### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the corneal, conjunctival epithelial and overall thicknesses measured by anterior segment optical coherence tomography (OCT) in healthy population.

**Methods:** This retrospective study included 134 eyes of 134 healthy individuals who were undergone a Cirrus HD-OCT examination using the Anterior Segment 5 Line Raster protocol. Corneal, conjunctival epithelial and overall thicknesses were measured on OCT images. The average values of four OCT parameters were compared between sexes and among the six subgroups with respect to age.

**Results:** The average corneal epithelial and overall thicknesses were  $51.30 \pm 4.60 \mu\text{m}$  and  $532.47 \pm 37.30 \mu\text{m}$ , respectively. The average conjunctival epithelial and overall thicknesses were  $47.20 \pm 8.03 \mu\text{m}$  and  $237.07 \pm 40.62 \mu\text{m}$ , respectively. All of the measurements were thicker in males compared to females, however the significant difference was found for only corneal epithelium ( $p=0.043$ ). Using the Spearman correlation coefficient, central corneal and conjunctival epithelial thicknesses showed significant negative correlations with age ( $p=0.006$ ,  $p=0.005$ , respectively) and refraction ( $p=0.040$ ,  $p=0.033$ , respectively).

**Conclusion:** Ocular surface parameters measured by anterior segment OCT were gender, age, and refraction-related. Thus, further studies conducted to evaluate the corneal and conjunctival thicknesses should involve gender, age, and refraction-matched control groups. *J Clin Exp Invest* 2016; 7 (1): 78-82

**Key words:** Anterior segment optical coherence tomography, epithelial thickness, spherical equivalent

*Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları A.D. Çanakkale, Türkiye*

**Correspondence:** İsmail Erşan,

Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları A.D., Çanakkale, Türkiye Email: isersan@gmail.com

Received: 29.01.2016, Accepted: 17.02.2016

Copyright © JCEI / Journal of Clinical and Experimental Investigations 2016, All rights reserved

## GİRİŞ

Kuru göz, kontakt lens kullanımını gibi ön segment ile ilişkili pek çok durumda oküler yüzeyin değerlendirilmesi önemlidir. Klinik pratikte çözünürlüğünün düşük olması nedeniyle bu amaçla biyomikroskopinin kullanılmasının sınırlı faydaları vardır. Bu nedenle genel prensipleri ilk defa Egbert ve ark. [1] tarafından ortaya konulan konjonktivanın impresyon sitolojisi klinik uygulamada bu açığı gidermek için kullanılmaya başlandı. Daha sonra kornea ve konjonktivanın in vivo görüntülenmesi amacıyla konfokal mikroskopi kullanıma girdi [2]. Fakat bu tekniklerin invaziv olması veya prob vasıtasıyla oküler yüzeye temas gerektirmeleri nedeniyle kullanımları sınırlıdır. Bu nedenle kornea ve konjonktiva kalınlığını daha doğru ölçülebilen ön segment optik koherens tomografi (OKT)'nin kullanımı giderek artmıştır [3].

Günümüzde ön segment OKT, gözyaşı film tabakası ve menisküsünün değerlendirilmesinde, pterijum, korneal distrofiler gibi oküler yüzey hastalıklarının değerlendirilmesinde, kontakt lensin kornea ve konjonktiva ile ilişkisinin değerlendirilmesinde, katarakt, refraktif, keratoplasti ve glokom cerrahileri sonrası oküler yüzeyin ve intraoküler yapıların değerlendirilmesinde kullanılmaktadır [4].

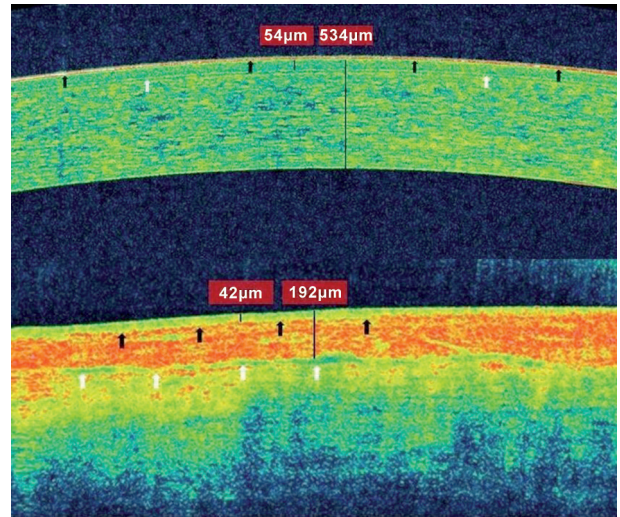
Aksiyel uzunluğun artması mekanik gerilmeye bağlı skleral değişikliklere neden olduğu bilinse de, aksiyel uzunlukla oküler yüzey kalınlıkları arasında ilişkiyi değerlendiren sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Kıırma kusuru ile santral kornea kalınlığı (SKK) arasındaki ilişkiyi değerlendiren fakat sonuçları birbirleriyle çelişen çalışmalar bulunmaktadır [5-8]. Çalışmaların bazılarında miyopi ile SKK arasında pozitif [5,6], bazılarında negatif korelasyon [7] bulunmuşken, diğerlerinde korelasyon bulunmamıştır [8]. Kıırma kusuru ile konjonktiva kalınlığı arasındaki ilişkiyi değerlendiren çalışma bulunmamaktadır.

Çalışmamızda, sağlıklı kişilerde ön segment OKT ile ölçülen kornea ve konjonktiva epitel ve total kalınlıklarını retrospektif olarak değerlendirerek bu ölçümlere cinsiyet, yaş ve kıırma kusurunun etkilerini ortaya koymayı hedefledik.

## YÖNTEMLER

Ocak 2013 ve mayıs 2015 yılları arasında kliniğimizde herhangi bir nedenle ön segment optik koherens tomografi ile kornea ve konjonktiva değerlendirilmesi yapılan olguların kayıtları retrospektif olarak incelendi. Herhangi bir konjonktival ve korneal cerrahi geçiri-

meyen, kontakt lens kullanım öyküsü olmayan, kuru göz tanısı olmayan, antiglokomatöz ve suni gözyaşı kullanmayan 134 olgunun sağ gözleri çalışmaya dahil edildi. Tüm olguların demografik özellikleri, kıırma kusurları, Snellen Eşeli ile en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri, ön segment ve fundus muayene bulguları kaydedildi. Cirrus HD-OCT 4000 (Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, USA)'nin Anterior Segment 5 Line Raster tarama protokolü kullanılarak alınan görüntülerden olguların santral kornea ve limbusdan yaklaşık 2 mm uzaklıktan alt temporal konjonktiva epitel kalınlıkları ile bu dokuların tüm kalınlığı ölçüldü. Bu tarama protokolünde birbirinden 250 µm uzaklıkta ve 3 mm uzunluğunda 5 adet tarama çizgisi kullanılmaktadır. Kalınlık ölçümleri cihazın ölçüm aracı kullanılarak manuel olarak ölçüldü (Resim 1). Göz yaşı film tabakası ölçümlere dahil edilmedi. Ölçümler iki farklı uzman tarafından yapılarak istatistiksel analiz için ölçümlerin ortalaması kullanıldı.



**Resim 1.** Ön segment optik koherens tomografi ile santral kornea ve alt temporal bulbar konjonktivanın görüntülenmesi. A) Prekorneal gözyaşı film tabakası ( siyah ok üstü), Bowman tabakası ( beyaz ok) B) Konjonktiva epitel (siyah ok üstü), konjonktival stroma ve Tenon kapsülü arasındaki demarkasyon hattı (beyaz ok).

Verilerin istatistiksel analizi için Statistical Package for Social Sciences (SPSS) 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) paket programı kullanıldı. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu histogramlar ve Kolmogorov-Smirnov testi ile incelendi. Değerlendirilen parametreler cinsiyet grupları arasında Student t-testi kullanılarak karşılaştırıldı. P-değerinin 0,05'in altında olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Altı

faklı yaş grupları arasında farklılığın varlığı Bonferoni düzeltmeli Mann-Whitney U testi ile araştırıldı ve bu testin anlamlılığı için sınır değer  $p < 0,003$  kabul edildi. Değerlendirilen parametreler ile yaş ve kırma kusuru arasındaki ilişkiler Spearman testi ile incelendi.

## BULGULAR

Yaş ortalaması  $34,31 \pm 16,68$  yıl olan olguların 70'i (%52,24) erkek, 64'ü (%47,76) kadındı. Olguların demografik özellikleri ve değerlendirilen ön segment OKT parametreleri Tablo 1'de verilmiştir.

Değerlendirilen OKT parametreleri erkeklerde kadınlara göre yüksek olmakla birlikte sadece kornea epitel kalınlığı açısından cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p=0,043$ ) (Tablo 2). Bu parametreler açısından sadece kornea kalınlığı açısından dekadlar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ( $p=0,001$ ) (Tablo 3).

Spearman korelasyon analizinde santral kornea kalınlığı ve konjonktiva epitel kalınlığı ile yaş (sırasıyla  $p=0,006$  ve  $p=0,005$ ) ve kırma kusuru (sırasıyla  $p=0,040$  ve  $p=0,033$ ) arasında negatif korelasyon bulundu (Tablo 4).

**Tablo 1.** Olguların demografik özellikleri ve optik koherens tomografi ile ölçülen kalınlık değerleri

	Ortalama±Standart sapma (minimum-maksimum)
Yaş, yıl	34,31±16,68 (14-85)
Erkek/Kadın	70/64
Sferik Eşdeğer, Dioptri	-0,67±1,60 (-6,50-4,50)
Kornea epitel kalınlığı, µm	51,30±4,60(42,00-67,00)
Kornea kalınlığı, µm	532,47±37,30 (438,00-618,00)
Konjonktiva epitel kalınlığı, µm	47,20±8,03 (32,00-67,00)
Konjonktiva kalınlığı, µm	237,07±40,62 (153,00-380,00)

**Tablo 2.** Cinsiyete göre optik koherens tomografi ile ölçülen kornea ve konjonktiva kalınlıkları

	Erkek (n=70)	Kadın (n=64)	p*
Kornea epitel kalınlığı, µm	52,09±4,84	50,45±4,39	0,043
Kornea kalınlığı, µm	537,88±37,34	526,55±36,63	0,079
Konjonktiva epitel kalınlığı, µm	48,34±7,84	45,94±8,12	0,083
Konjonktiva kalınlığı, µm	242,56±41,19	231,06±39,43	0,101

p\* Student t-testi

**Tablo 3.** Yaşa göre optik koherens tomografi ile ölçülen kornea ve konjonktiva kalınlıkları

	<20 Yaş (n=14)	21-30 Yaş (n=64)	31-40 Yaş (n=21)	41-50 Yaş (n=12)	51-60 Yaş (n=8)	>60 Yaş (n=15)	p*
Ortalama yaş, yıl	17,6±2,1	23,9±2,1	36,1±2,1	46,8±3,1	56,3±3,3	69,9±7,9	<0.001
Kornea epitel kalınlığı, µm	49,5±5,0	52,1±5,1	50,5±4,1	50,6±4,3	51,5±3,6	50,9±3,8	0.311
Kornea kalınlığı, µm	521,6±37,1	547,2±33,9 <sup>¥</sup>	523,8±31,8	520,0±43,9	519,1±41,2	508,9±29,7 <sup>¥</sup>	0.001
Konjonktiva epitel kalınlığı, µm	48,0±9,5	49,1±8,5	45,6±6,1	43,9±6,2	44,0±8,1	45,0±7,1	0,165
Konjonktiva kalınlığı, µm	229,9±35,3	242,7±39,5	223,6±39,1	245,6±36,8	237,0±40,7	231,9±53,5	0.577

p\* Mann-Whitney U testi; ¥ p<0.001 Bonferoni düzeltmeli Mann-Whitney U testi

**Tablo 4.** Ölçülen ön segment optik koherens tomografi parametreleri ile yaş ve cinsiyet arasındaki korelasyon analizi

	Yaş		Kırma Kusuru	
	r	p*	r	p*
Kornea epitel kalınlığı, µm	-0,018	0,835	0,016	0,857
Kornea kalınlığı, µm	-0,238	<b>0,006</b>	-0,178	<b>0,040</b>
Konjonktiva epitel kalınlığı, µm	-0,240	<b>0,005</b>	-0,184	<b>0,033</b>
Konjonktiva kalınlığı, µm	-0,081	0,350	-0,035	0,686

p\* Spearman korelasyon analizi

## TARTIŞMA

Belirli yaş gruplarında ortalama kornea ve konjonktiva kalınlıklarının ortaya konulmaya çalışıldığı bu çalışmada, kornea ve konjonktivanın epitel ve toplam kalınlıkları üzerine cinsiyet, yaş ve kırma kusurunun etkisi incelendi. Ön segment OKT cihazı ile yapılan ölçümlerde elde edilen ilk hiperreflektif kısım gözyaşı film tabakasını, ikincisi epitel ve Bowman Tabakası birleşim yerini, üçüncüsü ise endotel ve aköz hüner sınırını göstermektedir [9]. Kornea epitel kalınlığı kornea ön yüzü ile 2. hiperreflektif hattın arasındaki mesafeye, santral kornea kalınlığı ise kornea yüzeyi

ile 3. hiperreflektif hattın arasındaki mesafeye karşılık gelmektedir (Resim 1). Literatürde, kornea epitel kalınlığının ölçülmesi için yüksek frekanslı ultrason biyomikroskopi [10], kornea ve konjonktiva epitel kalınlığının ölçülmesi için konfokal mikroskopun [2,11] kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Ön segment OKT oküler yüzey epitelini değerlendirmede uygulaması kolay ve invaziv olmaması nedeniyle öne çıkmaktadır [3,12,13].

Göz yaşı film tabakasının ölçümlere dahil edilmediği çalışmamızda, ortalama kornea epitel kalınlığı literatürde OKT [3,9,14], yüksek frekanslı ultrason [15], konfokal mikroskop [2] kullanılan çalışmalarla benzer olsa da küçük farklılıklar göz yaşı film tabakasının ölçüme dahil edilip edilmemesine bağlı olabilir.

Francoz ve ark. [3] oküler yüzey epitellerini ön segment OKT ile değerlendirdikleri çalışmada, 40 yaş altı grup (18 olgu) ve 40 yaş üstü grup (10 olgu) arasında korneal epitel kalınlığı yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit etmemiştir. Yüz otuz dört olgunun değerlendirildiği çalışmamızda, Francoz ve ark. [3] ile benzer şekilde kornea epitel kalınlığı açısından dekatlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı.

Wong ve ark.'nın [16] OKT, Orbscan ve ultrason pakimetri ile ölçülen santral kornea kalınlığını karşılaştırdıkları çalışmada, OKT ölçümlerinin Orbscan ve ultrason pakimetre ile ölçülenlere göre daha düşük olduğu fakat akustik düzeltme faktörünün dikkate alınması halinde her üç cihazın sonuçlarının birbirine benzer olduğu gösterilmiştir. Bizim çalışmamızda elde edilen ortalama santral kornea kalınlığı gerek OKT [6,13] gerekse diğer yöntemlerin kullanıldığı çalışmalarla [2,8] benzerlik göstermektedir. Artan aksiyel uzunlukla birlikte oluşabilecek skleral değişikliklerin bilinmesine rağmen refraksiyon ile kornea kalınlığı arasında ilişki tam olarak ortaya konulamamıştır [5-8]. Çalışmamızda myopiden hipermetropiye gittikçe SKK'nın azaldığı bulundu ( $r=-0,178$ ,  $p=0,040$ ). Çalışmalardaki konuyla ilgili uyumsuzluk, çalışmalara katılan olguların yaş ve kırma kusuru değerlerinin dağılımlarının farklı olmasına bağlı olabileceği gibi SKK'nın diüurnal varyasyon göstermesi nedeniyle ölçüm yapılan zamanda bu farklılıklara neden olmuş olabilir.

Ön segment OKT, kontakt lens kullanıcılarında oküler yüzeyin değerlendirilmesinde ve kontakt lens ile oküler yüzey arasındaki ilişkinin değerlendirilmesinde faydalı bir yöntemdir. Çalışmamızda, kornea epitel kalınlığı ve santral kornea kalınlığı erkeklerde

kadınlara göre daha kalın (sırasıyla  $p=0,043$ ,  $0,079$ ) bulundu. Ayrıca yaş ve kırma kusuruyla santral kornea kalınlığı arasında negatif korelasyon bulundu (sırasıyla,  $r=-0,238$ ,  $p=0,006$  ve  $r=-0,178$ ,  $p=0,040$ ). Bizim sonuçlarımızın ve bu konu ile ilgili literatürün ışığında bakıldığında literatürdeki kontakt lens ve kornea ilişkisini değerlendiren çalışmaların pek çoğunda yanlış değerlendirmelere sebep olabilecek şekilde yaş, cinsiyet ve kırma kusuru dikkate alınmadan kontrol grupları oluşturulmuştur [17-19].

Francoz ve ark.'ı limbusdan 2-3 mm uzaklıktan ölçülen ortalama bulbar konjonktiva epitel kalınlığı açısından genç ve orta yaş arasında istatistiksel olarak anlamlı farkın olmadığını gösterdikleri çalışmada, genç gruba ait 18 olgudan ölçülen inferior bulbar konjonktiva ( $47,30\pm 11,90 \mu\text{m}$ ) en kalın, temporal bulbar konjonktiva ( $38,30\pm 7,70 \mu\text{m}$ ) en ince bulunmuştur [3]. Normal yaşlanma süreciyle oluşan pinguekulanın nazal konjonktivaya göre temporalde daha seyrek görülmesi, alt temporal konjonktivanın daha kolay görüntülenebilmesi ve bu bölgeden yapılacak ölçümlerin alt ve lateral rektus kaslarının tendonları nedeniyle problem oluşturmaması nedeniyle bizim çalışmamızda, limbustan 2 mm uzaklıkta alt temporal bölge seçilmiştir. Zhang ve ark. [20] bulbar konjonktiva epitel kalınlığının 20 yaşından sonra istatistiksel olarak anlamlı derecede azaldığını, 60 yaşından sonra istatistiksel olarak anlamlı derecede arttığını göstermiştir. Bizim çalışmamızda da istatistiksel olarak anlamlı olmasa da konjonktiva epitelinin 30 yaşında sonra incelendiği ayrıca konjonktiva epiteli ile yaş arasında negatif korelasyonun olduğu bulundu. Zhang ve ark. [20] dan farklı olarak sınırlı sayıdaki 60 yaş üstü olgularımızda (15 olgu) konjonktiva epitel kalınlığında artış gözlenmedi. Kanaatimizce çalışmalar arasındaki bulbar konjonktiva epitel kalınlıkları arasındaki farklığın nedenleri çalışmalardaki olguların yaş açısından dağılımlarının farklı olması, ölçülen konjonktiva bölgelerinin ve ölçülen yerin limbustan uzaklığının çalışmalarda farklı olmasıdır.

Dokuların kalınlıklarının, cihazın ölçüm aracı kullanılarak manuel olarak ölçülmesi, her ne kadar semptomatik kuru göz olguları çalışmaya dahil edilmese de kuru göz teşhis edici testlerin yapılamaması ve sadece alt temporal bölgeden ölçüm yapılmış olması çalışmamızın kısıtlı yanlarıdır. Ayrıca kornea ve konjonktiva kalınlıkları ile yaş ve kırma kusuru arasındaki ilişkilerin gösterilmesi açısından özellikle bazı dekatlarda ki olgu sayılarımızın kısıtlı olması ve kırma kusuru açısından aralığımızın dar olması daha

kesin yargılara ulaşmamızı engelledi. Daha geniş yaş ve kırma kusuru aralığında olan olguların yer aldığı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak, cinsiyet, yaş ve kırma kusuru, kornea ve konjonktiva kalınlıklarıyla ilişkilidir. Kontakt lens kullanımının ve ön segment hastalıklarının kornea ve konjonktivaya etkisini değerlendirecek çalışmalarda mutlaka cinsiyet, yaş ve kırma kusuru açısından çalışma grubuna benzer özelliklerde kontrol gruplarının oluşturulması gerekmektedir.

**Çıkar Çatışması Beyanı:** Yazarlar çıkar çatışması olmadığını bildirmişlerdir.

**Finansal Destek:** Bu çalışma her hangi bir fon tarafından desteklenmemiştir.

**Declaration of Conflicting Interests:** The authors declare that they have no conflict of interest.

**Financial Disclosure:** No financial support was received.

## KAYNAKLAR

- Egbert PR, Lauber S, Maurice DM. A simple conjunctival biopsy. *Am J Ophthalmol* 1977;84:798-801.
- Eckard A, Stave J, Guthoff RF. In vivo investigations of the corneal epithelium with the confocal Rostock Laser Scanning Microscope (RLSM). *Cornea* 2006;25:127-131.
- Francoz M, Karamoko I, Baudouin C, Labbé A. Ocular surface epithelial thickness evaluation with spectral-domain optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52:9116-9123.
- Lim SH. Clinical Applications of Anterior Segment Optical Coherence Tomography. *J Ophthalmol* 2015;2015:1-12.
- Kunert KS, Bhartiya P, Tandon R, et al. Central corneal thickness in Indian patients undergoing LASIK for myopia. *J Refract Surg* 2003;19:378-379.
- Wang X, Dong J, Wu Q. Corneal thickness, epithelial thickness and axial length differences in normal and high myopia. *BMC Ophthalmol* 2015;15:1-5.
- Srivannaboon S. Relationship between corneal thickness and level of myopia. *J Med Assoc Thai* 2002;85:162-166.
- Ortiz S, Mena L, Rio-San Cristobal A, Martin R. Relationships between central and peripheral corneal thickness in different degrees of myopia. *J Optom* 2014;7:44-50.
- Feng Y, Simpson TL. Comparison of human central cornea and limbus in vivo using optical coherence tomography. *Optom Vis Sci* 2005;82:416-419.
- Reinstein DZ, Silverman RH, Rondeau MJ, Coleman DJ. Epithelial and corneal thickness measurements by high-frequency ultrasound digital signal processing. *Ophthalmology* 1994;101:140-146.
- Efron N, Al-Dossari M, Pritchard N. Confocal Microscopy of the Bulbar Conjunctiva in Contact Lens Wear. *Cornea* 2010;29:43-52.
- Feng Y, Simpson TL. Corneal, Limbal, and Conjunctival Epithelial Thickness from Optical Coherence Tomography. *Optom Vis Sci* 2008;85:880-883.
- Haque S, Jones L, Simpson T. Thickness mapping of the cornea and epithelium using optical coherence tomography. *Optom Vis Sci* 2008;85:E963-E976.
- Tao A, Wang J, Chen Q, et al. Topographic thickness of Bowman's layer determined by ultra-high resolution spectral domain-optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52:3901-3907.
- Reinstein DZ, Archer TJ, Gobbe M, et al. Epithelial thickness in the normal cornea: three-dimensional display with very high frequency ultrasound. *J Refract Surg* 2008;24:571-581.
- Wong AC, Wong CC, Yuen NS, Hui SP. Correlational study of central corneal thickness measurements on Hong Kong Chinese using optical coherence tomography, Orbscan and ultrasound pachymetry. *Eye (Lond)* 2002;16:715-721.
- Jalbert I, Sweeney DF, Stapleton F. The effect of long-term wear of soft lenses of low and high oxygen transmissibility on the corneal epithelium. *Eye (Lond)*. 2009;23:1282-1287.
- Pérez JG, Méijome JMG, Jalbert I, et al. Corneal epithelial thinning profile induced by long-term wear of hydrogel lenses. *Cornea* 2003;22:304-307.
- Lei Y, Zheng X, Hou J, et al. Effects of long-term soft contact lens wear on the corneal thickness and corneal epithelial thickness of myopic subjects. *Mol Med Rep* 2015;11;2020-2026.
- Zhang X, Li Q, Xiang M, et al. Bulbar conjunctival thickness measurements with optical coherence tomography in healthy Chinese subjects. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013;54:4705-4709.