

Akomodatif Göz İçi Lensleri*

Accommodating Intraocular Lenses

Zeki TUNÇ¹

Güncel Konu

Quest Editorials

ÖZ

Modern katarakt cerrahisinde hızlı görme rehabilitasyonu ile birlikte komplikasyonsuz ve refraktif olarak hatasız bir cerrahi amaçlanmaktadır.¹ Teknik gelişmeler bu tip operasyonlardaki önemli komplikasyonları oldukça azaltmıştır. Mikroinsizyon katarakt cerrahisinin (MİCS) (2 mm'nin altı insizyon) başlaması, cerraha daha iyi astigmat ve yüksek sıralı aberasyonların kontrolü ve her ikisinin de azaltılması olanağı sağlanmaktadır.² Akomodatif göz içi lens (GİL) implantasyonu presbiyopi tedavisinin bir opsiyonudur. Akomodatif GİL'ler katarakt çıkarıldıktan sonra siliyer kasın devam eden fonksiyonunu kullanarak çalışırlar. Akomodatif GİL'ler, multifokal GİL'lerin optik yan etkilerinden kaçınmak için tasarlanmıştır. İki ana tasarım konsepti mevcuttur. Birincisi, aksiyel hareket konsepti, bir veya iki lensin öne aksiyel hareketi ile akomodasyon yeteneğini oluşturmak.³⁻⁴ İkincisi ise, kurvatür değiştiren dizaynlar, küçük bir yer değiştirme hareketi ile önemli bir akomodasyon sağlamak için tasarlanmıştır.⁵

Anahtar Kelimeler: Göz içi lens, katarakt.

ABSTRACT

The goal of the modern cataract surgery is to achieve fast visual rehabilitation without complications and with low postoperative residual refractive errors.¹ Technical progress has decreased the incidence of severe complications with this type of surgery. The introduction of micro incision cataract surgery (MICS) (sub- 2.0 mm incision) may allow the surgeon to achieve better postoperative control of astigmatism and higher-order aberration (HOAs) with minimum induction of both.² Implantation of accommodating intraocular lenses (IOLs) is an option to treat presbyopia. The IOLs work by using the continued functionality of the ciliary muscle after cataract removal. Accommodating IOLs were designed to avoid the optical side effects of multifocal IOLs. Two main design concepts exist. First, axial shift concepts rely on anterior axial movement of one or two optics creating accommodative ability.³⁻⁴ Second, curvature change designs are designed to provide significant amplitudes of accommodation with little physical displacement.⁵

Key Words: Intraocular Lens, cataract.

Glo-Kat 2010;6:11-15

Geliş Tarihi : 24/02/2011

Kabul Tarihi : 28/02/2011

Received : February 24, 2011

Accepted : February 28, 2011

* Bu çalışma TOD 44. Ulusal Oftalmoloji Kongresi'nde panel konuşması olarak sunulmuştur.

1- Maltepe Üniversitesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, İstanbul, Yrd. Doç. Dr. TUNÇ Z., zeki@zekitunc.com

1- M.D. Associate Professor, Maltepe University, Department of Ophthalmology, İstanbul/TURKEY
TUNÇ Z., zeki@zekitunc.com

Correspondence: M.D., Zeki TUNÇ
Maltepe University, Department of Ophthalmology, İstanbul/TURKEY

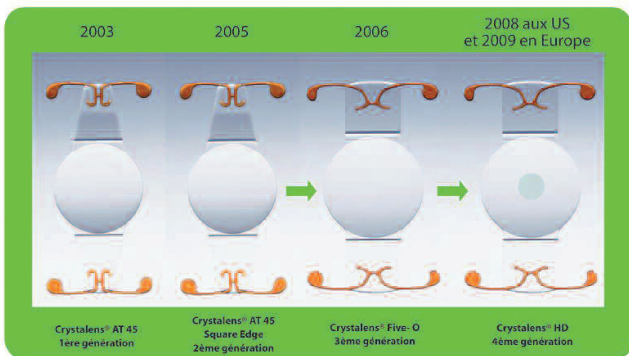
AKOMODATİF GÖZ İÇİ LENSLERİ

Modern katarakt cerrahisinde hızlı görme rehabilitasyonu ile birlikte komplikasyonsuz ve refraktif olarak hatasız bir cerrahi amaçlanmaktadır.¹ Cerrahi tekniklerdeki yenilikler bu operasyonlardaki komplikasyonları oldukça azaltmıştır. Göz içi lens (GİL) hesaplamasındaki gelişmeler artık katarakt problemini ameliyat sonrası astigmatizma ve akomodasyon problemine indirgemıştır. Mikroinsizyon katarakt cerrahisinin (MİCS) (2 mm'nin altı insizyon) başlamasıyla, cerraha daha iyi astigmat ve yüksek sıralı aberasyonların kontrolü ve her ikisinin de azaltılması imkânı sağlanmaktadır.² Katarakt operasyonu sonrası oluşan presbiyopide akomodasyonun restorasyonu, idame ettirebilirliği günümüzde devam eden klinik çalışmaların odak noktasıdır.

Akomodasyon teorileri günümüzde halen tartışma halindedir. En fazla kabul gören ise Helmholtz teorisidir. Yakın zamanda Strenk ve ark., akomodasyon mekanizmasının öncelikle Helmholtz teorisi ile ilişkili olduğunu Magnetik Rezonans (MR) çalışmalarında ispatladılar.⁶ Aynı yazarın iki ayrı çalışmasında da insan siliyer adeleninin maymundan farklı olarak ömür boyu çalıştığını ve katarakt gelişenlerde siliyer adelenin daha kalın olduğunu göstermiştir.⁷⁻⁸ Psödo-fakik hastalarda yakın görmeyi sağlamak için multifokal GİL ile psödoakomodasyon sağlanırken akomodatif GİL ile gerçek akomodasyon sağlanabilmektedir.

Akomodatif GİL implantasyonu presbiyopi tedavisinin seçeneklerinden biridir. Akomodatif GİL'ler katarakt çıkarıldıktan sonra siliyer adelenin devam eden akomodasyon fonksiyonunu kullanarak çalışırlar. Akomodatif GİL'ler, multifokal GİL'lerin optik yan etkilerinden kaçınmak için tasarlanmıştır. İki ana tasarım konsepti mevcuttur. Birincisi, aksiyel hareket konsepti; bir veya iki lensin öne aksiyel hareketi ile akomodasyon yeteneğini oluşturmak.¹⁻⁴ İkincisi, kurvatür değiştiren dizayn; küçük bir yer değiştirme hareketi ile önemli bir akomodasyon sağlamak için tasarlanmıştır.⁵

Nawa ve ark., lensin öne hareketi ile oluşacak akomodatif gücün lensin dioptri (D) gücüne ve gözün aksiyel uzunluğuna bağlı olduğunu bildirmişlerdir.⁹



Resim 1: Bausch & Lomb

Örneğin; +11 D bir lens 1 mm öne kaydığında 0.8 D'lik bir güç elde ederken +30 D'lik bir lens +2.3 D'lik bir akomodasyon sağlayabilmektedir. Akomodasyon gücünü daha fazla artırabilmek için yüzey bombeliğini artırabilen yumuşak jel lensler geliştirilmiştir. Yazımızda günümüzde var olan ve geliştirilmekte olan tasarımlardan bahsedeceğiz.

ÖNE KAYARAK AKOMODASYON YAPAN LENSLER

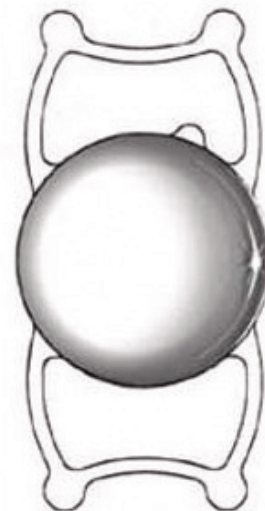
Crystalens

Crystalens akomodatif GİL (Bausch & Lomb, Rochester, NY). Şu anda Crystalens FDA onayı almış tek akomodatif intraoküler lenstir. Biosil materyelinden optiği ve menteşeli yassı bacakları ve stabilizeyi sağlayan T şeklindeki poliamid bacağı vardır (Resim 1). Kapsül içi yerleşime uygun tasarlanmıştır. Crystalens AT 45'in 4.5 mm optiği vardır ve yaklaşık 1D akomodasyon yapabildiği öngörülerek FDA onayını 2003 yılında almıştır.¹⁰

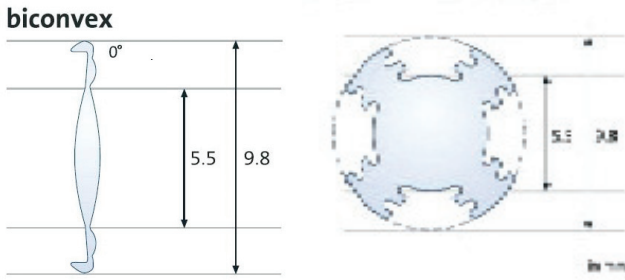
Son olarak Crystalens HD ve Crystalens AO olmak üzere iki farklı modeli geliştirilmiştir. Bu iki lensin de 5 mm optiği vardır ve Crystalens HD lenste optik merkezdeki modifikasyon ile fokus derinliğini artırmak hedeflenmiştir, Crystalens AO ise asferik optiğe sahiptir.¹¹ Crystalens 3 mm'lik insizyondan injekte edilebilmektedirler. Siliyer adelenin kontraksiyonu ve lensin öne ve arkaya hareketi ile akomodasyon sağlanmaktadır. Akomodasyon şiddeti bir çok yayında ve kendi deneyimlerimizde +1- +1.5 D bulunmuş ve bu ancak Jagger (J) 3-5 yakın görüşünü sağlamaktadır. Bizim uygulamamızda dominant olmayan göze, -0.75 hedeflendiğinde görme keskinliği uzak için 5/10, yakın için J1-J2 sağlanabilmektedir. Lensin tam olarak yakını ve tam olarak ara mesafe görmesini sağlayan bir akomodasyon gücü yoktur.¹²

TetraFlex

TetraFlex IOL, (Lenstec, Inc., St. Petersburg, Florida) Robert E. Kellan tarafından geliştirilen yanları köşeli, hidroxyethylmethakrilat (HEMA) tek parçalı bir lenstir (Resim 2).



Resim 2: TetraFlex IOL (lenstec Inc.)



Resim 3a-b: HumanOptics akomodatif GİL (Erlangen, Germany)

HEMA materyali %26 su ihtiva ettiğinden oldukça esnek bir materyaldir. 1.8 mm insizyondan enjekte edilebilmektedir. Tasarımında akomodasyon esnasında vitrenin öne itmesinden ziyade zonül hareketi ve kapsül dinamizminden faydalanarak akomodasyonu sağlamak amaçlanmıştır. Helmholtz teorisini baz alarak siliyer kontraksiyon esnasında lensin 5° öne açılması sayesinde optik öne doğru hareket eder. Chitkara'nın 48 gözlük başlangıç çalışmasının 6 aylık sonuçlarına göre hastaların % 89'u J3 ve üstü yakın görüş, hastaların %100'ü J5 ve üstü yakın görüş sağlamışlar.¹³ Akomodasyon gücü +1-+6 D arasında değişmektedir.

HumanOptics 1CU

HumanOptics AG Akkommodative 1CU akomodatif GİL (Erlangen, Germany) hidrojel materyalden olup kapsül içine yerleştirilir. Optik çapı 5.5 mm olup 9.8 mm'lik total çapı vardır. Tek parça lens olup dört tane yassı ayakları ile kapsül içine yerleşir ve akomodasyonda optik öne doğru hareket ederek yakın görüş sağlanmaktadır (Resim 3a-b). Avrupa'da 2000–2003 yılları arasında insan gözünde çalışmalar yapılmıştır. Karşılaştırmalı yapılan bir çalışmada 30 tane 1CU lens bir göze ve 30 tane MA30 lens diğer göze takılmış.

12 aylık sonuçlarına göre uzak düzeltilmeli yakın görüş ortalaması 1CU lenste $J 11.47 \pm 0.7$, MA30 lensinde ise $J 12.8 \pm 0.4$ bulunmuştur.¹⁴



Resim 4: Synchrony GİL (Visiogen Inc. Irvine, California)

Mastropasqua'nın uzun dönem sonuçlarında lensin yapısından dolayı arka ve ön kapsül opasitesinin çok yüksek olduğu ve yıllar içinde akomodasyon gücünün kaybolduğu bildirilmiştir.¹⁵

Tekia TekClear KH-3500

TekClear (Irvine, California, USA) tek parçalı hidrofilik akrilik materyelinden, 5 mm akomodatif optik çaplı, keskin kenarlı bir lensdir. Akomodasyon esnasında optiğin öne hareketi ile yakın görme sağlanır. İki bin altı yılın da Avrupa Komisyonunda presbiyopi tedavisinde kullanılmak üzere izin alınmıştır.

Diğer Öne Kaydırmalı Lensler

C-Well intraoküler lens Acuity Ltd (OrYehuda, Israel), Morcher BioComFold 43E akomodatif GİL, Bausch&Lomb Opal akomodatif GİL (Bausch&Lomb, Rochester, New York) ve daha birçok lens gelişme halindedir.

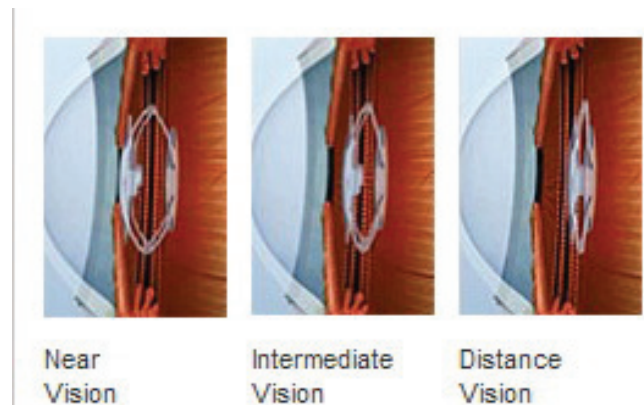
DUAL OPTİK AKOMODATİF LENSLE

Hara ve ark., 1990 yılında göz içine koyulacak negatif güçteki ikinci bir lens ile daha fazla akomodasyon gücü sağlanabileceğini ileri sürmüşler.¹⁶ Gelişme aşamasında olan birçok dual optikli akomodatif lens vardır.

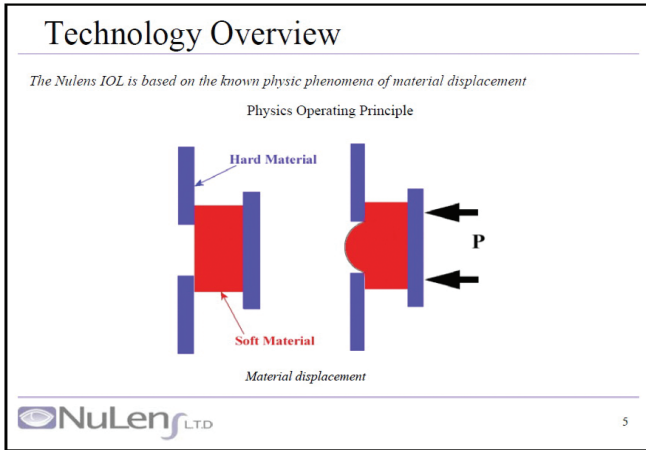
Synchrony

Synchrony GİL (Visiogen Inc. Irvine, California) tek parçalı, üç boyutlu dual-optik akomodatif lensdir ve yeni jenerasyon silikondan üretilmiştir. Synchrony lensin kalınlığı 2.2 mm olup önde 5.5 mm anterior optik ve arkada 6-mm negatif diyoptrilik optiği vardır (Resim 4).

Herhangi bir optik harekete göre oluşan refraktif değişim hareket eden lensin diyoptri gücü ile orantılıdır. Bu sebeple lensin ileri hareketiyle oluşan diyoptri gücünü maksimize etmek için Synchrony lensin ön optiği +32 D'dir. Negatif diyoptrili arka optiğin gücü emetropi için gerekli net GİL gücüne ulaşabilmek için farklı değerlerdedir. Synchrony'nin tasarımı Helmholtz Teorisine dayanmaktadır. Siliyer kasın kasılması zonüler tansiyonu azaltır ve buda kapsül kesenin gevşemesini sağlar. Kapsül gevşeyince öndeki +32 D'lik optik öne hareket eder (Resim 5).



Resim 5: Synchrony (AMO)



Resim 6: NuLens (Nulens Ltd.)

Ossma bu ileri hareketin +3.2D lik bir akomodasyon sağlayacak kadar yeterli olduğunu bildirmiştir.¹⁷ İki optik arasında opasifikasyon riskine karşı yapılan tavşan deneyinde böyle bir komplikasyon görülmemiştir.¹⁸ American Medical Optics (AMO) bu lensi kendi bünyesine almıştır.

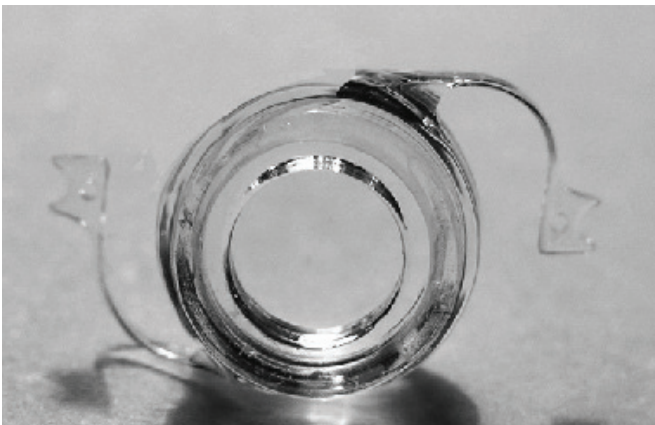
KURVATÜR DEĞİŞTİREN MODELLER

NuLens

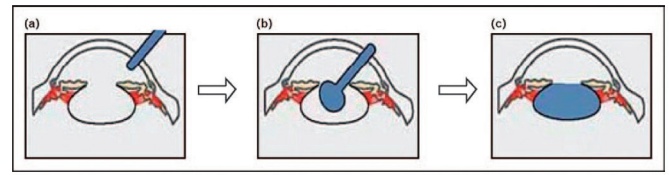
Yeni bir akomodasyon mekanizmasına sahiptir. NuLens (NuLens Ltd., Herzliya Pituach, Israel) iki tarafı da sert tabakayla kaplı esnek polimer optikten ve sert tabakalardan öndeinde delik bulunan bir kompleks yapıdır. Tabakalar preslendiği zaman polimer ön yüzeyde bulunan deliğe doğru şişme yapar, bu sayede kırma gücü çok artan lens elde edilmiş olur (Resim 6).

Primatlara takılan bu lens ile +40 D'lik bir akomodasyon gücü sağlanmıştır. Lens bacaklarıyla sulkusa yerleştirilmektedir ve 6 mm insizyon gerektirmektedir (Resim 7).

Ayrıca siliyer kasın durumuna göre lensin aktif değişimini dökümanete edebilmek için ultrason biyomikroskop görüntülemeyi kullanmışlardır. Şu anda daha küçük insizyonda katlanarak girebilecek lens üzerinde çalışılmaktadır.¹⁹ Alio'nun çalışmasında 1 yıllık sonuçlarına göre 10 D'lik akomodasyon uzak görüşünü bozmadan sağlanmakta olduğunu bildirmiştir.²⁰



Resim 7: NuLens (Nulens Ltd.)



Resim 8: Medennium SmartIOL (Irvine, California)

WIOL CF

WIOL CF (Biovision sro; Prague, Czech Republic) hidrojel materyelden bacaksız bir lensdir. Kapsül kontraksiyonu esnasında lensin ön kurvatürü değişerek kırma gücü artar. Lensin akomodasyon gücü +2 D olarak belirtilmiştir.

FlexOptic

Flex Optic (Quest Vision Inc. Austin, Texas) akomodatif arenadaki yeni bir lensdir. Silikon yapıda olup balon şeklindedir. Kapsül içine yerleştirilen bu lens akomodasyon esnasında naturel insan lensi gibi hareket etmektedir. Akomodasyonda siliyer adelerler vasıtasıyla kapsülü tamamen dolduran balonun kurvatürü değişerek +3 D akomodasyon gücü sağlayabilmektedir.

Medennium SmartIOL

Medennium SmartIOL (Irvine, California) akrilik akomodatif lensdir. Kapsül içine doldurulması ile Nishi ve Haefliger konseptine benzer. Termodinamik hidrofo-bik akrilik (Smart Akrilik) yapısındadır. Otuz mm uzunluğunda ve 2 mm genişlikte olup mikroinsizyondan injekte edilebilmektedir (Resim 8).

Vücut ısıyla birlikte kapsül içinde jel şekline dönüşür ve bikonveks bir lens halinde kapsülün içini doldurur. Bu olay 30 saniyede gerçekleşmekte ve lensin çapı 9.5 mm ve kalınlığı 2 ile 4 mm arasında değişebilmektedir. Lensin küçük bir şekil ya da pozisyon değişimiyle yeterli bir akomodasyon sağlanabilmektedir.²¹

YENİ MODEL LENSLER

LiquiLens

LiquiLens Vision Solutions Technologies (Rockville, Maryland) tarafında geliştirilen akomodatif lensdir. Bu lensin ortasında birbirine karışmayan farklı indekste iki sıvı içerir. Lensin 3/4'ündeki refraktif index uzak için dizayn edilmiştir (Resim 9).

Eğer hastalar okumak isterlerse, kafalarını aşağı yöne eğmeler ve yer çekim kuvveti daha ağır olan sıvının lensin ön yüzünde artarak ilerlemesini sağlar (Resim 10). Sonuç olarak refraktif indeksi daha fazla olan sıvı refraktif indeksi daha az olan sıvının üzerine çıkar böylece optik gücü daha fazla bir lens oluşur.

FluidVision

FluidVision (PowerVision Inc., Belmont, California) muazzam akomodatif dereceye ulaşmayı hedefleyen yeni jenerasyon akomodasyon lensidir. Dr. Chang'a göre akomodasyon gücü +10 D'yi aşabilmektedir.



Resim 9: LiquiLens (Vision Solutions Technologies)

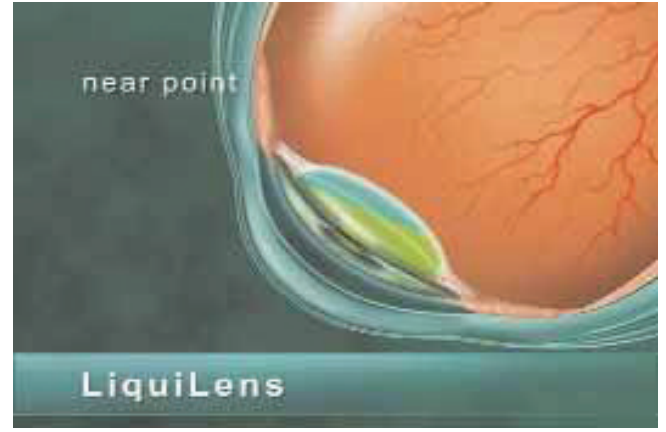
Bu hidrolik gücün sebep olduğu şekil değişikliğinin siliyer kas tarafından kontrolü ile sağlanmasıyla oluşur. Akışkan minik hidrolik aktivatörler tarafından itilir. Siliyer kasın daralmasıyla zonuller gevşer ve lens insanın kristalin lensi gibi kalınlaşır. Gevşemenin üzerine zonuller gerilir ve lens incilir. Helmholtz Teorisi'nde düşündüğümüz gibi akışkan hareketiyle lens şekil değişikliği kazanır. Şirket ilk ürün dizaynını tamamlamıştır. Sonraki adım 1:1 ölçekli prototipin hazırlanmasıdır.

SONUÇ

Göz cerrahisinde presbiyopinin tedavisi büyük bir başarıdır. Bu hasta grubunda cerrah ciddi bir taahhüt altına girer. Operasyon öncesi ölçümler, ameliyat planlanması ve postoperatif refraktif değerlerin öngörülmesi çok titiz çalışma gerektirir. Hasta beklentilerinde başarı çizgisi çok yükseklere çıkmaktadır ve dolayısıyla postoperatif hasta beklentisini gerçekçi bir sınırdan tutmak gereklidir.

KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Piñero DP, Espinosa MJ, Alió JL.: LASIK Outcomes Following Multifocal and Monofocal Intraocular Lens Implantation Refract Surg. 2010;26:569-577.
2. Elkady B, Alió JL, Ortiz D, et al.: Corneal aberrations after microincision cataract surgery. J Cataract Refract Surg. 2008;34:40-45.
3. Cumming JS, Colvard DM, Dell SJ, et al.: Clinical evaluation of the Crystalens AT-45 accommodating intraocular lens: results of the U.S. Food and Drug Administration clinical trial. J Cataract Refract Surg. 2006;32:812-825.
4. Ho A, Erickson P, Manns F, et al.: Theoretical analysis of accommodation amplitude and ametropia correction by varying refractive index in Phaco-Ersatz. Optom Vis Sci. 2001;78:405-410.
5. Dick HB.: Accommodative intraocular lenses: current status. Curr Opin Ophthalmol. 2005;16:8-26.
6. Strenk SA, Strenk LM, Guo S.: Magnetic resonance imaging of the anteroposterior position and thickness of the aging, accommodating, phakic, and pseudophakic ciliary muscle. Cataract Refract Surg. 2010;36:235-241.



Resim 10: LiquiLens (Rockville, Maryland)

7. Strenk SA, Semmlow JL, Strenk LM, et al.: Age-related changes in human ciliary muscle and lens: A magnetic resonance imaging study. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1999;40:1162-1169.
8. Strenk SA, Strenk LM, Guo S.: Magnetic resonance imaging of aging, accommodating, phakic, and pseudophakic ciliary muscle diameters. J Cataract Refract Surg. 2006;32:1792-1798.
9. Nawa Y, Ueda T, Nakatsuka M, et al.: Accommodation obtained per 1.0 mm forward movement of a posterior chamber intraocular lens. J Cataract Refract Surg. 2003;29:2069-2072.
10. <http://www.fda.gov/cdrh/pdf3/P030002a.pdf> AT-45 Approval Letter. 2003, Food & Drug Administration.
11. Pepose JS.: Design Strategies for New Accommodating IOLs. Cataract Refract Surg Today. 2009;9:39-45.
12. Köse S, Palamar M, Eğrilmez S.: Kataraktlı hastalarda akomodatif ve multifokal intraoküler lens implantasyonu sonuçlarımız. T Off Gaz. 2009;39:4-16.
13. Chitkara DK.: Accommodation in pseudophakia with lenstec KH-3500 lens bykellan. In: The ESCRS Winter Refractive Surgery Meeting; Barcelona, Spain. 2004:23-25.
14. Heatley CJ, Spalton DJ, Hancox J, et al.: Fellow eye comparison between the 1CU accommodative intraocular lens and the acrysof MA30 monofocal intraocular lens. Am J Ophthalmol. 2005;140:207-213.
15. Mastropasqua L, Toto L, Falconio G, et al.: Longterm results of 1CU accommodative intraocular lens implantation: 2-year follow-up study. Acta Ophthalmol Scand. 2007;85:409-414.
16. Hara T, Yasuda A, Yamada Y.: Accommodative intraocular lens with spring action. Part 1. Design and placement in an excised animal eye. Ophthalmic Surg. 1990;21:128-133.
17. Ossma IL, Galvis A, Vargas LG, et al.: Synchrony dual-optic accommodating intraocular lens. Part 2: pilot clinical evaluation. J Cataract Refract Surg. 2007;33:47-52.
18. Werner L, Pandey SK, Izak AM, et al.: Capsular bag opacification after experimental implantation of a new accommodating intraocular lens in rabbit eyes. J Cataract Refract Surg. 2004;30:1114-1123.
19. Ben-Nun J.: The NuLens accommodating intraocular lens. Ophthalmol Clin North Am. 2006;19:129-134.
20. Alió JL, Ben-nun J, Rodríguez-Prats JL, et al.: Visual and accommodative outcomes 1 year after implantation of an accommodating intraocular lens based on a new concept. J Cataract Refract Surg. 2009;35:1671-1678.
21. Fine IH.: The SmartLens: a fabulous new IOL technology. Eye World. 2002:24.