

Pediyatrik Hastalarda Geniş Açılı Dijital Görüntüleme Sistemleri

Wide-Field Digital Imaging Systems in Pediatric Patients

Özdemir ÖZDEMİR*

* Doçent Doktor, Zekai Tahir Burak Kadın Sağlığı Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları

Geliş Tarihi/Received: 10.12.2016 Kabul Tarihi/Accepted: 19.12.2016

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Özdemir ÖZDEMİR / Zekai Tahir Burak Kadın Sağlığı Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları, Talatpaşa Bulvarı, Altındağ, Ankara Tel./Phone: +90 312 306 56 51 E-posta/E-mail: ozdemirozdemir@yahoo.com

ÖZET

Son yıllarda, retinal görüntüleme sistemlerinde birçok ilerlemeler ortaya çıkmıştır. Gelişmiş görüntüleme teknolojileri sayesinde, hastaların patolojilerinin gösterilmesinde, sunulmasında ve paylaşılmasında büyük yol alınmıştır. Bunlardan geniş açılı fundus görüntülemeler, retina hastalıkları bulunan pediyatrik olguların değerlendirilmesinde yeni yaklaşımlar sunmaktadır. Özellikle bebeklerin ve okul öncesi dönemdeki çocukların göz muayenelerinde, hastalıklarının tanı ve takiplerinde zorluklar yaşanır. Bu cihazlar sayesinde, kaliteli retinal fotoğraflar elde edilir ve bunlar uzaktaki merkezlere gönderilebilir. Geniş açılı dijital görüntüleme sistemleri, kolayca taşınabilen (portabl) ve kurulu sistemler olarak ikiye ayrılabilir. Bu derlemenin konusu, özellikle prematüre retinopatisi taramasında kullanılan, taşınabilir geniş açılı dijital görüntüleme sistemleri üzerinedir.

Anahtar Kelimeler: 3nethra Neo, geniş açılı dijital görüntüleme, ICON, PanoCam, prematüre retinopatisi, RetCam, teletıp, teleoftalmoloji.

ABSTRACT

In recent years, a lot of progress has been made in retinal imaging. Owing to sophisticated imaging technologies, a great advancement has been taken for the demonstration, presentation and sharing of patient pathologies. Wide-field fundus imaging offers new options in the evaluation of pediatric retinal cases. Particularly, there are difficulties in diagnosis and follow-up of ophthalmic diseases of babies and preschool children. Thanks to these devices, quality retinal pictures are obtained and can be sent to the remote centers. Wide-field digital imaging systems may be categorized into portable and office-based systems. The topic of this review is mainly about portable wide-field digital imaging systems used in the screening of retinopathy of prematurity.

Key Words: 3nethra Neo, ICON, Retinopathy of prematurity, PanoCam, RetCam, telemedicine, teleophthalmology, wide-field digital imaging

GİRİŞ

Günümüzde, yenidoğan yoğun bakımındaki iyileşmeler ve gelişmeler sayesinde prematüre doğan bebeklerin yaşam şansı artmaktadır.^[1] giderek daha prematüre yenidoğanların yaşatılması sonucunda, doğum sonrası karşılaşılan sorunlarla başa çıkmak zorlaşmaktadır. Özellikle 1500 gramın ve 32 haftanın altında doğan yenidoğan bebeklerin en önemli sorunlarından birisi de prematüre retinopatisidir (PR).^[2-4] Retinanın vazoproliferatif bir hastalığı olan PR, infantil ve çocukluk döneminin en önemli görme kaybı nedenidir.^[5]

PR'nin tedavisi için zamanlama çok önemlidir. PR muayenesi yapan oftalmologlar arasında, hastalığın takip aralıkları, tedavi zamanlaması ve artı hastalığının tespiti konularında farklı görüş ve uygulamalar görülebilmektedir.^[6] Verilerin paylaşılması, olguların danışılması ve böylelikle PR'ye dair yaklaşım standartlarının belirlenmesi için kaliteli retinal fotoğraflara ihtiyaç duyulur. Ayrıca, PR'nin tanı ve tedavisinde ortaya çıkan tıbbi ve medikolegal sorunlar ülkemizde ve dünyada giderek daha çok

görülmektedir. Bu durumlarla başa çıkmak isteyen oftalmologlar, muayenelerini kayıt altına almak için, bu yaş gruplarında kullanılabilecek, görüntüleme sistemleri talep etmektedirler.^[7,8] Bu nedenlerin yanı sıra, özellikle çok geniş coğrafyalara sahip ülkelerde, dijital görüntüleme sistemleri sayesinde teletiptan (telemedicine) faydalanılır.^[9]

Teletıp, uzaktan sağlık hizmeti sunmak için modern iletişim ve bilgi teknolojilerini kullanır.^[10] Teletıbbın bir alanı olan teleoftalmoloji, dijital görüntüleme ve iletişim sistemleri sayesinde, erişim zorluğu bulunan uzak bölgelere, göz sağlığı için yardım eder.^[11] Bu hizmetlerin sağlanması için, oküler görüntüleri çekecek insan gücüne, donanıma ve verileri gönderecek işlevsel bir ağa ihtiyaç vardır.

TARİHÇE

Retinal fotoğraflar ile PR'nin değerlendirilmesi, ilk kez 1969 yılında Bulpitt CJ ve Baum JD^[12] tarafından kullanılmıştır. Yazarlar, muayenehane ortamında vertikal monte ettikleri Carl

Zeiss fundus kamera ile prematüre bebeklerin fundus fotoğraflarını çekerek, o zamanki tanımıyla retrolental fibroplazi gelişimini kayıt altına almışlardır.

PR'de teleoftalmolojinin ilk uygulamalarından birisi, bir çalışma olarak, Cryotherapy for Retinopathy of Prematurity Cooperative Group (CRYO-ROP) çalışma grubundan, Watzke RCve ark'ları^[11] tarafından 1990 yılında yayınlanmıştır. Yazarlar, retina fotoğraflarını kullanarak sikatrisyel PR'si bulunan bebeklerin arka kutup fotoğraflarını konvansiyonel fundus kameraları ile çekmişler ve bir derecelendirme sistemini rapor etmişlerdir.

PR'nin taraması için, 2000'li yıllarda RetCam'in (Clarity Medical Systems, Pleasanton, CA, ABD) kullanılmaya başlanması ile pediatrik hastalarda, geniş açılı dijital görüntüleme sistemlerine olan ilgi giderek artmış ve yeni görüntüleme cihazları kullanıma girmiştir.

SINIFLANDIRMA

Retina görüntüleme sistemleri, özelliklerine göre çeşitli biçimlerde sınıflandırılabilir. Retinal fotoğrafların kapsadıkları alanlara göre, dar açılı, geniş açılı ve ultra geniş açılı olarak ayrılır.^[14-17] Konvansiyonel olarak yetişkinlerde, ofis ortamında kurulu, mobil olmayan kameralar kullanılırken, çocuklarda, elde taşınabilir kameralar kullanılır. Pediatrik hastalarda geniş açılı retina fotoğrafları sağlayan kameralar korneaya temas eden kontak tiptedirler ve diğer kameralara göre daha pahalıdır. Dar açılı retina fotoğrafları çeken kameralar daha hafif ve uygun fiyatlı olmasına rağmen, ancak optik disk ve etrafını ya da arka kutbu görüntüleyebilir.^[18-20] Son yıllarda akıllı telefonlara takılan özel lensler ve yüklenen uygulamalarla da retinayı fotoğraflayan sistemler ortaya çıkmıştır.^[21,22] Günümüzde ultrasonografinin PR'de kullanımı, retina dekolmanının, subretinal ve subkoroidal hemorajinin değerlendirilmesi ile sınırlıdır.^[23,24] Sonuç olarak, pediatrik popülasyonda, özellikle PR muayenesinde kullanılan görüntüleme sistemleri şöyle sınıflandırılabilir:

- Geniş açılı görüntüleme sistemleri
- Dar açılı görüntüleme sistemleri
- Akıllı telefonlara monte edilen sistemler
- Video-oftalmoskoptan resim yakalayan sistemler
- Ultrasonografi

GENİŞ AÇILI GÖRÜNTÜLEME SİSTEMLERİ

Geniş açılı görüntüleme sistemleri optik disk ve makülayı içine alarak neredeyse ekvatora kadar olan retinanın fotoğraflarını çekerler. Bu cihazlar ile konvansiyonel indirek binoküler video-oftalmoskoptan elde edilen analog görüntülerden daha yüksek kalitede, dijital görüntüler elde edilir. Böylece hastalara ait resimlerin, işlenmesi, yorumlanması, ağ üzerinde aktarılması kolaylaşır. Bu kameralar fotoğraf çekerlerken, korneaya temas ederler ve ön segmenti de görüntüleyebilirler.^[25,26] Korneayı korumak ve yeterli kalitede fotoğraflar elde etmek için, kamera ile kornea yüzeyi arasını dolduran bir jel kullanılır. Çekimler öncesinde, bebeklerin pupillalarının çok iyi dilate edilmeleri gerekir. Önerilen şema, işlemden önce, 5 dakika ya da 10 dakika ara ile iki kez, %2,5'lik topikal fenilefrin hidroklorid ve %0,5'lik tropikamid damlatılmasıdır.^[27] Çekim öncesinde,

korneaya, topikal anestezi damla damlatılması (%0,5'lik proparakain hidroklorid) gereklidir. İnfantil tipte blefarosta ile göz kapakları açıldıktan sonra çekimlere başlanır. Günümüzde pediatrik hastalarda kullanılan geniş açılı görüntüleme sistemleri şunlardır:

- RetCam (Clarity Medical Systems, Pleasanton, CA, ABD)
- PanoCam (Visunex Medical Systems, Fremont, CA, ABD)
- ICON (Phoenix Clinical, Pleasanton, CA, ABD)
- 3nethra Neo (Forus Health, Banashankari, Bangalore, Hindistan)

RetCam

RetCam, PR taraması için geliştirilen ve geniş açılı retina fotoğrafları çeken ilk cihazdır. RetCam, 2000'li yılların başında PR'nin taramasında kullanılmaya başlanmıştır. Piyasaya ilk sürülen RetCam 120 modelinden sonra, sırasıyla RetCam 2, 2008 yılında RetCam 3 ve son olarak da RetCam Portable modelleri geliştirilmiştir.^[28,29]

Kullanıma girdiğinden bugüne kadar, dünya genelinde, 85 ülkede, 1800 adet sistem kurulmuş olup, iki milyonun üzerinde bebeğin gözü görüntülenmiştir. Toplamda, tüm yaşlardaki hastalarda, RetCam ile 50 milyonun üzerinde resim çekildiği bildirilmektedir.^[30] Literatürdeki, teleoftalmoloji ve PR ile yapılan çalışmaların çoğu bu sisteme dayanmaktadır.

RetCam'in en büyük özelliği, yüksek çözünürlükte retina fotoğrafları elde etmesidir. Üstelik, binoküler indirek oftalmoskoplara, kullanılan lense bağlı olarak 30-60 derece arasında retina alanının görüntüsünü sağlarken, bu cihaz 130 dereceye kadar görüntü sağlar. Bu retina görüntüleme sistemi, bilgisayar tabanlı, entegre bir sistemdir. RetCam'i geliştiren firma, aslında RetCam 3 ile birlikte, tekerlekli bir valize benzer, daha mobil bir cihaz olan RetCam Shuttle cihazını ve RetCam Review Software (RCRS) adlı bir yazılımı da sunar (Resim 1).^[23,30-35] Bu yazılım sayesinde hastaların görüntüleri ve verileri uzaktaki bir merkeze aktarılır, bu bilgiler senkronize edilir ve yedeklenir. Retina periferini değerlendirmek için, kompozit görüntüler oluşturulabilir.



Resim 1: RetCam 3 ve daha kolay taşınabilir versiyonu RetCam Shuttle.

Çekim öncesi kornea üzerine jel sürülür ve elde tutulan bir kamera doğrudan göz yüzeyine kibarca yerleştirilerek, retina izlenir ve fotoğraflar çekilir. Cihazı kullanan kişinin, başkasının yardımı olmadan çekim yapması için, cihazın ayak pedalı da bulunur. El kamerasının elde ettiği görüntüler, veri kaybı olmaması için fiberoptik bir kablo ile işlemciye ve 19 inçlik LCD ekrana aktarılır. Resimler, dijital görüntüleme için bir standart olan, "Digital Imaging and Communications Medicine"

Tablo 1: RetCam 3'te kullanılan ve değiştirilebilen lens seçenekleri ve özellikleri.

Lens	Görüntülediği Alan	Kullanımı	Özellikleri
D1300	130 Derece	<ul style="list-style-type: none"> Pediyatrik fundus Ön kamara 	<ul style="list-style-type: none"> Geniş görme alanı Küçük boyut Hafif Çok amaçlı ve geniş açılı görüntüleme
B1200	120 Derece	<ul style="list-style-type: none"> Pediyatrik fundus Ön kamara 	<ul style="list-style-type: none"> D1300'e göre daha yüksek kontrast Pigmentli retinalara uygun İridokorneal açığı gösterir Çok amaçlı ve geniş açılı görüntüleme
E800	80 Derece	<ul style="list-style-type: none"> Pediyatrik fundus Erişkin maküla Optik disk 	<ul style="list-style-type: none"> Artmış kontrast Orta derecede büyütme Arka kutbun görüntülenmesi
C300	30 Derece	<ul style="list-style-type: none"> Pediyatrik fundus Erişkin maküla Optik disk 	<ul style="list-style-type: none"> Makülanın görülmesi için yüksek büyütme ve kontrast Ön kamaranın temassız görüntülenmesi Dilate gözlerde temas olmadan kırmızı refleks görüntülenmesi
Portre Lensi	Eksternal fotoğrafı	<ul style="list-style-type: none"> Gözün dışarıdan fotoğrafı 	<ul style="list-style-type: none"> Oküler adneksiyel yapıların görüntülenmesi Her iki gözün aynı karede görüntülenmesi Yüzün görüntülenmesi

(DICOM) formatında uzaktaki bir istasyona aktarılır. Cihaz, elde tutulan kamerasının ucunda, değiştirilmeye imkan kılınan beş adet lens sunar. Bu lenslerin, kendilerine göre çeşitli görüş alanları, uygulama amaçları ve yararlılıkları vardır (Tablo 1). En çok, en geniş görüş alanı olan ve ön kamara resmi de çeken 130 derecelik lens kullanılır.

En son üretilen RetCam Portable cihazı, kolaylıkla tekerlekli bir çanta ile taşınır. Çantanın içinde, el kamerası, diz üstü bilgisayar bulunur ve diğer cihazlar gibi RetCam Review Software adlı yazılımla çalışır. RetCam'in sahibi olan firma, cihazla birlikte, kullanıcılara bir eğitim kiti sunar. Bu kit, demarkasyon çizgisini ve retinadaki neovaskülarizasyonları simüle eden bir göz bulunan bebek maketi içerir. Bu sayede, klinisyenler ve kullanıcılar görüntüleme becerilerini geliştirirler ve deneyimlerini artırır (Resim 2).



Resim 2: RetCam ile birlikte verilen ve bebek maketi içeren eğitim kiti.

RetCam 3'ün sağladığı bir diğer özellik ise, prematüre bebeklerde fundus fluorescein anjiyografi yapılmasına olanak sağlamasıdır. PR hastalarında, fluorescein anjiyografi, klinisyenlerin muayenede ve retinal fotoğraflar üzerinde göremedikleri damarsal yapılar ve fonksiyonları hakkında fikir verir. Bu sayede, retina damarları hakkında yararlı bilgiler elde edilerek, PR'nin incelenmesinde yeni yaklaşımlar ortaya konabilir. Fluorescein anjiyografi özellikle, tedavi için anti-VEGF uygulanan PR'li olgularda önemli bir rol oynayabilir. Cihazlar ile retina görüntülenmesi sırasında video da çekilebilir.

Yeni çekilen fotoğraflar, cihazdaki yazılımlar sayesinde, önceki fotoğraflarla karşılaştırılarak, hastalığın progresyonu hakkında fikir verirler. RetCam ile çekilen fotoğraflar, olası medikolegal sorunlara karşı ve PR taraması eğitimi amacıyla

kullanılabilir. Çekilen görüntüler sayesinde, hastalıkların bulguları anlatılarak, hastaların aile üyeleriyle kurulan iletişim ve tedaviye olan uyum kolaylaşır. Cihazlar üzerinde bulunan renkli yazıcı sayesinde istenilen fotoğraflar bastırılır.

RetCam ile çekimler, göz doktorları dışında, eğitim almış sağlık çalışanları tarafından da yapılabilir ve elde edilen görüntüler uzaktan uzman yorumları için gönderilir. Böylelikle göz doktorlarının bulunmadığı bölgelere gönderilen cihazlar sayesinde, prematüre bebeklerin PR taramaları yapılmış olur. Bir diğer faydası da transportu sakıncalı olan bebeklerin, buldukları yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde muayenelerinin sağlanmasıdır.

PanoCam

PanoCam, yenidoğan ve infantların muayeneleri için, RetCam'den sonra ikinci onay almış, geniş açılı dijital görüntüleme sistemidir. Tıpkı RetCam gibi, teleoftalmolojik amaçlarla üretilmiştir. Bebeklerin retinalarının görüntülenmesi için yeni bir teknolojik platform sunar.^[36-38]

PanoCam sistemi, PanoCam Pro, PanoCam LT, Visunex bulut yönetim sistemi ve bebekler için PanoCam muayene yatağından oluşur. PanoCam Pro, merkez istasyonda bulunan, hem çekim yapan hem de periferdeki daha kolay taşınabilir PanoCam LT cihazlarından gelen verilerin entegrasyonunu sağlayan cihazdır (Resim 3). PanoCam LT ise, tekerlekli bir valizle rahatlıkla taşınabilen bir cihazdır (Resim 4). Böylelikle, aygıtın uzak bölgelere götürülmesi veya hastanenin katları arasında taşınması oldukça kolaylaşır.

PanoCam LT, 2005 yılında, Pro ise 2006 yılında, yenidoğan ve infantların oftalmolojik görüntülenmesi için FDA onayı almıştır. Sistem, 2016 yılından itibaren Avrupa'da da satış iznini almıştır. Fakat, literatür tarandığında, bu cihazın kullanıldığı bir klinik çalışma henüz bulunmamaktadır.

Sistem, görüntüyü çeken bir kameradan, görüntüyü depolayan, çeşitli işlemlerin yapıldığı bir yazılımdan ve yüksek çözünürlüklü renkli yazıcıdan oluşur. PanoCam, en az 130 derecelik bir retina alanını görüntüler. Diğer türdeşlerinden daha geniş bir alanın resmini çektiğini iddia eder. Hafızası, 400.000'in üze-



Resim 3: PanoCam Pro ve el kamerası.



Resim 4: Tekerlekli bir çanta ile kolayca taşınabilen PanoCam LT.

rinde yüksek çözünürlüklü resmi ve hasta bilgilerini depolayabilir. Her iki PanoCam cihazı, görüntüleri DICOM formatında aktarabilir.

Yüksek çözünürlüklü görüntüleri sayesinde, açık ya da koyu renkli retinalarda bile damarsal ve yapısal anomalilerin görülmesini sağlar. Arka segmente ek olarak ön segmentin de fotoğraflarını çeker. PanoCam Pro ile fundus fluoresein anjiyografi çekme özelliği geliştirilmiş olmasına rağmen henüz FDA onayı çıkmamıştır ve onay beklemektedir. En önemli artı özelliği, elde tutulan kamerasının üzerindeki LCD ekran sayesinde, bilgisayar ekranına dönüp bakılmasına gerek kalmaksızın, kullanıcının görüntüyü izlemesidir (Resim 5). Bu elde tutulan resim çekme ünitesinin, kablosuz olarak, ana konsol, yazıcı, bulut depolama sistemi ve ana istasyon ile direk bağlantı kurma özelliği vardır. Hem ana ekran hem de resim çekme ünitesi dokunmatik ekrana sahiptir.



Resim 5: Üzerinde LCD ekran bulunan, PanoCam cihazlarının kablosuz el kamerası.

Visunex bulut yönetim sistemi, dünyanın her tarafından, yedi gün, 24 saat boyunca, resimlerin görülmesini ve yorumlanmasını sağlar. PanoCam ile elde edilen görüntüler, bu sis-

tem sayesinde, istenilen her yerde ve zamanda, akıllı telefonlarla dahi, internet ağı üzerinden görülebilir. Resimler, sistem üzerinde şifrelenip iletildiği için, hasta bilgileri güvene alınır. Firmanın geliştirdiği yenidoğan muayene yatağı ise, ihtiyaca bağlı olarak, kliniklerde gerekli muayene ortamını sağlayarak, kullanıcının ergonomik bir şekilde resim çekmesine olanak tanır (Resim 6). PanoCam sistemi, fundus otofluoresans ve geliştirilme aşamasında olan geniş açılı optik koherens tomografi (OKT) gibi uygulamaların, üzerine eklenmesine olanak tanıyan bir yazılıma sahiptir.



Resim 6: PanoCam cihazları ile birlikte sunulan yenidoğan muayene yatağı.

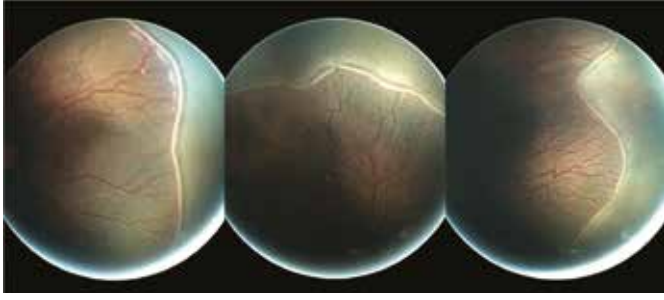
ICON

ICON, yukarıda bahsedilen diğer cihazlar gibi, pediatrik hastaların retinaları için geniş açılı dijital görüntüleme yapar (Resim 7). Phoenix Clinical tarafından geliştirilen bu sistem, Eylül 2016 yılında, en son FDA onayı alan pediatrik geniş açılı görüntüleme sistemidir.^[39]



Resim 7: ICON geniş açılı dijital görüntüleme cihazı ve el kamerası.

Önceki kameralara göre, ICON farklı bir aydınlatma ve görüntüleme teknolojisi taşıdığını belirtir. Resim kalitesinin, RetCam ve benzerlerinden daha iyi olduğunu iddia eder. Koyu pigmentli gözlerde bile, gerçek zamanlı retina kamerası sayesinde, yüksek kontrastlı ve çözünürlüklü görüntüler sunar. Bu kamera, yüksek duyarlılıklı ve düşük parazitli bir sensöre sahiptir. Kameranın üzerinde, diğer cihazlardan farklı, tek bir



Resim 8: İkon ile çekilen ve Evre 2 ile 3 PR'yi gösteren dijital resimler.

lens bulunur. Bu benzeri olmayan lens sayesinde, geniş bir retina alanı görüntülenerek, çok sayıda, yüksek maliyetli lens ihtiyacı ortadan kaldırılır.

İkon'un elde tutulan kamerası diğer sistemler gibi korneaya temas ederek görüntü alır. Görüntüler, dokunmatik özelliği bulunan ekranda izlenir. Ekranın ve gövdenin, yüksekliği ayarlanabilir ergonomik yapısı vardır. Klavyesinde bulunan, "trackball" sayesinde bilgisayarın fare imleci parmaklar veya avuç içi ile yönetilebilir. Bu sayede, dar alanlarda kolaylıkla fare kullanılabilir ve kullanıcının kolu daha az hareket eder ve yorulur.

İkon'un gövdesi ve elde tutulan kamerası hafiftir. Kamera, USB kablosuyla ana karta bağlanır. Cihaz, böylelikle, hantal, ağır ve kırılabilir fiberoptik kablodan kurtulmuş olur. Bu modern tasarımı ve hafifliği kolay kullanım olanağı sağlar. İkon sistemi işlemcisinin, farklı kadranslardan çekilen retina görüntülerini birleştirerek, kompozit fotoğraf oluşturma özelliği de vardır. İkon'un fundus fluorescein anjiyografi çekme özelliği diğer sistemlerde olduğu gibi mevcuttur ve halen FDA'dan onay alma aşamasındadır. Phoenix Clinical firması, geliştirmekte olduğu hafif yapılı OKT cihazını, 2017 yılından itibaren İkon sistemlerine entegre edeceğini belirtmektedir. İkon, en son geliştirilen ve bu yıl içinde kullanım onayı alan bir cihaz olduğu için, literatürde, bu cihaz ile yapılmış herhangi bir çalışma henüz bulunmamaktadır.

3nethra Neo

3nethra Neo, Hindistanlı Forus Health firması tarafından, infantların retinalarındaki hastalıkların tanısı ve görüntülenmesi için geliştirilmiştir. Dijital kamerası, korneaya temas ederek, geniş açılı renkli retina fotoğrafları çeker. Sistem bu fotoğrafları depolar ve uzak yerlere aktarır.^[40]



Resim 9: Küçük bir tekerlekli bir çantaya kolayca sığabilen 3nethra Neo.

Cihaz, özellikle, postmenstrüel 55 hafta ve üzerindeki infantların retina fotoğraflarını çekmek üzere geliştirilmiştir. Tüm sistem, tekerlekli bir çantada kolaylıkla taşınır (Resim 9). El kamerası 22 cm X 8 cm X 6 cm ebatındadır, oldukça hafif ve



Resim 10: 3nethra Neo'nun hafif el kamerası.

ergonomiktir (Resim 10). Cihaz, 10 dakikadan daha kısa bir sürede kurulabilir. Maliyetinin, benzerlerinin yaklaşık dörtte biri kadar ve oldukça düşük olduğu belirtilmektedir. Fakat cihazın, Hindistan dışında henüz satışı yoktur.

Bu sistemin kamerasının diğerlerinden farklı yapıdaki lensi, yaklaşık 120 derecelik retinanın görülmesini sağlar. Cihazın video çekme özelliği de bulunmaktadır. 3nethra Neo'nun aydınlatması LED tabanlıdır. Cihaz, işletim sistemi olarak Microsoft Windows 7 kullanır. USB 3.0 veri aktarım portlarına sahiptir ve görüntüleri DICOM formatında gönderebilir. Teleoftalmolojik kullanım için, yüksek çözünürlüklü resimleri, bulut depolama sistemi ile paylaşabilir.

ENDİKASYONLAR

Geniş açılı görüntüleme sistemleri, asıl olarak, uzak bölgelerde bulunan ve PR taramalarından mahrum kalan prematüre bebeklerin muayeneleri için geliştirilmiştir. Bunun için, cihazların kullanımını konusunda eğitilmiş bir hemşire ya da teknisyen tarafından çekilen fotoğraflar bir merkeze gönderilir ve yorumlanır.

Bu görüntüleme sistemleri, pediatrik hastaların fundus görüntülenmesindeki zorluklar nedeniyle, artık birçok ön ve arka segment patolojisinin fotoğraflanmasında da kullanılmaktadır. Ön segmenti ve iridokorneal açığı göstermedeki etkinliklerinden dolayı, çocuklardan sonra, erişkin hastalarda dahi kullanılmaya başlanmıştır.^[41,42]

Literatüre bakıldığında, özellikle ilk çıkan cihaz olduğu ve yaygın olarak kullanıldığı için, RetCam ile görüntülenen çeşitli vitreo-retinal hastalıklara ve tümörlere rastlanılmaktadır. Bunların arasında, persistan fetal vaskülatür, familial eksudatif vitreoretinopati, Coat's Hastalığı, Norrie Hastalığı ve retinoblastoma sayılabilir.^[43-47] Özellikle medikolegal açıdan, sarsılmış bebek sendromundan şüphelenilen durumlarda, retinanın kayıt altına alınması önemlidir.^[48] Geniş açılı görüntüleme sistemleri, bebeklerde, ön kamara açısının, irisin ve lensin anomalilerinin; iris, koroid ve optik disk kolobomlarının; diğer optik disk anomalilerinin; toksokarya gibi arka segmentte bulgular veren oküler enfeksiyonların; ve retinadaki kayda değer lezyonların, bilimsel ortamlarda sunulmasına katkı sağlar.^[49-52]

KOMPLİKASYONLAR

Geniş açılı dijital retina görüntülemeleri ile ilgili yapılan Faz 3 çalışmalarında herhangi bir komplikasyon bildirilmemiştir.^[53] Bu işlemlerin, bebeklere zararlı olduğuna veya binoküler indirek oftalmoskopiden daha stresli olduğuna dair, henüz hiçbir

Tablo 2: PR taramalarında kullanılan, geniş açılı dijital görüntüleme sistemlerinin genel özellikleri.

Özellikler	RetCam 3	RetCam Shuttle	RetCam Portable	PanoCam Pro	PanoCam LT	ICON	3nethra Neo
Görüş alanı (derece)	130	130	130	130	130	130a	120
Kamera ağırlığı (gr)	620	620	620	500-600a	500-600a	520	310
Kamera ile bağlantı	Fiberoptik kablo	Fiberoptik kablo	Fiberoptik kablo	Kablosuz	Kablosuz	USB kablo	Fiberoptik kablo
Cihazın toplam ağırlığı (kg)	100	30	16b	100	13.6	63.5	10a
Taşınabilirlik	Düşük	Orta	Yüksek	Düşük	Yüksek	Orta	Yüksek
Dokunmatik ekran	Yok	Yok	Yok	Var	Var	Var	Yok
Işık kaynağı	Halojen lamba	Halojen lamba	Halojen lamba	LED	LED	LED	LED
Fluoresein anjiyografi	Var	Yok	Yok	Var (onay aşamasında)	Yok	Var (onay aşamasında)	Yok
ABD onayı	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Yok
Avrupa Birliği onayı	Var	Var	Var	Var	Var	Var (onay aşamasında)	Yok
Firma ve menşei	Clarity Medical Systems, ABD	Clarity Medical Systems, ABD	Clarity Medical Systems, ABD	Visunex Medical System, ABD	Visunex Medical System, ABD	Phoenix Clinical, ABD	Forus Health, Hindistan
Türkiye distribütörü	Optik Medikal	Optik Medikal	Optik Medikal	Bemo Grup	Bemo Grup	NMT Nidek Medikal	Yok

a: Cihazın resmi broşürlerinde bu bilgiye rastlanmamıştır, tanıtımlardan elde edilen çıkarımsal bilgidir.

b: Cihazın bulunduğu, taşınabilir çantanın tüm ağırlığı.

kanıt bulunmamaktadır. Prematüre bebeklerin görüntüleri genellikle anestezi altında (çoğu zaman sadece topikal anestezi kullanılır) elde edilmesine rağmen, yine de bebeklerin çeşitli stresler ve sıkıntılar yaşadıkları gösterilmiştir.^[54,55]

Mukherjee ve ark^[54], PR taramalarında kullanılan binoküler indirek oftalmoskopi ile RetCam'in, muayeneler sırasında, prematür infantların kardiyorespiratuar parametrelerini bozduklarını bildirmektedirler. Fakat, RetCam ile yapılan muayenelerin, binoküler indirek oftalmoskoplarla yapılan skleral çökertmeli muayenelere göre, bebeklere daha az sıkıntı yarattığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada RetCam ile yapılan işlem süresinin iki kat fazla sürdüğü de bulunmuştur. Diğer taraftan, Mehta ve ark^[55] ise, her iki yöntemin de olumsuz kardiyovasküler etkilere yol açtıklarını ve hastaların yüzlerinde tespit edilen ağrı skorlarını artırdıklarını tespit etmişlerdir. Üstelik, RetCam ile daha yüksek desatürasyon epizotlarına rastladıklarını rapor etmişlerdir.

Prematüre bebeklerin, geniş açılı dijital retina görüntülemeler sırasında karşılaşılabilecekleri problemler konusunda az sayıda çalışma bulunsa da, bu yöntemin de bradikardi, solunum sıkıntısı ve kardiyovasküler sorunlar yaratacağı ortadadır. Ayrıca, geniş açılı dijital görüntülemelerin kontak sistemler olduğu unutulmamalıdır. Elde tutulan kameraların ağırlıkları ve büyüklükleri göz önünde tutulduğunda, dikkatsizce yapılacak kaba manevraların, glob üzerinde ciddi baskı yaratabileceği ve yaralanmalara neden olabileceği akılda tutulmalıdır. Ülkemizde, belli aralıklarla, özellikle yenidoğan yoğun bakım

servislerinde ortaya çıkan ve ciddi morbiditelere yol açan epidemik adenovirüs salgınları, kontak görüntülemeler ile artış gösterebilir.

PR taramaları, geniş açılı görüntüleme sistemleri ile yapılırsa dahi, prematüre bebekler, dilatasyon damlalarının damlatılmasından itibaren yakından izlenmelidir. Görüntüleme işlemleri sırasında bradikardi, apne, morarma ve taşikardi görülebilir. Bu nedenle, sağlık çalışanları, olumsuz durumlara karşı hazırlıklı olmalı ve bebeklere yapılacak canlandırma konusunda eğitilmiş olmalıdır.

SONUÇ

Literatürde bulunan, bu konu ile ilgili yayınlara bakıldığında, dijital fundus görüntülemelerin, çeşitli nedenlerle oftalmologlar tarafından muayene edilme şansı bulamayan bebekler için, uzaktan muayene yöntemleri olarak geliştirildikleri yönündedir. Özellikle teleoftalmoloji alanında yaşanan hızlı teknolojik ilerlemeler, olguların danışılmasında ve PR hastalığının yönetilmesinde kolaylıklar sağlamaktadır.

Geniş açılı dijital fundus görüntülemeler, PR dışındaki çocukluk çağındaki göz hastalıklarının tanı ve takiplerinde de oldukça faydalıdır. Bu görüntülemeler sayesinde oftalmoloji eğitiminin kalitesi de artmaktadır.

Sonuç olarak, geniş açılı dijital fundus görüntülemeler, PR taramalarında yeni olanaklar sunmaktadır. Fakat, kaliteleri gi-

derek artsa da, retinadan elde edilen fotoğrafların, göz doktorları tarafından yapılan muayenelerin yerini alması söz konusu değildir. Ayrıca, bu sistemlerin maliyet dezavantajları unutulmamalıdır. Dilatasyon sonrası binoküler indirek oftalmoskop ile fundus muayenesinin, pediatrik hastaların değerlendirilmesinde, hala altın standart olduğu bilinmelidir.

KAYNAKLAR

- Gilbert C. Retinopathy of prematurity: a global perspective of the epidemics, population of babies at risk and implications for control. *Early Hum Dev.* 2008;84:77-82.
- Sarikabadayi YU, Aydemir O, Ozen ZT, Aydemir C, Tok L, Oguz SS et al. Screening for retinopathy of prematurity in a large tertiary neonatal intensive care unit in Turkey: frequency and risk factors. *Ophthalmic Epidemiol.* 2011;18(6):269-74.
- Özen Tunay Z, Özdemir Ö, Ergintürk Acar E, Petriçli İS, Oğuz ŞS. Clinical features of treated infants for severe retinopathy of prematurity-8 years study from a large tertiary neonatal intensive care unit in Turkey. *Turk J Med Sci.* 2016;46:42-7.
- Özdemir Ö, Özen Tunay Z, Ergintürk Acar D, Oğuz ŞS. Prematüre retinopatisi nedeni ile tedavi edilen infantların doğum ağırlıklarına göre incelenmesi. *Türkiye Klinikleri J Ophthalmol.* 2016;25(1):51-6.
- Cryotherapy for Retinopathy of Prematurity Cooperative Group. Visual acuity at 10 years in Cryotherapy for Retinopathy of Prematurity (CRYO-ROP) study eyes: effect of retinal residua of retinopathy of prematurity. *Arch Ophthalmol.* 2006;124:199-202.
- Wallace DK, Quinn GE, Freedman SF, Chiang MF. Agreement among pediatric ophthalmologists in diagnosing plus and pre-plus disease in retinopathy of prematurity. *J AAPOS.* 2008;12(4):352-6.
- Cabrera MT, Freedman SF, Kiely AE, Chiang MF, Wallace DK. Combining ROP tool measurements of vascular tortuosity and width to quantify plus disease in retinopathy of prematurity. *J AAPOS.* 2011;15(1):40-4.
- Chiang MF, Gelman R, Martinez-Perez ME, Du YE, Casper DS, Currie LM et al. Image analysis for retinopathy of prematurity diagnosis. *J AAPOS.* 2009;13(5):438-45.
- Yogesana K, Kumar S. Introduction to Teleophthalmology. Yogesana K, Kumar S, Goldschmidt L (eds), Teleophthalmology, 1st eds, Berlin, Springer, 2008, 3-9.
- World Health Organization. Introduction: Overview of Telemedicine. Global Observatory for eHealth Series, Volume 2. Telemedicine: Opportunities and Developments in Member States: Report on the Second Global Survey on eHealth, 2009, WHO Press, 2010, 8-12.
- Bahaadinbeygi K, Yogesana K. A Literature Review of Teleophthalmology Projects from Around the Globe. Yogesana K, Goldschmidt LP, Cuadros J (eds.), Digital Tele Retinal Screening Tele Ophthalmology in Practice, Berlin, Springer, 2012, 3-11.
- Bulpitt CJ, Baum JD. Retinal photography in the newborn. *Arch Dis Child.* 1969;44(236):499-503.
- Watzke RC, Robertson JE Jr, Palmer EA, Wallace PR, Evans MS, Soldevilla JE. Photographic grading in the retinopathy of prematurity cryotherapy trial. *Arch Ophthalmol.* 1990;108(7):950-5.
- Nalçacı S. Fundus fotoğrafisi: Dijital, konfokal laser scanning oftalmoskopi (cSLO) (renkli, red-free, infrared görüntüleme) teknik, endikasyonlar ve değerlendirme (analiz). *Türkiye Klinikleri J Ophthalmol-Special Topics.* 2015;8(2):1-4
- Bennett TJ, Barry CJ. Ophthalmic imaging today: an ophthalmic photographer's viewpoint - a review. *Clin Exp Ophthalmol.* 2009;37(1):2-13.
- Erol N. Geniş açı görüntüleme: Teknik, endikasyonlar ve değerlendirme (analiz). *Türkiye Klinikleri J Ophthalmol-Special Topics.* 2015;8(2):30-7
- Patton N, Aslam TM, MacGillivray T, Deary IJ, Dhillon B, Eikelboom RH, Yogesana K, Constable IJ. Retinal image analysis: concepts, applications and potential. *Prog Retin Eye Res.* 2006;25(1):99-127.
- Kemper AR, Wallace DK, Quinn GE. Systematic review of digital imaging screening strategies for retinopathy of prematurity. *Pediatrics.* 2008;122(4):825-30.
- Prakalapakorn SG, Wallace DK, Freedman SF. Retinal imaging in premature infants using the Pictor noncontact digital camera. *J AAPOS.* 2014;18(4):321-6.
- Bernardes R, Serranho P, Lobo C. Digital ocular fundus imaging: a review. *Ophthalmologica.* 2011;226(4):161-81.
- Raju B, Raju NS, Akkara JD, Pathengay A. Do it yourself smartphone fundus camera - DIYretCAM. *Indian J Ophthalmol.* 2016;64(9):663-7.
- Micheletti JM, Hendrick AM, Khan FN, Ziemer DC, Pasquel FJ. Current and next generation portable screening devices for diabetic retinopathy. *J Diabetes Sci Technol.* 2016;10(2):295-300.
- Akar S. Prematüre retinopatisi tanı ve takibinde görüntüleme yöntemleri: Hangi yöntem? Niçin; avantajlar ve dezavantajlar? *Türkiye Klinikleri J Ophthalmol-Special Topics.* 2015;8(2):108-12.
- De Juan E Jr, Shields S, Machermer R. The role of ultrasound in the management of retinopathy of prematurity. *Ophthalmology.* 1988;95(7):884-8.
- Salcone EM, Johnston S, VanderVeen D. Review of the use of digital imaging in retinopathy of prematurity screening. *Semin Ophthalmol.* 2010;25(5-6):214-7.
- Apaydın KC. Ret Cam: Geniş açı görüntüleme sistemi teknik, endikasyonlar ve değerlendirme (analiz). *Türkiye Klinikleri J Ophthalmol-Special Topics.* 2015;8(2):38-44.
- Ozdemir O, Tunay ZO, Acar DE, Acar U. Refractive errors and refractive development in premature infants. *J Fr Ophthalmol.* 2015;38(10):934-40.
- Yen KG, Hess D, Burke B, Johnson RA, Feuer WJ, Flynn JT. The optimum time to employ telephotoscreening to detect retinopathy of prematurity. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 2000;98:145-50.
- Yen KG, Hess D, Burke B, Johnson RA, Feuer WJ, Flynn JT. Telephotoscreening to detect retinopathy of prematurity: preliminary study of the optimum time to employ digital fundus camera imaging to detect ROP. *J AAPOS.* 2002;6(2):64-70.
- Clarity Medical Systems. RetCam™ 3 Broşürü. Pleasanton (CA); Web. 01 Aralık 2016. <http://claritymsi.com/wp-content/uploads/2015/11/CLAR-13710-RetCam3-RetCam-Brochure-r10.pdf>
- Clarity Medical Systems. RetCam™ Shuttle Broşürü. Pleasanton (CA); Web. 01 Aralık 2016. <http://claritymsi.com/wp-content/uploads/2015/11/CLAR-13710-RetCam-Shuttle-Brochure-r3.pdf>
- Clarity Medical Systems. RetCam™ Review Software (RCRS™) Broşürü. Pleasanton (CA) Web. 01 Aralık 2016. <http://claritymsi.com/wp-content/uploads/2015/11/RCRS Brochure.pdf>.
- Chiang MF, Wang L, Busuioc M, et al. Telemedical retinopathy of prematurity diagnosis: accuracy, reliability, and image quality. *Arch Ophthalmol.* 2007;125(11):1531-8.
- Wu C, Peterson RA, VanderVeen DK. RetCam imaging for retinopathy of prematurity screening. *J AAPOS.* 2006;10(2):107-11.
- Klufas MA, Patel SN, Ryan MC, Patel Gupta M, Jonas KE, Ostmo S et al. Influence of fluorescein angiography on the diagnosis and management of retinopathy of prematurity. *Ophthalmology.* 2015;122(8):1601-8.
- Visunex Medical Systems. PanoCam™ Pro Broşürü. Fremont (CA). Web. 01 Aralık 2016. http://www.visunexmedical.com/wp-content/uploads/2016/03/PanoCam-PRO_BRO_FNL_web.pdf
- Visunex Medical Systems. PanoCam™ LT Broşürü. Fremont (CA). Web. 01 Aralık 2016. <http://www.visunexmedical.com/wp-content/uploads/2015/10/brochure.pdf>
- Wood EH, Moshfeghi AA, Nudleman ED, Moshfeghi DM. Evaluation of Visunex Medical's PanoCam (TM) LT and PanoCam (TM) Pro wide-field imaging systems for the screening of ROP in newborn infants. *Expert Rev Med Devices.* 2016;13(8):705-12.
- Phoenix Clinical, Pleasanton (CA). Web. 01 Aralık 2016. <http://www.phoenix-clinical.com>
- Forus Health. 3nethra Neo Broşürü. Banashankari, Bangalore, India. Web. 01 Aralık 2016. <http://www.forushealth.com/forus/Forus-Brochure/3nethra-neo.pdf>
- Shinoj V K, Hong XJ, Murukeshan VM, Baskaran M, Tin A. Progress in anterior chamber angle imaging for glaucoma risk prediction - A review on clinical equipment, practice and research. *Med Eng Phys.* 2016;38(12):1383-91.
- Azad RV, Chandra P, Chandra A, Gupta A, Gupta V, Sihota R. Comparative evaluation of RetCam vs. gonioscopy images in congenital glaucoma. *Indian J Ophthalmol.* 2014;62(2):163-6.
- Han M, Zhao K, Zhang T, Li Y, Gao J, Dong L. [Article in Chinese] [Apply of RetCam 2 and color Doppler imaging in persistent hyperplastic primary vitreous]. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi.* 2016;52(5):362-5.
- Kashani AH, Learned D, Nudleman E, et al. High prevalence of peripheral retinal vascular anomalies in family members of patients with familial

exudative vitreoretinopathy. *Ophthalmology*. 2014;121:262-8.

45. Suzani M, Moore AT. Intraoperative fluorescein angiography-guided treatment in children with early Coats' disease. *Ophthalmology*. 2015;122(6):1195-202.

46. Chow CC, Kiernan DF, Chau FY, Blair MP, Ticho BH, Galasso JM et al. Laser photocoagulation at birth prevents blindness in Norrie's disease diagnosed using amniocentesis. *Ophthalmology*. 2010;117(12):2402-6.

47. Kim JW, Ngai LK, Sadda S, Murakami Y, Lee DK, Murphree AL. Retcam fluorescein angiography findings in eyes with advanced retinoblastoma. *Br J Ophthalmol*. 2014;98(12):1666-71.

48. Coste V, Paya C, Pechmeja J, Smadja D, Delyfer MN, Korobelnik JF. [Article in French] [Shaken baby syndrome: Retcam findings]. *J Fr Ophtalmol*. 2015;38(5):468-9.

49. Goldman DR, Baumal CR. Dramatic regression of persistent tunica vasculosa lentis associated with retinopathy of prematurity following treatment with intravitreal bevacizumab. *Retin Cases Brief Rep*. 2016;10(3):252-3.

50. Beck KD, Harper CA 3rd. Bilateral optic nerve colobomas in infant with tetraploidy. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2013;(4);50 Online:e27-9.

51. Chidambara L, Jayadev C, Mangalesh S, Sivakumar M, Shetty B, Vinekar A. Correlation of spectral-domain optical coherence tomography with fundus fluorescein angiography in an infant with retinal hamartomas. *Eur J Ophthalmol*. 2015;21;25(6):e106-8.

52. Zhou M, Chang Q, Gonzales JA, Chen Q, Zhang Y, Huang X, et al. Clinical characteristics of ocular toxocariasis in Eastern China. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2012;250(9):1373-8.

53. Fierson WM, Capone A Jr; American Academy of Pediatrics Section on Ophthalmology; American Academy of Ophthalmology, American Association of Certified Orthoptists. Telemedicine for evaluation of retinopathy of prematurity. *Pediatrics*. 2015;135(1):e238-54.

54. Mukherjee AN, Watts P, Al-Madfaï H, Manoj B, Roberts D. Impact of retinopathy of prematurity screening examination on cardiorespiratory indices: a comparison of indirect ophthalmoscopy and retcam imaging. *Ophthalmology*. 2006;113:1547-52.

55. Mehta M, Adams GG, Bunce C, Xing W, Hill M. Pilot study of the systemic effects of three different screening methods used for retinopathy of prematurity. *Early Hum Dev*. 2005;81(4):355-60.



Doç. Dr. Özdemir ÖZDEMİR

Özdemir ÖZDEMİR, 1978 yılında Nevşehir'de doğdu. Ortaöğrenimini, Ankara Fransızca Anadolu Lisesi'nde, yükseköğrenimini, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde tamamladı. Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Anabilim Dalı'ndan 2010 yılında göz hastalıkları uzmanlığını aldı. Sırasıyla, Denizli Asker Hastanesi, Fatih Sultan Mehmet EAH, Zekai Tahir Burak Kadın Sağlığı EAH, Ankara Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hematoloji Onkoloji EAH ve Şereflikoçhisar Devlet Hastanesi'nde çalıştı. Halen, Zekai Tahir Burak Kadın Sağlığı EAH, Göz Hastalıkları ile Prematüre Retinopatisi (ROP) Tanı, Tedavi ve Eğitim Merkezinde çalışmaktadır. Doçentlik, FICO ve FEBO ünvanlarına sahiptir. İngilizce ve Fransızca bilmektedir. Türk Oftalmoloji Derneği ile derneğin Tıbbi Retina ve Optik, Refraksiyon ve Az Görme Rehabilitasyonu Birimi üyesidir.