

KANUNİ KÖR OLAN BİREYLERE TAKILAN RETİNAL İMPLANTLAR İLE OLUŞAN YENİ GÖRMENİN DAHA İYİ OLABİLMESİ İÇİN AYDINLATMA ÖNERİLERİ

K. Hilmi OR

Göz Hastalıkları Uzmanı
Valikonağı Cad. Sinoplu Şehit Cemal Sok. Ege Apt. B Blok. 7/5.
34365 Nişantaşı. İstanbul

hilmi.or@gmail.com

ÖZET

Kanunen kör olan ve görmeleri bu sınırın oldukça altında olan (tüm kadranlarda ışık hissi veya el hareketi) bireylere yapay görme (prostetik görme) oluşturmak için takılan yeni retina implantları vardır. Bu implantlar gözün dışında bir kamera tarafından algılanan ışığı sürekli olarak retinaya aktarmaktadır. Ancak öncelikle retinitis pigmentozalı (gece körlüğü olan) hastalar bu işlem için seçildikleri için; retinadaki üç düzlemdeki nöronlardan birinci sıradaki olan fotoreseptörler devre dışıdır. Retinal implantın üzerindeki belli bir sayıdaki pimler sadece göz dışındaki bir sensör tarafından algılanan ışığı fosfen oluşturacak şekilde retinaya aktarmaktadır. Fosfenler bugünkü teknolojiler ile sekiz farklı ışık kademesi aktaracak şekilde oluşturulmaktadır. Bu sistem ile renk görme değil, sadece kenar görme ve kontrast oluşması hedeflenmektedir. Kullanılan sensör özel olarak tasarlanmış olan HDR CMOS sensördür. HDR CMOS sisteminin kapasitesi HDR (High Dynamic Range) teknolojisi ve CMOS sensör teknolojisi irdelenerek, oluşturulmak istenen kenar algısı için Gabor yama sistemi irdelenecektir. Kontrast için normal görme algısından farklı olan bu sistemde ışığın yönü, şiddeti ve renk kombinasyonu gibi parametrelerin etkisi tartışılacaktır. Ülkemizde de önümüzdeki günlerde ilk retinal görme implantı uygulanacağı için; hastaların yeni görme modalitesine daha rahat alışması için öneriler getirilmiş olacaktır.

1. GİRİŞ

Kanuni körlük sınırı için her bir gözün görme keskinliğinin 0,1'in altında olması yetmektedir. (Kanuni körlük için gözün ışığı görmeyecek derecede kör olması gerekmez.) Görme duyusunun kaybının yüzde olarak miktarı konusunda görme alanı v.b. başka kriterler de devrededir. [1, 2]

Klinik olarak körlük ise ışık hissinin olmamasıdır. Klinik olarak körler için yapılan görme oluşturma çalışmaları belli bir olgunluğa erişmiş durumdadır. [1, 2]

Bugün için göz içine konulan implantlar ile retina kök hücre çalışmaları ön plandadır. [3, 4]

2. GÖRME İÇİN RETİNA İMPLANTLARI

Bugüne kadar klinik olarak kör olan bireylerde denenen retinal veya serebral görme implantları istenildiği kadar başarılı olmamış veya büyük komplikasyonlara neden olabilmışlerdir.

Serebral implantlar gözden beyine kadar uzanan görme yollarını by pass edip, direkt olarak beyindeki görme korteksini uyarmayı amaçlamışlardır. Yapılan ilk denemeler görme açısından başarılı olmuş olsa da, epilepsi atakları olduğu için vazgeçilmişlerdir.

Bugün için denenen implantlar gözün içine implante edilmektedirler. Bu implantlar görme yollarını oluşturan üç nöronun öncelikle fotoreseptörleri veya onların hemen altında bulunan diğer iki kat nöron hücrelerini uyarmayı amaçlamaktadırlar. Fotoreseptör katına vitreden gelerek

“çivilenen” implant tipi yanında, retinanın altına koroid ile retina arasına yerleştirilen implantlar da mevcuttur. [5]

İlk denemelerde ışığı algılayan sensörler direkt göz içine algaç olarak yerleştirilirken, günümüzde bir gözlük çerçevesinin üzerine monte edilen ışık sensörlerinden gelen sinyallerin implant aracılığı ile retinaya aktarıldığı sistemler uygulanmaktadır. [4, 5]

Son dönemlerdeki bilimsel çalışmalar klinik olan kör olan bireylerin retina implantlarından yeterince fayda sağlayamadıklarını göstermiştir. Serebral implantlar da oluşan epilektik ataklar nedeni ile devre dışı bırakılınca, sadece fotoreseptör tabakasının etkilendiği bir hastalık olarak retinitis pigmentosa (gece körlüğü) hastaları halen belirli bir miktar görme işlevleri kalmış oldukları sürece implant ile (prostatik) görme çalışması kapsamına alınmışlardır. [4, 5]

Ancak yeni tip serebral görme implantları da oluşabilecek görme modelleri sağlıklı bireylerde simüle ve test edilerek yeniden üretim aşamasına geçilmek üzeredir. [6]

3. RETİNA İMPLANTLARI İLE OLUŞAN GÖRME (PROSTATİK GÖRME)

Retina implantları ile oluşan görme yeni bir görme modalitesidir. Gözümüz ve beynimiz aracılığı ile oluşan “doğal” görmeden farklıdır. Bu nedenle de öğrenilmesi gereklidir. Bu yeni görmeyi öğrenme aşamasına görme rehabilitasyonu denmektedir. (Rehabilitasyon değildir, çünkü eskiden öğrenilmiş olan bir görmenin yeniden öğrenilmesi değildir.). Görmenin bu aşamasında renk görme oluşturulması ilk aşamada hedeflenmemektedir. [4, 5, 6]

Oluşturulan uyarı bazı implant sistemlerinde HDR CMOS sensörü ile algılanmaktadır. HDR (High Dynamic Range) daha çok fotoğrafta kullanılan bir sistemdir. Işığın görüntüde (kapasitesi gözden çok daha düşük olan) sensörün algıladığından daha farklı ve daha detaylı

(ışıklılık, doygunluk) renk oluşturması için kullanılır. HDR CMOS sensörü kontrastı ve renk özellikleri artırılmış görüntüler oluşturulmasında önemlidir. Oluşturulan görüntüler implant ile retinadaki nöronlara ulaştırılmaktadır. Bugünkü teknolojiye oluşturulan ışık hissinin 8 kademesi vardır, gelecekte kademe sayısının artırılması planlanmaktadır. [4]

Retinaya verilen elektrik impulsları ile oluşan prostatik görmedeki algılanan ışık noktalarına (ışığın kendisi olmadan ışık görme anlamında) fosfen ismi verilmektedir. [4, 5] Bu tanımlı oftalmolojide (göz hekimliğinde) kullanılan fotopsi tanımından ayırmak gerekmektedir. Vücuttaki her bir duyu için speşyalize olmuş nöron, diğer duyuları da algı eşiğı çok daha yüksek olmakla birlikte, speşyalize olduğu duyu cinsinde algılayabilir. Örneğın retinadaki ışığa duyarlı bir nöron dokunma/bası duyusunu da algılayabilir. Bunun sonucunda bazı kör bebeklerde ışık çakması görebilmek için gözü oğuşturma (okulodijital sendrom) veya göze örneğın bir yumruk (aşırı bası) geldiğinde olmayan ışık çakması veya yıldızların gözükmesi gibi görme algıları oluşabilir. [1, 2]

4. RETİNAL İMPLANTLAR İLE OLUŞTURULAN YENİ GÖRME ALGISININ ÖZELLİKLERİ

Oluşan algının en önemli ayırt etme kriterleri kenar algısı ve kontrasttır. Bu nedenle kullanılan sensörün ışık algılama sınırları kapasitesi içinde yeterince kenar algısı ve kontrast oluşmalı, oluşturulmalıdır. Şu aşamada renkli görme aşamasına geçmek bir sonraki aşama olarak değeriendirilmektedir. [4, 5, 6]

5. İNSAN GÖZÜNDEKİ FOTOSEPTÖRLERİN VE FOTOĞRAF MAKİNESİ SENSÖRLERİNİN İŞİĞA DUYARLILIĞI

İnsan görme sistemi işığa yaklaşık olarak 10^{-4} cd/m² ‘den 10^5 cd/m² ‘ye kadar uyum

sağlar ve rahat görebilir. Gözün rahat gördüğü ışık miktarı ise 350-2.000 cd/m² arasındadır.

Fotoğraf makineleri sensörleri ise, analog sistemde 10 stop (2¹⁰) ışık oynamasında görüntü oluşturabilir. Dijital system makinelerinde bu miktar hem 11-12 stop'a çıkarılmış iken, yeni tip sensörlerin kullanılması ile özellikle insan gözünün karanlık adaptasyonuna ihtiyacı olduğu bölüme kadar inerek, daha fazla stop farkla fotoğraf çekilebilmektedir.

Ancak fotoğraf makineleri sensörlerindeki bu gelişmeler sonrasında bile, (başlangıç kabul edilen bir aydınlanma noktasından) insan gözüne göre halen çok daha az bir algılamaya sahiptir. (2¹⁰ = 10³). [1, 2, 7]

6. GABOR FİLTRESİ VE GABOR YAMASI

Yapılan araştırmalar görme algısında; alanın görülmesi değil, alanın kenarlarının görülmesi üzerinden algının oluştuğu gösterilmiştir. Bu nedenle renkli, veya siyah beyaz görmede kenar algısının oluşturulması gerekmektedir. Robotik görmede kenar algısı iç içe geçmiş farklı gri (veya renk) doygunluk ve ışıklılığından oluşan katmanları olan, kahve çekirdeğine benzeyen şekillerden oluşmaktadır. Farklı katlar arasındaki farkın göz tarafından algılanması görme algısında kenar algısını oluşturmaktadır. [8]

7. KENAR GÖRME VE KONTRAST OLUŞTURACAK AYDINLATMA ÖNERİLERİ HAKKINDA TEMEL DÜŞÜNCELER

Bunun tam tespiti için kullanılan implant sisteminin bağlı olduğu sensörün özellikleri bilinmelidir. Sensörlerin algısının gözün algısına göre farklı olduğu irdelenerek, kullanılan sensörde renk kontrastının siyah beyaz / gri kontrastı olarak sensöre aktarılıp aktarılmadığı, dinamik oranın yüksek olup olmadığı incelenmelidir.

Normal görmede derinlik algısı için önemli olan objelerin gölgesinin görülmesi, fosfen algısında yanıltıcı hatta görme algısını bozan bir etken olarak devreye girebilmektedir. Oluşan gölgeler prostetik görme ile yaşayan bireylerde olmayan bir nesnenin kendisi, kenarı veya kontrastı olarak algılanabilir.

Sensöre gelen ışığın yönü önemlidir. Genel olarak karşıdan gelen ışıkta, sensörde “kamaşma” benzeri efektlerin oluşacağı ve algılamının bozulacağı bilinmelidir. Sensörün yeterince iyi algılayabilmesi ve fosfen oluşması için uygun veri aktarabilmesi için, sensöre gelen ışığın arkadan veya yandan gelmesi önemlidir.

Eğer sensör renk kontrastı üzerinden değil de sadece ışık şiddeti üzerinden algılıyor ise, farklı lambaların renk sıcaklığı ve yaydıkları ışık spektrumu değerlendirilmelidir.

Hastanın yaşadığı veya implant sonrasında yaşayacağı ortam(lar) bu veriler ile uyumlu hale getirilmelidir.

8. RETİNA İMPLANTI OLAN HASTALAR İÇİN KENAR GÖRME VE KONTRAST OLUŞTURACAK AYDINLATMA ÖNERİLERİ

Kenar algısının sensör aşamasında daha iyi oluşabilmesi için; hastanın/bireyin görmesi hedeflenen cisimlerin kenarlarının betimlenmesi önemlidir.

Bunun için ışığın mümkün olduğunca hastanın arkasından gelmesi, gölgelerin görülmesi amaçlanan nesnelerin arkasında oluşması açısından önemlidir.

İmplant üreticisi bir firmanın önerilerinden biri; implant takılmış bireyin örneğin yemek masada duran bardağı algılayabilmesidir. Bunun için bardağın şeklini algılayacak kadar üzerine ışık düşmeli, ancak arka planda da en az kenar algısı oluşturacak kadar ışık şiddeti kontrastı olmalıdır. Nesne ve arka plan üzerinde benzer miktarda ışık şiddeti olması

kenar ve kontrast algının oluşmasını engelleyecektir.

Diğer taraftan masada gölge oluşturmayacak şekilde ayarlanmış tamamen yanal ışık da nesnenin konumunun algılanması için yardımcı olacaktır.

Kullanılan ışık kaynaklarının, lambaların ışık ısıları ve spektral özellikleri ile sensörün algıladığı ışık spektrumu uyumlu olmalı veya uyumlu hale getirilmelidir.

9. SONUÇ

Prostetik görme yeni teknolojilerin devreye girmesi için araştırılmaya başlanmıştır. Doğal görmeden farklı olan bu görmenin ne olduğu yapılmakta olan araştırmalar ile daha iyi anlaşılacaktır.

Ancak sensör üzerinden çalışan bir sistem olduğu için, göz dışı ışık algılaması aşamasında, sensörün kapasitesi ve aktarımı ile sınırlı bir veri aktarımı olmaktadır.

Prostetik görmede, sensörün kenar algısını ve kontrastı artırıcı aydınlatma yöntemlerinin –yanıltıcı olmayan (gölge, silüet gibi) şekiller oluşturmadan-kullanılması bireylerin görme kalitesini artıracaktır.

KAYNAKLAR

1. Editors: Tasman W. and Jaeger E.A. Duane's Ophthalmology on DVD-ROM. 2013.
2. Editors: L.A. Levin, F.E. Nilsson, J. Ver Hoeve , S.M. Wu. Managing Editors: P.L. Kaufman, A. Alm, Adler's Physiology of the Eye. Albert. Mosby. St Louis, London, Philadelphia, Sydney, Toronto. Eleventh Edition. 2011.
3. Luo YH1, Zhong JJ, da Cruz L. The use of Argus® II retinal prosthesis by blind subjects to achieve localisation and prehension of objects in 3-dimensional space. Graefes Arch Clin Exp

Ophthalmol. 2014 Dec 31. [Epub ahead of print]

4. Yip HK. Retinal stem cells and regeneration of vision system. Anat Rec (Hoboken). 2014 Jan;297(1):137-60.
5. AytonLN, Blamey PJ, Guymer RH, Luu CD, Nayagam DA, Sinclair NC, Shivdasani MN, Yeoh J, McCombe MF, Briggs RJ, Opie NL, Villalobos J, Dimitrov PN, Varsamidis M, Petoe MA, McCarthy CD, Walker JG, Barnes N, Burkitt AN, Williams CE, Shepherd RK, Allen PJ; Bionic Vision Australia Research Consortium. First-in-human trial of novel suprachoroidal retinal prosthesis. PLoS One. 2014 Dec 18;9(12):e11523
6. Bourkiza B1, Vurro M, Jeffries A, Pezaris JS. Visual acuity of simulated thalamic visual prostheses in normally sighted humans. PLoS One. 2013 Sep 27;8(9):e73592.
7. L. Kılıç Temel Fotoğrafçılık. Anadolu Üniversitesi WebOfset Tesisleri. Eskişehir 2013.
8. Meng X1, Yin Y, Yang G, Xi X. Retinal identification based on an Improved Circular Gabor Filter and Scale Invariant Feature Transform. Sensors (Basel). 2013 Jul 18;13(7):9248-66.