

Flaş elektoretinogram (FERG) normal değerlerimiz

Fatih Çakır Gündoğan (*), Üzeyir Erdem (*), Mualla Şahin Hamurcu (**),
Güngör Sobacı (*), M.Zeki Bayraktar (*)

Özet

Çalışmamızda flaş elektoretinografi testi değerlendirmelerimiz için normal değerlerimizin tanımlanması amaçlanmıştır. GATA Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Oküler Elektrofizyoloji laboratuvarında, sistemik ve oküler herhangi bir sorunu olmayan gönüllülere flaş elektoretinografi testi uygulanmıştır. Sonuçlar yaşlara göre üç grup halinde (8-19; 20-39; 40-59) değerlendirilmiştir. Tüm kayıtlar Uluslararası Elektrofizyoloji Cemiyeti'nin tavsiye ettiği standartlar kullanılarak yapılmıştır. Uluslararası Elektrofizyoloji Cemiyeti'nin tavsiyeleri doğrultusunda flaş elektoretinografi normal değerleri ortanca cinsinden verilmiş ve %95 güven aralığında alt ve üst sınırlar da hesaplanmıştır. Elektrofizyoloji laboratuvarlarının normal değerlerini kendi özgün ortamlarında belirlemeleri gerekliliği vurgulanmıştır. Bu sonuçlar normal değerlerini henüz ortaya koymamış laboratuvarlar için referans teşkil edebilir.

Anahtar kelimeler: Flaş elektoretinogram, normal değer, yaş

Summary

Our normal values of flash electroretinogram

The aim of this study was to have normative values of flash electroretinogram for

flash electroretinogram evaluations. Flash electroretinograms belonging to volunteers who did not have any systemic and ocular pathology were recorded in the electrophysiology laboratory at the Ophthalmology Department of Gulhane Military Medical Academy. The results were categorized into three age groups of 8-19, 20-39 and 40-59. All the recordings were made by using the recommended standards of International Society for Clinical Electrophysiology of Vision. On the basis of International Society for Clinical Electrophysiology of Vision recommendations, normative values of flash electroretinogram were presented using the median values, and minimum and maximum limits belonging to 95% confidence interval were also calculated. An emphasis was made that each laboratory should have its normative values in its own laboratory environment. Our results may be used as a reference for laboratories that are yet to assess their own normative values.

Key words: Flash electroretinogram, normative value, age

Giriş

Oküler elektrofizyolojik tetkikler oftalmoloji pratiğinde önemli bir yer tutmaktadır. Milisaniyelik zaman boyutu içerisinde mikrovolt gibi küçük elektrik potansiyel kayıtlarının yapıldığı elektrofizyolojik araştırmalarda hastaya, ortama, cihaza ve uygulama farklılıklarına bağlı olarak değişik sonuçlar gözlenebilmektedir. Bu nedenle her elektrofizyoloji laboratuvarının kendi normal değer-

lerini tanımlaması gerekmektedir. Rutin uygulamada sıklıkla başvurulan yöntemlerden flaş elektoretinografide (fERG), ışık flaş uyarımları sonucunda tüm retina alanlarının uyarımına ait elektriksel kayıtlar alınabilmektedir. Bu kayıtların alınmasında Uluslararası Görmeye Elektrofizyolojisi Cemiyeti (ISCEV)'nin ortaya koyduğu standartlar (1) uygulanmaktadır.

fERG testi normal değerlerimiz 1992 yılında İlker ve ark. tarafından kliniğimizde yapılan bir çalışma ile sunulmuştu (2). Bu süre içerisinde elektrofizyoloji laboratuvarının ve cihazlarının yenilenmesi ile normal değerlerimizin yeniden belirlenmesi zorunlu hale gelmiştir. Çalışmamızda ISCEV kriterlerine göre fERG için normal değerlerimizin tanımlanması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem

fERG kayıtları için Roland-Consult RETIScan™ (Almanya) cihazı kullanıldı. Çalışma prospektif randomize olarak planlandı. Sekiz-59 yaş aralığındaki bireylerin 3 gruba ayrılarak çalışmaya alınması planlandı. Sekiz-19 yaş grubunda 16 olgunun 31 gözü, 20-39 yaş grubunda 52 olgunun 104 gözü ve 40-59 yaş grubunda 27 olgunun 54 gözü olmak üzere toplam 95 hasta ve 189 göz çalışmaya alındı. Sekiz-19 yaş grubu bireylerden 1 olgunun 1 gözü teste uyumsuzluk nedeniyle çalışmadan çıkarıldı. Çalışmaya alınma ve çalışmadan çıkarılma kriterleri şu şekilde

* GATA Göz Hastalıkları AD

**Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göz Hastalıkları Kliniği

Ayrı basım isteği: Dr. Fatih Çakır Gündoğan, GATA Göz Hastalıkları AD, Etlik-06018, Ankara
E-mail: fgundogan@yahoo.com

Makalenin geliş tarihi: 02.11.2005

Kabul edilme tarihi: 27.12.2005

belirlendi.

Çalışmaya alınma kriterleri:

1. Refraksiyon kusurları hariç herhangi bir göz hastalığının bulunmaması.

2. Pupilla anomalisi ya da anizokori bulunmaması.

3. Görme keskinliğinin her bir göz için düzeltmeli ya da düzeltilmesiz 10/10 düzeyinde ya da üzerinde olması.

4. Deneğin çalışmaya katılmaya istekli olup test sonuçlarından ikincil bir kazanç beklentisi olmaması.

Çalışmadan çıkarılma kriterleri ise şunlardır:

1. Sigara, alkol yanı sıra test sonuçlarını etkileyebilecek ilaç, protetik cihaz ya da elektromanyetik alan oluşturan cihaz kullanımı.

2. Sistemik bir hastalığının olması ve/veya sürekli ilaç kullanımı

3. Uygulamada uyumsuzluk (tahammülsüzlük, vb)

fERG kaydından önce her iki göz pupillaları 10 dakika ara ile 3 kez damlatılan %1'lik tropikamid damla (Tropamid damla, Roche) ile en az 8 mm olacak şekilde genişletildi. Otuz dakikalık karanlık adaptasyonundan sonra Dawson-Trick-Litzkow (DTL) tipi lif elektrodlar her iki gözün alt konjonktival kesesine yerleştirildi. Referans elektrodlar dış kantüsün 2 cm dışına, toprak elektrodu ise alına yerleştirildi. Ganzfeld küresinin kullanıldığı testte ISCEV'in tavsiye ettiği standartlar (1) çerçevesinde önce rod yanıtı (skotopik fERG) en az 30 dakika karanlık adaptasyonu sonrasında SF-2 d (standart flaşın 2 desibel altındaki ışık şiddeti) şiddetindeki zayıf beyaz ışık kullanılarak ve 0.5 Hertz (Hz) frekansında 6 uyarın verilerek kaydedildi. Yine karanlık adapte iken standart maksimal yanıt için standart ışık 0.1 Hz frekansta 6 ardışık uyarın verilerek kaydedildi. Arkasından ossilatuvar potansiyeller kaydı yine karanlık adapte iken standart flaş kullanılarak yapıldı. Ossilatuvar potansiyellerin kaydı için standart flaş 0.5 Hz frekansta 6 kez verildi. Bu aşamadan sonra oda ışığı ve Ganzfeld küresinin zemini aydınlatıldı ve en az 20 dakika süre ile ışık adaptasyonu sağlandı ve kon yanıtları için ölçümlere geçildi. Tek kon yanıtı (tek kon fERG) beyaz zemin illüminasyonunda standart flaş 0.5 Hz frekans ve 6 uyarın verilerek

ve 30 Hz tekrarlayan (flicker) yanıtı ise saniyede eşit zaman aralıklı 30 Hz uyarınla kaydedildi. Tekrarlayan uyarıya yanıt için 8 uyarı paketinin ortalaması alındı. ERG testi boyunca retinanın homojen bir şekilde uyarılmasını sağlamak amacı ile hastanın Ganzfeld küresindeki bir fikstasyon ışığına bakması sağlandı.

ISCEV'in tavsiyeleri çerçevesinde (1) fERG normal değerleri ortanca cinsinden belirlendi ve %95 güven aralığı esas alınarak alt ve üst sınırlar belirlendi. İstatistiksel analizler, SPSS 10.0 istatistiksel paket programı (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) kullanılarak yapıldı.

Sonuçlar

Her üç yaş grubuna ait normal değerler ile %95 güven aralığında alt ve üst sınırlar Tablo I, II ve III'de görülmektedir.

Tartışma

fERG, bir ışık flaşına karşı retinada oluşan elektriksel potansiyelin kaydedilmesidir ve klinik olarak başta rod ve konlar olmak üzere retina fonksiyonunu değerlendirmek için kullanılmaktadır. fERG, oftalmoskopik olarak normal değerlendirilen durumlarda dahi tamamen anormal retinal fonksiyonları ortaya koyabilir (3).

fERG kaydına ait standartlar ISCEV ve NRPF (Amerikan Ulusal Retinitis Pigmentoza Kurumu) tarafından uzun süre ortaya konmadığından, laboratuvarlar arasında ortak bir dilin oluşmaması yorumlamalarda kargaşaya yol açmıştır. ISCEV ve NRPF, 1989 yılında ERG kaydı için gerekli asgari tavsiye ve gereksinimleri ortaya koymuş ve tüm dünyada geçerli bir dilin oluşmasına önayak olmuştur.

Tablo I. 8-19 yaş grubu flaş elektoretinogram normal değerleri

ERG Cevabı	Dalgalar	Parametreler			
		Latans (ms)		Amplitüd (µV)	
		Ortanca	%95 güven aralığı	Ortanca	%95 güven aralığı
Rod cevabı	a	22	22-26	4	1-7
	b	64	61-73	75	41-132
Maksimal rod-kon cevabı	a	16	16-17	125	98-158
	b	36	27-40	174	139-215
Ossilatuvar potansiyeller	P1 (OS1)	18	18-19	31	26-43
	P2 (OS2)	25	24-25	51	45-60
	P3 (OS3)	33	32-33	8	3-28
	P4 (OS4)	44	40-45	6	4-14
Tek kon cevabı	A	15	13-16	21	11-29
	B	31	26-33	82	27-108
30 Hz flicker cevabı	P1	27	26-29	85	41-97
	30 Hz			25	14-29

ERG: elektoretinogram, ms: milisaniye, µV: mikrovolt

Tablo II. 20-39 yaş grubu flaş elektoretinogram normal değerleri

ERG Cevabı	Dalgalar	Parametreler			
		Latans (ms)		Amplitüd (µV)	
		Ortanca	%95 güven aralığı	Ortanca	%95 güven aralığı
Rod cevabı	a	23	17-29	3	1-7
	b	69	61-84	71	47-124
Maksimal rod-kon cevabı	a	16	16-23	119	84-171
	b	37	33-45	174	108-248
Ossilatuvar potansiyeller	P1 (OS1)	19	18-21	26	15-41
	P2 (OS2)	25	24-28	48	30-65
	P3 (OS3)	33	32-38	7	2-24
	P4 (OS4)	45	41-50	5	1-15
Tek kon cevabı	a	15	13-17	20	13-29
	b	31	29-34	80	52-118
30 Hz flicker cevabı	P1	27	26-29	73	51-100
	30 Hz			25	17-38

ERG: elektoretinogram, ms: milisaniye, µV: mikrovolt

Tablo III. 40-59 yaş grubu flaş elektrotretinogram normal değerleri

ERG Cevabı	Dalgalar	Parametreler			
		Latans (ms)		Amplitüd (μ V)	
		Ortanca	%95 güven aralığı	Ortanca	%95 güven aralığı
Rod cevabı	a	23	17-28	4	1-10
	b	75	66-87	86	41-151
Maksimal rod-kon cevabı	a	19	16-24	125	68-171
	b	44	35-50	196	119-284
	P1 (OS1)	19	18-23	22	13-34
Ossilatuar potansiyeller	P2 (OS2)	26	25-29	46	29-59
	P3 (OS3)	35	32-45	4	1-23
	P4 (OS4)	46	42-61	5	1-11
Tek kon cevabı	A	16	13-19	20	13-30
	B	33	30-37	71	50-128
30 Hz flicker cevabı	P1	28	26-32	69	46-118
	30 Hz			24	15-40

ERG: elektrotretinogram, ms: milisaniye, μ V: mikrovolt

lardır. Bu standartlar periyodik olarak ISCEV tarafından güncellenmektedir (1).

Çocuklarda görülen ve retinanın da etkilendiği bir çok sistemik hastalık mevcuttur. Bunların bir kısmı konjenital, bir kısmı ise doğumdan bir süre sonra ortaya çıkabilmektedir. Bu olgularda oftalmolojik rahatsızlıkların yanısıra, genellikle nörodejeneratif hastalığa ait bulgular da ortaya çıkabilmektedir. Koopere olmayan bu hastalarda sedasyon ya da anestezi yapmadan fERG kaydedilebilmesi çok önemlidir (3).

Elektrofizyoloji laboratuvarlarının kullandığı cihazların, elektrodların, Ganzfeld küresinin ve kayıt parametrelerinin standart olmaması, ISCEV'in tavsiyelerini zorunlu kılmıştır. Bu durum görme alanı testi ve karanlık adaptasyonu gibi oftalmolojik tanı prosedürleri için de geçmişte bu şekilde olmuştur. ERG kaydında ilk amaç farklı laboratuvarlar ile karşılaştırılabilirlik olmalıdır (4). Bu çalışmada ISCEV standartları kullanıldığından bu kriter karşılanmıştır. Elektrofizyoloji laboratuvarını yeni kurmaya çalışan kurumlar bu değerleri başlangıç için kullanabilirler.

fERG kaydı için değişik tipte elektrodlar kullanılabilir. Burian-Allen elektrodları, ortasında polimetilmetakrilattan yapılmış bir açıklığı bulunan ve kapak spekulumu da içeren bir kontakt elektrodur. Bu elektrodların yetişkinlerden prematüre bebeklere kadar uzanan boyutları mevcuttur (5). Sabit kapak aralığı pupilladan giren ışık miktarını sabit tut-

maktadır. Ancak görüntü netliğinin önem kazandığı testlerde (desen ERG gibi) polimetilmetakrilat kısım bulanık görüntüye neden olduğu için kullanımı uygun değildir (6).

Çalışmamızda kullandığımız Dawson-Trick-Litzkow (DTL) elektrodlarının çapları yaklaşık olarak 50 mikrometre olan ve etrafı metalik gümüş ile çevrelenmiş oldukça düşük ağırlıklı iletken liflerdir. Bu elektrodlar korneal film tabakası üzerinde serbest hareket eder, ya da alt konjonktival keseye yerleştirilebilir (7). Burian-Allen elektrodları ile karşılaştırıldığında, DTL elektrodlarının kaydettiği fERG dalgalarının amplitüdüleri %10-13 daha düşüktür. Ancak DTL elektrodlarının kayıtlarındaki amplitüdülerin değişkenliği daha azdır. Ayrıca DTL elektrodlarının gürültü karakteristiği daha avantajlıdır ve daha uzun süreli kayıtlara hastanın toleransını artırmaktadır. DTL elektrodlarının diğer avantajları düşük maliyet, hastanın uyum kolaylığı ve görüntü netliğini etkilememesidir. Bununla birlikte, kapak kırpmaları hareket artefaktlarına neden olabilir ki, bu durum bazen fERG dalgalarını dahi maskeleyebilir. Elektrodların alt konjonktival keseye yerleştirilmesi, göz kırpmalarından dolayı yerlerinden oynamasını en az seviyeye indirir ve kaydedilen fERG dalgalarının yüksek oranda tekrar üretilebilirliğini sağlar (8). Ancak elektrodların alt konjonktival keseye yerleştirilmesi, daha düşük ERG amplitüdülerinin kaydedilmesine neden

olur (9).

fERG kaydında uyarı şiddeti sabit kaldığı sürece uyarı süresinin artması amplitüdüleri artıracaktır. Bu durum kısa süreli uyarılar için geçerlidir. Müller, insan gözlerinde yaptığı çalışmada süresi 20 milisaniye üzerindeki uyarılarda elde edilen amplitüdülerin sabit kaldığını ortaya koymuştur. Johnson ve Bartlett, karanlığa adapte gözde 100 milisaniye üzerindeki uyarılarda elde edilen amplitüdülerin sabit kaldığını göstermişlerdir (6). Bu sürenin üzerindeki uyarılarda elde edilen cevabın süresinin uzadığını, ancak amplitüdüleri üzerinde bir etki oluşmadığını belirtmişlerdir. Bu süre 20 milisaniye ya da 100 milisaniye olabilir, ancak önemli olan karanlık adapte durumunun devam ettirilebilmesi ve yeterli derecede yüksek amplitüdülerin elde edilebilmesi için flaşlar arasında yeterli sürenin beklenmesi gerekmektedir. Uyarının süresinin ise, en fazla 5 milisaniye olması tavsiye edilmektedir (1).

Karanlığa adapte bir gözde uyarılar arasında en az 2 saniyelik bir sürenin bırakılması, karanlık adapte durumunun idamesi açısından zorunludur. Standart kombine yanıtta ise uyarılar arasında en az 10 saniyelik bir ara tavsiye edilmektedir. Işığa adapte bir gözde yanıtların zayıflamasını önlemek için uyarılar arasında 500 milisaniyelik bir süre yeterli olacaktır (1).

fERG, retinanın diffüz ve homojen bir cevabıdır. Retinanın ve oküler ortamların ışığı yansıtma ve dağıtması retinanın tüm bölgelerinin uyarılmasını sağlamaktadır. Hatta, optik diske hedeflenen bir ışın demeti iç saçılmalar nedeni ile normal bir fERG dalgasını ortaya çıkarabilmektedir. Uyarı küre benzeri bir ortamdan (Ganzfeld) verilmediği zaman, retinanın değişik bölgeleri homojen olmayan bir şekilde uyarılacaktır. Sonuçta toplam cevap birçok küçük fERG dalgalarının amplitüd ve latanslarının toplamı olacaktır. Bu şekilde toplam cevapta amplitüd azalmış ve latanslar da bir miktar uzamış olacaktır. Ancak, ışık uyarı küre şeklindeki bir ortamdan verildiğinde tüm retinal alanlar homojen olarak uyarılacak ve sonuçta ortaya çıkacak küçük fERG dalgalarının amplitüd ve latansları benzer olacaktır (10-12).

Retinal aydınlanma, pupilla çapı ile

orantılıdır. Karanlığa adapte gözde aşırı derecede miyozis (miyotik ilaç kullanan glokom hastaları gibi) olmadığı sürece pupilla çapı önemli değildir. Ancak, aydınlık adaptasyonunda özellikle hızlı tekrarlayan uyarılarda pupil çapı çok önemlidir. Hastaya verilen bir fERG kaydında pupil çapı mutlaka belirtilmelidir (6).

Laboratuvarlar arasında farklı bildirimler olmasına rağmen, doğumdan sonraki ilk 14 saatte kuvvetli uyaran verilerek skotopik ve fotopik fERG kayıtları yapılabilir. Hem term hem de preterm infantlarda yaptıkları çalışmalarda, Mactier ve ark., doğumdan sonraki ilk 7 saatte ve konsepsiyonun 30. haftasında fERG kaydı yapılabileceğini belirtmişlerdir (13). Ancak, latanslar erişkinlere göre bir miktar daha uzundur. Bazı çalışmalarda fotopik fERG'nin erişkin değerlerine yaklaşık 2. ayda ve karanlık adapte iken maksimal kombine yanıtın erişkin değerlerine yaklaşık 1. yılda geldiği gösterilmiştir (6). Amplitüd ve latanslar hayatın ilk 4 ayında hızla değişmektedir ve sonra daha yavaş değişiklikler oluşmaktadır (14,15). İki-3 aylık bir bebekte maksimum kombine yanıtın b dalga amplitüdü erişkin değerinin yaklaşık yarısı kadardır (6,16). Maksimum kombine fERG b dalga amplitüdünün yarısını oluşturan flaş şiddeti anlamına gelen karanlık adapte fERG duyarlılığı, erişkin değerlerine 5-6 aylık iken gelmektedir (16,17).

Özellikle sarı bir nükleusa sahip olan yaşa bağlı lens kesafetlerinde fERG a ve b dalga amplitüdüleri azalmakta ve latanslar ise uzamaktadır. Aynı etki vitreus kanamalarında da görülmektedir. Işığın dağılmasına neden olacak daha az orandaki kortikal kesafetlerde ise, bu etki görülmeyebilmektedir (6).

Tatlıpınar ve ark., hem erkeklerde hem de bayanlarda yaşla birlikte amplitüdüleri azaldığını ve latansların uzadığını ifade etmişlerdir (18). Araştırmacılar, bayanlarda erkeklere göre amplitüdüleri daha fazla ve latansların ise daha kısa olduğunu bildirmişlerdir. Peterson ise, her iki cinsiyet için geçerli olmak üzere 10 yaşından sonra b dalga amplitüdülerinin yaşla doğrusal olarak azaldığını ve bunun bir istisnasının 40-49 yaşlarındaki bayanlar olduğunu bildirmiştir (19). Bu duru-

mun muhtemel sebebinin ise bu yaşlarda bayanlarda ortaya çıkan hormonal değişiklikler olabileceğini belirtmiştir. Tüm yaş gruplarında kadınlarda elde edilen amplitüdüleri erkeklerden fazla olduğu değişik çalışmalarda gösterilmiştir (15,18,20). Ancak Iijima, 72 erkek ve 42 kadın üzerinde yaptığı çalışmada cinsiyetler arasında bir farklılık bulmadığını bildirmiştir (6). Biz de çalışmamızda her üç grup için de, cinsiyetler arasında bir farklılık bulmadık. Araştırmacıların çoğu tarafından bulunan erkeklerdeki amplitüdüleri bir miktar az olması, erkeklerin aksiyel uzunluklarının daha fazla olmasına bağlı olabilir. Weleber fotopik ve skotopik latans değerlerinin yaşa bağlı değişkenlik göstermediğini (21), Iijima ise skotopik değerlerde daha fazla olmak üzere b dalgasının latansının yaşla birlikte uzadığını (6) ifade etmişlerdir.

Rod fERG amplitüdülerinde gün ışığından 1.5 saat sonra-ki bu zaman rod dış segment disklerinin kılıflanmasının en fazla olduğu dönemdir-b dalga amplitüdülerinde %13 azalma bildirilmiştir (22). Nozaki ve ark., 14 sağlıklı bireyde sabah 06.00'da başlamak üzere 6 saatlik aralarla maksimum karanlık adapte fERG a ve b dalga amplitüdülerini çalışmışlar ve a dalgası için dönüşümlü bir ritim tespit etmemişlerdir (23). On dört bireyin 8'inde b dalgası için 06.00'da en düşük ve öğle zamanı en fazla olmak üzere bir ritmin varlığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, bu ritmin serum dopaminehidrosilazın ritmi ile iyi bir korelasyon gösterdiğini de belirtmişlerdir. Sonuç olarak, bir hastalığın progresyonunu monitörize etmek için fERG kullanılacak ise, günün aynı saatlerinde kayıt yapılması önemlidir.

Kaynaklar

1. Marmor MF, Holder G.E, Seeliger MW, Yamamoto S. Standard for clinical electroretinography. Doc Ophthalmol 2004; 108: 107-114.
2. İlker SS, Sobacı G, Yıldırım E. Flaş ERG, Desen ERG, EOG, flaş VER, desen VER, desen Onset-Offset VER'in toplumumuzdaki normal değerleri. Türk Oftalmoloji Gazetesi 1992; 22: 193-195.
3. Harden A, Adams GGW, Taylor DSI. The electroretinogram. Arch Dis Child 1989; 64: 1080-1087.

4. Jacobi PC, Miliczek KD, Zrenner E. Experiences with the international standart for clinical electroretinography: normative values for clinical practice, interindividual and intraindividual variations and possible extensions. Doc Ophthalmol 1993; 85: 95-114.
5. Burian HM, Allen L. A speculum contact lens for electroretinography. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1954; 6: 509-511.
6. Fishman GA. The Electroretinogram. In: Fishman GA, Birch DG, Holder GA, Brigell MG (eds). Electrophysiologic Testing in Disorders of the Retina, Optic Nerve and Visual Pathway. 2nd ed. Singapore: The Foundation of the American Academy of Ophthalmology, 2001: 1-28.
7. Dawson WW, Trick GL, Litzkow CA. Improved electrode for electroretinography. Invest Ophthalmol Vis Sci 1979; 18: 988-991.
8. Hebert M, Vaegan, Lachapelle P. Reproducibility of ERG responses obtained with the DTL electrode. Vis Res 1999; 39: 1069-1070.
9. Lachapelle P, Benoit J, Little JM et al. Recording the oscillatory potentials of the electroretinogram with the DTL electrode. Doc Ophthalmol 1993; 83: 119-130.
10. Gouras P. Electroretinography: some basic principles. Invest Ophthalmol 1970; 9: 557-569.
11. Rabin AR, Berson EL. A full-field system for clinical electroretinography. Arch Ophthalmol 1974; 92: 59-63.
12. Kooijman AC. Light distribution on the retina of a wide-angle theoretical eye. J Opt Soc Am 1983; 73: 1544-1550.
13. Mactier H, Dexter JD, Hewett JE, et al. The electroretinogram in preterm infants. J Pediatr 1988; 113: 607-612.
14. Kriss A, Russell-Eggitt I. Electrophysiological assessment of visual pathway function in infants. Eye 1992; 6: 145-153.
15. Birch DG, Anderson JL. Standardized full field electroretinography: normal values and their variation with age. Arch Ophthalmol 1992; 110: 1571-1576.
16. Fulton AB. The development of scotopic retinal function in human infants. Doc Ophthalmol 1988; 69: 101-109.
17. Fulton AB, Hansen RM. Electroretinography: application to clinical studies of infants. J Pediatr Ophthalmol Strabismus 1985; 22: 251-255.
18. Tatlıpınar S, Şener EC, Mocan MC, Sanaç AŞ. Elektretinografi parametrelerinin yaş ve cinsiyetle ilişkisi. Türk Oftalmoloji

- Gazetesi 2000; 30: 570-574.
19. Peterson H. The normal B-potential in the single-flash clinical electroretinogram: a computer technique study of the influence of sex and age. *Acta Ophthalmol Suppl* 1968; 99: 7-77.
20. Yainio-Mattila B. The clinical electroretinogram, II: the difference between the electroretinogram in men and in women. *Acta Ophthalmol* 1951; 29: 25-32.
21. Weleber RG. The effect of age on human cone and rod ganzfeld electroretinograms. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1981; 20: 392-399.
22. Birch OG, Berson EL, Sandberg MA. Diurnal rhythm in the human rod ERG. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1984; 25: 236-238.
23. Nozaki S, Wakakura M, Ishikawa S. Circadian rhythm of human electroretinogram. *Jpn J Ophthalmol* 1983; 27: 346-352.