

## Kertas Asli/Original Articles

# Variasi dalam Pengukuran Elektoretinogram Paten [Variation in Measurement of Pattern Electoretinogram (pERG)]

SHAZNIDA GHULAM, NORHANI MOHIDIN & ROKIAH OMAR

### ABSTRAK

*Elektoretinogram paten (pERG) adalah pengrekodan respons retina terhadap stimulus paten yang dipancarkan bersilih ganti. Ia memberi maklumat mengenai integriti sel dalaman retina khususnya sel ganglion. Pengrekodan pERG dalam sesebuah makmal boleh dipengaruhi oleh beberapa faktor, maka piawai makmal perlu ada untuk memastikan bacaan pERG yang diperolehi boleh diulang dan dihasilkan semula. Objektif kajian ini ialah untuk menentusahkan faktor yang mungkin mempengaruhi pengukuran pERG untuk pawai Makmal Elektrofisiologi Jabatan Optometri, Fakulti Sains Kesihatan (FSK), Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM). Kajian ini melibatkan 45 orang subjek yang berumur di antara 20 hingga 25 tahun yang dibahagikan kepada 3 kumpulan. Faktor yang dikaji adalah 1) kesan penggunaan anestetik Alcaine 0.5%, 2) variasi pengukuran pada waktu pagi dan petang dan 3) saiz dan bentuk target fiksasi yang berbeza terhadap bacaan pERG (amplitud dan tempoh pendam). Ujian-t berpasangan mendapati tiada perbezaan yang signifikan antara pengukuran sebelum dan selepas penggunaan Alcaine 0.5% bagi amplitud ( $p = 0.116$ ) dan tempoh pendam ( $p = 0.557$ ). Pengukuran pada waktu pagi dan petang juga menunjukkan tiada perbezaan signifikan bagi amplitud ( $p = 0.864$ ) dan tempoh pendam ( $p = 0.174$ ). Untuk bentuk dan saiz target yang berbeza, didapati tiada perbezaan yang signifikan untuk parameter amplitud ( $p = 0.125$ ) dan tempoh pendam ( $p = 0.404$ ). Kesimpulannya, penggunaan Alcaine 0.5%, pengukuran pada waktu pagi dan petang dan target fiksasi yang berbeza tidak mempengaruhi bacaan pERG di Makmal Elektrofisiologi, FSK, UKM. Hasil kajian boleh diguna pakai untuk perbandingan dalam penyelidikan ataupun tujuan pendiagnosan penyakit retina di masa hadapan.*

*Kata kunci: Elektoretinogram paten, anestetik, variasi masa, target fiksasi*

### ABSTRACT

*Pattern electroretinogram (pERG) is a recording of retinal response to a phase reversing pattern stimulus. It gives information on the integrity of the inner retina specifically the ganglion cells. The recording of pERG in a laboratory is easily influenced by many factors hence standardization in a laboratory is required to ensure that pERG recorded is repeatable and reproducible. The objective of this study was to determine the factors that could affect pERG recordings at the Electrophysiology Laboratory, Optometry Program, Faculty of Health Sciences (FSK), Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM). This study involved forty-five subjects, aged between 20 and 25 years. They were divided into three groups. The factors being investigated were effects of 1) Alcaine 0.5%, 2) diurnal variation and 3) different size and shape of fixation target for pERG measurement (amplitude and implicit time). Paired t-test showed no significant differences between the recording before and after instillation of Alcaine 0.5% for amplitude ( $p = 0.116$ ) and implicit time ( $p = 0.557$ ). Measurements carried out in the morning and afternoon did not show significant differences for amplitude ( $p = 0.864$ ) and implicit time ( $p = 0.174$ ). For different fixation targets, results also showed no significant difference for amplitude ( $p = 0.125$ ) and implicit time ( $p = 0.404$ ). In conclusion, use of Alcaine 0.5%, different time of measurements and different type of fixation targets do not influence pERG results at the Electrophysiology Laboratory, FSK, UKM. Results of this study can be used for comparisons in research or in diagnosing diseases of the retina in the future.*

*Keywords: Pattern electroretinogram, anaesthetic, time variation, fixation target*

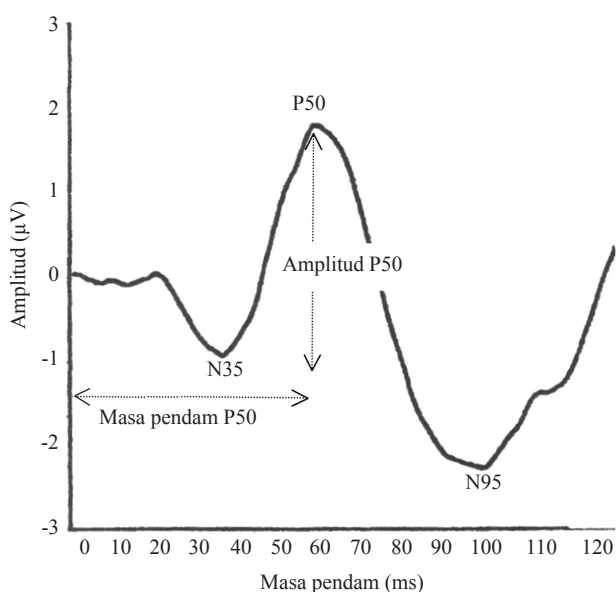
### PENGENALAN

Elektoretinogram (ERG) digunakan secara meluas dalam bidang perubatan untuk mengesan pelbagai ketaknormalan retina yang tidak dapat dikesan oleh teknik lain (Fishman 1990). Ia terdiri daripada ERG paten (pERG), ERG fokal dan ERG multifokal (mfERG). Elektoretinografi paten (pERG) merupakan signal potensial yang boleh terbentuk

ketika melihat grating hitam putih yang berbeza dari segi kontras dan dipancarkan bersilih ganti (Bach et al. 2000). pERG merupakan signal daripada stimulus yang masuk ke dalam mata melalui cahaya dan menuju kepada reseptor korteks yang terdapat di bahagian oksipital otak. Saraf di retina merupakan reseptor yang pertama menerima cahaya daripada sesuatu stimulus. Pada keadaan anatomi dan fisiologi mata normal, respon terhadap cahaya ini adalah

di tahap optimum dan ianya boleh diukur melalui ERG yang dihasilkan (Marmor et al. 2004).

Hampir semua perubahan PERG jika ada, melibatkan amplitud dan tempoh pendam. Amplitud diukur daripada garis dasar ataupun dari puncak ke puncak, melibatkan gelombang negatif (N35) ataupun gelombang positif (P50) (Rajah 1). Manakala tempoh pendam pula merujuk kepada masa yang diambil untuk gelombang tersebut muncul hingga ke puncak. Secara umumnya maklumat PERG daripada retina boleh membantu diagnosa apabila hasil pemeriksaan klinikal tidak mencukupi atau terdapat percanggahan daripada data aduan pesakit berbanding data pemeriksaan klinikal. Ianya telah dikenal pasti amat berguna dalam pemeriksaan klinikal kanak-kanak dan dewasa kurang upaya, *malingerer*, penyakit yang melibatkan saraf retina di peringkat awal seperti glaukoma, inflamasi optik dan retinopati diabetik (Froehlich & Kaufman 1993).



RAJAH 1. Gelombang normal PERG transien

Pengukuran ERG amat dibelenggui oleh faktor persekitaran (Fishman 1990). Sedikit perubahan sahaja boleh menyebabkan perbezaan yang signifikan pada bacaan ERG. *International Society for Clinical Electrophysiology of Vision* (ISCEV) tidak menyarankan penggunaan anestetik semasa pengorekoden PERG tetapi diperlukan jika PERG ingin dilakukan kepada kanak-kanak yang sensitif terhadap bendasing seperti bebanang elektrod yang hadir di bawah kelopak mata mereka (Holder et al. 2007). Kajian yang dilakukan oleh Shandalon dan Ofri (2009) ke atas haiwan mendapati tidak ada perbezaan bacaan PERG sebelum dan selepas menggunakan anestetik setempat tetapi terdapat juga penyelidik yang melaporkan penggunaan anestetik boleh mengurangkan bacaan ERG (Otto & Bach 1997). Percanggahan pendapat ini mungkin disebabkan oleh perbezaan anestetik setempat yang digunakan (Niemeyer 1991; Marcus et al. 2004).

Terdapat percanggahan juga berkaitan kesan pengukuran PERG pada waktu pagi dan petang. Kajian Otto & Bach (1997) mendapati amplitud ERG adalah maksimum di waktu pagi dan kajian Marcus et al. (2004) pula tidak mendapati sebarang perbezaan amplitud di waktu pagi dan petang. Perbezaan ini mungkin disebabkan oleh kajian yang dilakukan pada musim yang berbeza. ERG amat berguna secara klinikal bagi pengukuran secara objektif terutamanya bagi kanak-kanak dan *malingerer*, yang tidak atau kurang memberi respon sewaktu ujian subjektif dilaksanakan. Selain itu amat penting bagi operator menggunakan target fiksasi yang menarik untuk mendapatkan perhatian mereka yang diuji.

Terdapat beberapa faktor lain yang boleh mempengaruhi pengukuran PERG, umpamanya pertambahan umur. Dengan peningkatan umur, terdapat penurunan secara linear pada amplitud gelombang-b bagi kedua jantina (Peterson 1968; Birch & Anderson 1992). Birch & Anderson (1992) pula mendapati amplitud ERG menurun secara gradual sehingga umur 55 tahun dan kemudiannya menurun dengan pantas selepas itu. Perbezaan jantina mempengaruhi ERG juga telah lama dikaji (Vainio-Mattila 1951; Hebert et al. 1999). Hebert et al. (1999) melaporkan amplitud secara puratanya 23% lebih tinggi pada perempuan berbanding lelaki. Hal ini adalah disebabkan oleh perbezaan anatomi panjang bola mata di antara lelaki dan perempuan (Vainio-Mattila 1951). Walau bagaimanapun, terdapat juga kajian yang melaporkan perubahan hormon pada perempuan ketika menstruasi juga mempengaruhi perbezaan ini (Brule et al. 2007; Bassi & Powers 1986).

Keadaan refraksi mata juga turut mempengaruhi pengukuran ERG. Banyak kajian yang dijalankan ke atas ralat refraksi miopia mendapati tempoh pendam meningkat dan amplitud berkurangan pada individu miopia (Chen et al. 2006a; Wolsley et al. 2007). Deviasi ini diperolehi walaupun dengan menggunakan perisian ERG yang berbeza seperti fokal ERG, PERG dan multifokal ERG (Chen et al. 2006b).

Justeru itu, kajian tentang variasi yang boleh mempengaruhi bacaan PERG di Makmal Elektrofisiologi, Program Optometri FSK, UKM perlu dilaksanakan. Objektif kajian ini adalah untuk menentukan variasi bacaan PERG iaitu amplitud dan tempoh pendam terhadap 1) penggunaan dan tanpa penggunaan anestetik Alcaine 0.5%, 2) variasi pengukuran bagi waktu tempatan sebelah pagi dan petang dan 3) target fiksasi piawai berbentuk X yang disediakan oleh mesin elektrogram dan fiksasi kartun yang telah dipilih. Faktor seperti umur, jantina dan refraksi mata dikawal dalam penyelidikan ini. Melalui keputusan kajian ini, penyelidik ataupun ahli klinikal yang ingin melakukan pengukuran PERG di Makmal Elektrofisiologi FSK, UKM akan dapat melakukannya dalam keadaan piawai di mana faktor sampingan yang boleh mempengaruhi keputusan telah dikawal dengan sebaik mungkin.

## BAHAN DAN KAEDAH

Kajian pemerhatian ini dijalankan selama 2 bulan di Makmal Elektrofisiologi, FSK UKM. Kriteria kemasukan subjek ialah berumur di antara 20 hingga 25 tahun, berbangsa Melayu dengan status refraksi +0.75 DS hingga -0.25 DS dan sihat tanpa sebarang masalah kesihatan ataupun masalah penyakit mata. Seramai 45 orang subjek telah diundang dan bersetuju untuk mengambil bahagian. Mereka dibahagikan kepada tiga kumpulan iaitu Kumpulan A, B dan C. Setiap kumpulan mempunyai 15 orang subjek (Heinemann-Vernaleken et al. 2000) yang dipadankan dari segi jantina dan refraksi. Kumpulan A digunakan bagi mengkaji kesan bacaan amplitud pERG dan tempoh pendam sebelum dan selepas penggunaan anestetik Alcaine 0.5%. Kumpulan B digunakan untuk mengukur kesan bacaan amplitud pERG dan tempoh pendam terhadap variasi pengukuran pada sebelah pagi dan petang. Manakala Kumpulan C pula digunakan untuk mengkaji kesan bacaan amplitud pERG dan tempoh pendam terhadap penggunaan target fiksasi yang berbeza.

Alat elektrodiagnostik yang digunakan dalam kajian ini adalah RETI-port/Scan 21. Mesin yang digunakan adalah *Roland Desktop* dan *Portable Electoretinogram Systems* (BRANDENBURG, JERMAN). Elektrod aktif yang digunakan adalah elektrod bebenang perak Dawson Trick-Litzkow (DTL) oleh BRANDENBURG, JERMAN. Manakala elektrod permukaan emas EEG, saiz 10 mm (BRANDENBURG, JERMAN) pula digunakan sebagai elektrod rujukan dan elektrod bumi yang berfungsi sebagai peneutral. Prosedur yang dijalankan adalah mengikut protokol piawai yang disarankan oleh ISCEV (Marmor et al. 2004).

Untuk subjek bagi kumpulan A, bacaan amplitud pERG dan tempoh pendam pERG diukur dan direkodkan terlebih dahulu. Kemudian satu titis Alcaine 0.5% dititiskan pada mata kanan kemudian bacaan amplitud pERG dan tempoh pendam diukur semula serta direkodkan. Prosedur ini dilakukan kepada semua subjek dalam Kumpulan A. Pada akhir kedua sesi pengukuran, subjek diminta untuk memilih cara yang dirasakan lebih selesa dan keputusan pemilihan subjek direkodkan. Pengukuran amplitud pERG dan tempoh pendam dilakukan kepada kumpulan B dengan pengrekodan pada sesi pagi iaitu di antara pukul 8.00 pagi hingga 12.30 tengah hari diikuti dengan pengrekodan kali kedua bagi sesi petang pada hari yang sama, bermula dari pukul 2.00 hingga 4.30 petang. Bagi Kumpulan C pula, pengukuran amplitud pERG dan tempoh pendam dilakukan menggunakan target fiksasi yang berbeza, iaitu fiksasi pertama merupakan tanda 'X' yang terdapat dalam program pERG itu sendiri, sementara target fiksasi kedua adalah gambar kartun yang dipilih khas (Rajah 2).

Semua data amplitud dan tempoh pendam pERG direkodkan dan dianalisa menggunakan perisian *Statistical Packages for Social Sciences* (SPSS) versi 16.0. Kenormalan data diuji terlebih dahulu dengan memerhatikan nilai statistik Shapiro-Wilk kerana sampel kajian adalah kurang daripada 100. Hasil ujian Shapiro-Wilks menentukan



RAJAH 2. Target fiksasi gambar kartun yang dikaji

pilihan ujian statistik seterusnya untuk memastikan sama ada terdapat perbezaan yang signifikan di antara pengukuran kali pertama dan kedua, manakala Ujian Korelasi Pearson dilaksanakan untuk melihat hubungan di antara kedua pengukuran tersebut dengan amplitud dan tempoh pendam pERG.

Penerangan tentang kajian diberikan kepada semua subjek dan persetujuan secara bertulis telah diperolehi daripada subjek. Kajian ini telah mendapat kelulusan daripada Jawatankuasa Penyelidikan dan Etika Penyelidikan Perubatan, UKM (NN-051-2009). Semua prosedur yang dijalankan juga adalah memenuhi syarat penggunaan manusia sebagai subjek yang telah ditetapkan oleh Deklarasi Helsinki (2008).

## KEPUTUSAN

Demografi subjek adalah seperti Jadual 1. Kesemua subjek adalah berbangsa Melayu. Analisa Shapiro-Wilks menunjukkan data tertabur dengan normal, jadi untuk perbandingan seterusnya ujian t-berpasangan digunakan.

### KESAN PENGGUNAAN ANESTETIK TERHADAP BACAAN pERG

Kesan pengukuran pERG yang melibatkan bacaan amplitud dan tempoh pendam bagi setiap subjek sebelum dan selepas penggunaan anestetik dipaparkan di Jadual 2. Ujian t-berpasangan menunjukkan tiada perbezaan signifikan pada selang keyakinan 95% bagi bacaan amplitud dan tempoh pendam pERG di antara pengukuran yang dilakukan sebelum dan selepas penggunaan anestetik Alcaine 0.5%. Ujian Korelasi Pearson bagi amplitud sebelum dan selepas penggunaan Alcaine 0.5% menunjukkan korelasi yang agak kukuh ( $r = 0.80$ ;  $p = 0.006$ ) sementara pekali korelasi untuk parameter tempoh pendam adalah  $r = 0.15$ ;  $p = 0.67$ .

JADUAL 1. Data demografi subjek yang mengambil bahagian

Kumpulan, n = 15 bagi setiap kumpulan	Faktor dikaji	Umur (Tahun) (min ± SD)	Akuiti Visual (Logmar) (min ± SD)	Refraksi (D) (min ± SD)
A	Penggunaan Alcaine 0.5%	22.93 ± 1.58	-0.03 ± 0.05	0.08 ± 0.31
B	Variasi diurnal pagi dan petang	22.73 ± 1.91	-0.03 ± 0.05	0.11 ± 0.30
C	Penggunaan target yang berbeza	22.93 ± 1.91	-0.03 ± 0.05	0.10 ± 0.26

JADUAL 2. pERG sebelum dan selepas penggunaan anestetik Alcaine 0.5%

Kumpulan	Parameter	Pra Alcaine (min ± SD)	Pasca Alcaine (min ± SD)	Selang keyakinan 95%	Ujian t berpasangan
A	Amplitud P50 (µV)	3.48 ± 0.79	3.33 ± 0.39	Pra, 3.04-3.92 Pos, 3.12-3.55	p = 0.116
	Tempoh pendam N95 (ms)	101.13 ± 3.58	99.93 ± 3.28	Pra, 99.15-103.12 Pos, 98.12-101.75	p = 0.557

#### KESAN VARIASI MASA TERHADAP BACAAN pERG

Kesan variasi masa terhadap bacaan pERG adalah seperti Jadual 3. Keputusan ujian t-berpasangan menunjukkan tiada perbezaan signifikan terhadap waktu pengukuran

amplitud dan tempoh pendam pERG pada waktu pagi dan petang. Ujian Korelasi Pearson pula mendapati korelasi adalah lemah untuk parameter amplitud ( $r = 0.13$ ;  $p = 0.71$ ) dan tempoh pendam ( $r = 0.10$ ;  $p = 0.79$ ).

JADUAL 3. pERG dan variasi masa

Kumpulan	Variasi masa	Pagi (min ± SD)	Petang (min ± SD)	Selang keyakinan 95%	Ujian t berpasangan
B	Amplitud P50 (µV)	2.89 ± 0.59	2.93 ± 0.59	am, 2.56-3.21 pm, 2.60-3.25	p = 0.864
	Tempoh pendam N95 (ms)	100.40 ± 3.48	102.20 ± 3.75	am, 98.47- 102.33 pm, 100.13-104.27	p = 0.173

#### KESAN SAIZ DAN BENTUK TARGET TERHADAP BACAAN pERG

Ujian statistik t-berpasangan juga mendapati tiada perbezaan signifikan bagi amplitud dan tempoh pendam

pERG (Jadual 4). Analisa juga mendapati korelasi adalah sederhana bagi amplitud antara kedua bentuk target yang digunakan ( $r = 0.62$ ;  $p = 0.06$ ) dan korelasi lemah bagi tempoh pendam ( $r = 0.18$ ;  $p = 0.62$ ).

JADUAL 4. pERG bagi target fiksasi yang berbeza

Kumpulan	Parameter	Standard (S)	Kartun (K)	Selang keyakinan 95%	Ujian t berpasangan
C	Amplitud P50 (µV)	3.03 ± 0.80	2.69 ± 0.84	(S), 2.59-3.48 (K), 2.23-3.15	p = 0.125
	Tempoh pendam N95 (ms)	101.80 ± 2.98	100.80 ± 3.63	(S), 100.15-103.45 (K), 98.79-102.81	p = 0.404

#### PERBINCANGAN

Penggunaan anestetik Alcaine 0.5% didapati tidak menyebabkan perbezaan yang signifikan pada pengukuran pERG di Makmal Elektrofisiologi, FSK UKM. Kesemua subjek bersetuju bahawa penggunaan anestetik adalah lebih selesa di sepanjang sesi pengukuran dijalankan. Hal ini berlaku kerana mereka tidak merasa kehadiran elektrod DTL

yang diletakkan di tepi atas kelopak mata bawah mereka. Ini membolehkan subjek menumpukan sepenuh perhatian pada target fiksasi semasa pengukuran dilakukan dan mendapat hasil pERG yang lebih tepat. Penggunaan Alcaine 0.5% boleh dicadangkan kepada pengamal kesihatan yang ingin melakukan pengrekodan pERG ke atas subjek. Ia boleh juga diaplikasi kepada pengukuran yang melibatkan kanak-kanak untuk keselesaan mereka.



Secara umumnya penggunaan Alcaine dalam pengukuran pERG ada dilaporkan, kebanyakannya melibatkan pengukuran yang menggunakan elektrod kanta sentuh atau logam emas. Sepanjang pengetahuan kami penggunaan Alcaine 0.5% semasa dan selepas pengrekodan pERG belum dilaporkan. Kajian terdahulu menggunakan pelali barbiturate seperti thiopental (pentothal) pada kanak-kanak (Fishman 1990) menyebabkan penurunan signifikan pada amplitud ERG. Hasil yang sama dilaporkan oleh Iohom et al. (2004). Kedua kajian tersebut melibatkan kesan anestetik menyeluruh sementara kajian kami hanya melibatkan anestetik setempat. Maklumat ini penting khususnya bagi Makmal Elektrofisiologi yang sedang dibangunkan.

Kajian ini juga mendapati variasi masa tidak mempengaruhi bacaan amplitud dan tempoh pendam pERG yang diukur. Walau bagaimanapun terdapat kajian lalu yang melaporkan variasi masa mempengaruhi pengukuran amplitud dan tempoh pendam pERG (Fishman 1990). Variasi masa juga telah dilaporkan pada amplitud rod di mana terdapat penurunan sebanyak 13% pada gelombang positif-b apabila pengukuran dilakukan pada waktu pagi (Birch et al. 1984). Kemungkinan masa yang agak panjang (2½-4½ jam) bagi ukuran yang dilakukan pada waktu pagi dan petang dalam kajian ini tidak memberi kesan yang signifikan. Memandangkan terdapat pencanggahan keputusan yang didapati dari keputusan kajian ini dengan kajian lalu maka, adalah disarankan agar setiap siri pengukuran pERG di Makmal Elektrofisiologi Optometri, FSK UKM hendaklah dilakukan pada masa yang sama. Ini penting terutama untuk memantau perkembangan ataupun pemulihan sesuatu penyakit. Perkara ini pernah dicadangkan oleh Birch et al. (1984).

Hasil kajian menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan pada pengukuran amplitud dan tempoh pendam bagi kesan saiz dan bentuk target fiksasi terhadap pengukuran pERG. Untuk mengoptimumkan pengukuran pERG subjek perlu menumpukan sepenuh perhatian terhadap target fiksasi semasa pengrekodan supaya artifak dapat dikurangkan. Walau bagaimanapun dicadangkan saiz dan bentuk target yang menarik digunakan supaya mendapat perhatian subjek sepenuhnya. Secara tidak langsung ini akan mengurangkan masa pengukuran dan bacaan lebih tepat akan diperolehi. Hal ini turut disarankan oleh pengeluar alat elektrodagnostik ERG (Roland Consult, Germany) di mana mereka telah menyediakan kamera inframerah untuk memantau fiksasi target yang digunakan sewaktu pengukuran dilakukan (Wu & Liu 2006).

Secara keseluruhan, semua faktor yang dikaji tidak memberi variasi ke atas pengukuran pERG di Makmal Elektrofisiologi Optometri FSK, UKM. Walaupun demikian, kajian ini terbatas kerana melibatkan etnik Melayu sahaja. Memandangkan Malaysia merupakan sebuah negara majmuk, adalah dicadangkan kajian lanjut yang melibatkan sekurang-kurangnya dua lagi etnik utama lain iaitu Cina dan India dilakukan. Tambahan pula, terdapat kajian terdahulu yang melaporkan etnik turut mempengaruhi beberapa

parameter lain pengukuran optometri (Garner et al. 1987; Chung et al. 1996). Dengan hal yang demikian, data yang lebih lengkap untuk rujukan setiap etnik diperolehi dan khidmat elektrofisiologi yang lebih tepat untuk etnik lain dapat ditawarkan pada masa hadapan.

## KESIMPULAN

Faktor seperti penggunaan anestetik Alcaine 0.5%; variasi masa; serta saiz dan bentuk target fiksasi semasa melakukan pengukuran pERG di Makmal Elektrofisiologi, FSK UKM tidak mempengaruhi bacaan yang diperolehi. Oleh yang demikian, penggunaan anestetik Alcaine 0.5% dan target yang lebih menarik boleh digunakan untuk membantu semasa pengukuran pERG. Pengukuran pERG boleh dilakukan samada pada waktu pagi mahupun petang.

## RUJUKAN

- Bach, M., Hawlina, M. & Holder, G.E. 2000. Standard for pattern Electroretinography. *Doc. Ophthalmol* 101: 11-18.
- Bassi, C. & Powers, M. 1986. Daily fluctuations in the detectability of dim lights by humans. *Physiol. Behav.* 38: 871-877.
- Birch, D.G. & Anderson, J.L. 1992. Standardized full field electroretinography. Normal values and their variation with age. *Arch. Ophthalmol* 10: 1571-76.
- Birch, D.G., Berson, E.L. & Sandberg, M.A. 1984. Diurnal rhythm in the human rod ERG. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 25: 236-238.
- Brule, J., Lavoio, M.P., Casanova, C., Lachapelle, P. & Hebert, M. 2007. Evidence of a possible impact of the menstrual cycle on the reproducibility of scotopic ERGs in women. *Doc. Ophthalmol* 114: 125-134.
- Chen, J.C., Brian, B. & Schmid, K.L. 2006a. Retinal adaptation responses revealed by global flash multifocal electroretinogram are dependent on the degree of myopic refractive error. *Vision Research* 46: 3413-3421.
- Chen, J.C., Brian, B. & Schmid, K.L. 2006b. Slow flash multifocal electroretinogram in myopia. *Vision Research* 46: 2869-2876.
- Chung K.M., Mohidin N., Yeow P.T., Tan Lili & O'Leary, D. (1996) Prevalence of visual disorders in Chinese schoolchildren. *Optom. Vis. Sci.* 73(11): 695-700.
- Fishman, G.E. 1990. The electroretinogram in retinal disease. Dlm. *Electrophysiologic Testing in Disorders of the Retina, Optic Nerve and Visual Pathway*, Fishman, G.A. & Sokol, S. San Francisco: American Academy of Ophthalmology.
- Froehlich, J. & Kaufman, D.I. 1993. The pattern electroretinogram: N95 amplitudes in normal subjects and optic neuritis patients. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/ Evoked Potentials Section* 88(2): 83-91.
- Garner L.F., Mohidin N., Chung K.M., Kaur S., Faudziah M., Freeland E. & Siti Nariman S.I. (1987). Prevalence of visual disorders in Malay school children. *Sains Malaysiana* 16(3): 339-46.
- Hebert, M., Fishman, G. & Lachapelle, P. 1999. Gender differences in ERG amplitude recorded with DTL electrode. *Invest. Ophthalmol Vis. Sci.* 40: 15.

- Heinemann-Vernaleken, B., Palmowski, A. & Allgayer, R. 2000. The effect of time of day and repeat reliability on the fast flicker multifocal ERG. *Documenta Ophthalmologica* 101: 247-255.
- Holder, G.E., Brigell, M.G., Hawlina, M., Meigen, T., Vaegan & Bach, M. 2007. ISCEV standard for clinical pattern electroretinography-2007 update. *Doc. Ophthalmol* 114: 111-116.
- Iohom, G., Gardiner, C., Whyte, A., O'Connor, G. & Shorten, G. 2004. Abnormalities of contrast sensitivity and electroretinogram following sevoflurane anaesthesia. *Euro J. Anaesthesiol.* 21(8): 646-52.
- Marcus, M., Cabel, L. & Marmor, M.F. 2004. Are circadian variations in the electroretinogram evident on routine testing? *Documenta Ophthalmologica* 108: 165-169.
- Marmor, M.F., Holder, G.E. & Porciatti, V. 2004. Guidelines for basic pattern electroretinography. Recommendation by the International Society for Clinical Electrophysiology of Vision (ISCEV). *Doc. Ophthalmol.* 91: 291-8.
- Niemeyer, G. 1991. Pharmacological effects in retinal electrophysiology. Dlm. *Principle and Practice of Clinical Electrophysiology of Vision*, Heckenlively, J.R & Arden, G.B. Mosby-Year Book.
- Otto T. & Bach M. 1997. Test variability and diurnal effects in the pattern electroretinogram. *Doc. Ophthalmol.* 92: 311-23.
- Peterson, H. 1968. The normal b-potential in the single-flash clinical electroretinogram. *Acta Ophthalmol.* 99: 1-77.
- Shandalon, S. & Ofri, R. 2009. The effect of topical anaesthesia on the rat electroretinogram. *Documenta Ophthalmologica* 118(2): 101-8.
- Vainio-Mattila, B. 1951. The clinical electroretinogram. *Acta Ophthalmol.* 29: 25-32.
- Wolsley, C.J., Saunders, K.J., Silvestri, G. & Anderson, R.S., 2007. Investigation of changes in the myopic retina using multifocal electroretinograms, optical coherence tomography and peripheral resolution acuity. *Vision Research* 48: 1554-1561.
- World Medical Association Declaration of Helsinki. 2004. Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects Adopted by the 18<sup>th</sup> WMA General Assembly, Helsinki, Finland, June 1964.
- Wu, D.Z. & Liu, Y. 2006. *Atlas of Testing and Clinical Application for ROLAND Electrophysiological Instrument*. Beijing: Beijing Sciences and Technology Press.

Norhani Mohidin  
 Program Optometri & Sains Penglihatan  
 Pusat Pengajian Sains Jagaan Kesihatan  
 Fakulti Sains Kesihatan  
 Universiti Kebangsaan Malaysia  
 Jalan Raja Muda Abdul Aziz  
 50300 Kuala Lumpur, Malaysia

Pengarang untuk dihubungi: Norhani Mohidin  
 Alamat emel: nmohidin@medic.ukm.my  
 Tel: 603-92897687, Fax: 603-26910488

Diterima: Jun 2011  
 Diterima untuk penerbitan: Mac 2012