

# Estudo normativo do eletrorretinograma de campo total em adultos jovens

*Normative values for full-field electroretinogram in healthy young adults*

Josenilson Martins Pereira<sup>1</sup>  
Luana Mendieta<sup>2</sup>  
Paula Yuri Sacai<sup>1</sup>  
Solange Rios Salomão<sup>3</sup>  
Adriana Berezovsky<sup>4</sup>

## RESUMO

**Objetivos:** A proposta deste estudo é estabelecer valores normativos para o eletrorretinograma (ERG) de campo total, em um grupo de voluntários adultos jovens segundo o protocolo padrão recomendado pela Sociedade Internacional de Eletrofisiologia Visual Clínica (ISCEV). **Métodos:** Participaram deste estudo 42 voluntários normais com idades variando de 15 a 26 anos, sendo 20 homens e 22 mulheres. Os eletrorretinogramas de campo total foram obtidos com eletrodos de lente de contato bipolares e seguiram as 5 etapas do protocolo da Sociedade Internacional de Eletrofisiologia Visual Clínica: a) resposta de bastonetes; b) resposta máxima; c) potenciais oscilatórios; d) resposta máxima de cones; e) resposta de cones ao flicker 30 Hz. Os parâmetros analisados foram a amplitude de resposta do pico da onda-a até o pico da onda-b (pico a pico em  $\mu\text{V}$ ) e o tempo de culminação da onda-b (ms). **Resultados:** As médias ( $\pm 1$  desvio padrão) da amplitude pico a pico foram: resposta de bastonetes -  $241,1 \pm 66,9 \mu\text{V}$ ; resposta máxima -  $385,4 \pm 71,8 \mu\text{V}$ ; potenciais oscilatórios -  $180,6 \pm 48,6 \mu\text{V}$ ; resposta de cones -  $102,8 \pm 36,3 \mu\text{V}$  e flicker 30 Hz -  $69,2 \pm 26,6 \mu\text{V}$ . Para o tempo implícito da onda-b os valores foram: resposta de bastonetes -  $85,2 \pm 7,6 \text{ms}$ ; resposta máxima -  $45,6 \pm 2,0 \text{ms}$ ; resposta de cones -  $27,8 \pm 1,2 \text{ms}$  e flicker 30 Hz -  $27,9 \pm 1,2 \text{ms}$ . Os resultados foram comparáveis entre os grupos masculino e feminino, exceto para a resposta máxima em que as mulheres obtiveram amplitudes estatisticamente maiores ( $t=2,06$ ;  $P=0,046$ ). **Conclusão:** Os valores encontrados estão de acordo com dados normativos da literatura e são fundamentais para o diagnóstico correto de disfunções retinianas em pacientes na mesma faixa etária. Inclusão de outras faixas etárias e o aumento no número de sujeitos testados são necessários para estender valores normativos para o eletrorretinograma.

**Descritores:** Eletrorretinografia/padronização; Valores de referência; Adulto

## INTRODUÇÃO

O eletrorretinograma de campo total (ERG) é um registro complexo dos potenciais elétricos originados da retina em resposta à estimulação luminosa. O ERG começou a ter aplicação clínica após 1941, quando Riggs introduziu o uso de eletrodos sob forma de lente de contato<sup>(1)</sup>, sendo seu registro em humanos obtido a partir da superfície corneana, através de um eletrodo em forma de lente de contato<sup>(2)</sup>. A onda elétrica registrada corresponde à diferença de potencial entre este eletrodo e um eletrodo de referência, que pode estar contido na própria lente de contato (lente bipolar) ou em contato com qualquer lugar da pele, geralmente na fronte ou no lobo da orelha (lente monopolar)<sup>(3-4)</sup>.

Trabalho realizado no Laboratório de Eletrofisiologia Visual Clínica do Departamento de Oftalmologia da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP.

**Apoio:** FAPESP nº 97/11493-3 para Solange R. Salomão; Bolsa PIBIC-CNPq nº 113351/99-2 para Josenilson Martins Pereira; Bolsa PIBIC-CNPq nº 110070/01-1 para Luana Mendieta.

<sup>1</sup> Tecnólogo Oftálmico do Laboratório de Eletrofisiologia Visual Clínica do Depto. de Oftalmologia da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP;

<sup>2</sup> Tecnóloga Oftálmica, estagiária do Laboratório de Eletrofisiologia Visual Clínica do Depto. de Oftalmologia da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP;

<sup>3</sup> Professora Adjunta-Doutora, chefe do Laboratório de Eletrofisiologia Visual Clínica do Departamento de Oftalmologia da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP;

<sup>4</sup> Professora Adjunta-Doutora, do Departamento de Oftalmologia da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP.

**Endereço para correspondência:** R. Botucatu 822 - São Paulo (SP) CEP 04023-062  
E-mail: jpereira@oftalmo.epm.br

Recebido para publicação em 20.12.2001

Aceito para publicação em 12.07.2002

**Nota Editorial:** Pela análise deste trabalho e por sua anuência na divulgação desta nota, agradecemos aos Drs. Flávio Rocha Lima Paranhos e Walter Yukihiko Takahashi.

O ERG tem sido amplamente usado como método diagnóstico para doenças retinianas hereditárias, tais como retinose pigmentária, disfunções de cones e bastonetes, cegueira noturna congênita estacionária, entre outras doenças<sup>(4-6)</sup>. Muitas vezes, as alterações eletrorretinográficas precedem as alterações fundoscópicas, além de ser um método não invasivo usado para testar as funções elétricas retinianas. Através do ERG pode-se detectar uma patologia em outros membros familiares, nos casos de doenças retinianas hereditárias<sup>(4)</sup>. O ERG também está indicado na avaliação pré-operatória de olhos com meios opacos, além da avaliação das uveítes<sup>(7-8)</sup> e avaliação de processos isquêmicos de doenças vasculares<sup>(7)</sup> (diabetes, obstrução venosa) - um dos parâmetros importantes na avaliação de doenças vasculares da retina é a relação *b/a*.

Em doenças vasculares da retina ocorre diminuição na amplitude da onda-*a* (fotorreceptores) e onda-*b* (gerada na camada nuclear interna, provavelmente pelas células de Müller, e indiretamente pela atividade da célula bipolar)<sup>(4)</sup>. O processo de diminuição da amplitude da onda-*a* e *b* foi descrito primeiramente por Henkes em 1953<sup>(9)</sup>, porém com uma diminuição maior na amplitude da onda-*b*. Num estudo realizado em 16 olhos (13 pacientes) com oclusão da artéria central da retina (CRAO), foram descritos quinze olhos com ERG negativo no qual a amplitude da onda-*b* ficou abaixo da linha de base do pré-estímulo<sup>(10)</sup>. Atraso no tempo de culminação da onda-*a* também é observado em casos de CRAO, embora esse atraso ocorra apenas em casos de redução severa da amplitude da onda-*b*<sup>(11)</sup>.

A proposta deste estudo é estabelecer valores normativos para o eletrorretinograma de campo total (ERG) num grupo de voluntários adultos jovens normais divididos por sexo seguindo o protocolo padrão recomendado pela International Society for Clinical Electrophysiology of Vision (ISCEV) em 1999<sup>(3)</sup>. O objetivo foi estabelecer parâmetros mínimos para aquisição, interpretação e posterior comparação de exames realizados por diferentes instituições no mundo<sup>(12)</sup>, pois é recomendado que cada laboratório estabeleça seus próprios dados normativos<sup>(3)</sup>.

## MÉTODOS

Este estudo foi realizado no período de 06/1999 a 12/2001 no Laboratório de Eletrofisiologia Visual Clínica do Departamento de Oftalmologia da Universidade Federal de São Paulo.

### Crítérios de Inclusão

Os critérios de inclusão foram: acuidade visual 0.0 Logmar (20/20 Snellen), medida pela tabela ETDRS com a melhor correção óptica; ausência de queixas visuais; ausência de história progressiva de doenças oculares ou neurológicas; ausência de doença sistêmica e história familiar negativa para doenças oculares hereditárias; exame fundoscópico prévio normal e assinatura de termo de consentimento livre e esclarecido para participação em pesquisa. Todos os sujeitos foram informados dos procedimentos que seriam realizados durante o exame

quanto aos seus riscos e benefícios e participaram voluntariamente deste estudo. O protocolo de estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo e seguiu os termos da Declaração de Helsinque.

### Participantes

Participaram deste estudo 42 (quarenta e dois) voluntários normais, alocados em dois grupos de acordo com sexo. A idade variou de 15 a 26 anos (média  $20,8 \pm 2,9$ ; mediana 21,4 anos) sendo o Grupo 1 composto por 22 mulheres (média  $20,4 \pm 2,8$ ; mediana 20,8 anos) e o Grupo 2 por 20 homens (média  $21,3 \pm 3,0$ ; mediana 22,1 anos).

### Método Estatístico

As análises estatísticas foram realizadas através do programa estatístico Jandel Sigmastat-Statistical Software Version 2.0, USA. Foram calculadas a média, o desvio-padrão, a mediana e 2,5 e 97,5 percentis da amplitude pico a pico, do tempo de culminação da onda-*b* e a relação *b/a* - amplitude máxima da onda-*b* / amplitude máxima da onda-*a* (condição escotópica) dos 42 voluntários normais. Todos esses cálculos foram realizados também em relação ao sexo. O nível de significância de 5% foi usado para todos os testes. Todos os parâmetros analisados no ERG e a idade foram comparados com relação ao sexo usando-se o teste t de Student.

### Parâmetros

A amplitude da onda-*a* é medida da linha de base até o pico negativo, seguido pela amplitude da onda-*b* até o pico positivo. Estes dois valores são usados no cálculo da relação *b/a* (figura 1). As latências da onda-*a* e *b* foram medidas a partir do início do estímulo até os respectivos picos<sup>(13)</sup>.

### Procedimento

#### Eletrorretinograma de campo total

O eletrorretinograma de campo total (ERG) foi realizado em

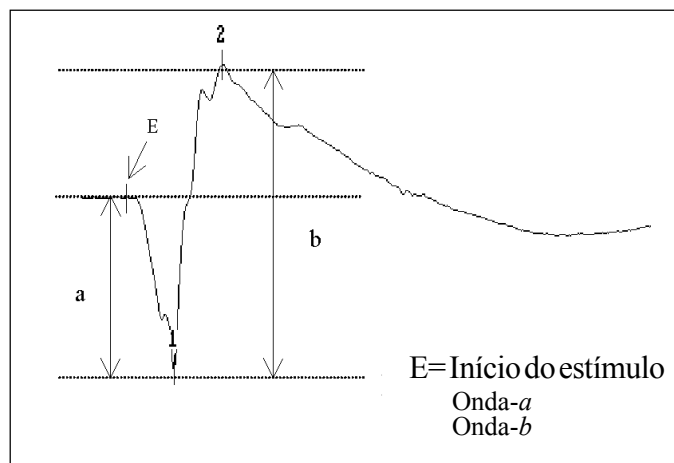


Figura 1 - Mostra o método usado para determinação da amplitude da onda-*a* e *b*

um olho, sorteado ao acaso, após 30 minutos de adaptação ao escuro e dilatação máxima da pupila (diâmetro pupilar mínimo de 6mm), com uma gota de tropicamida a 1% e uma gota de fenilefrina a 10%. Após a adaptação ao escuro, foi instilada uma gota de colírio de tetracaína (anestésico) e um eletrodo de lente de contato bipolar com filamento de ouro (GoldLens electrode, Doran Instruments, MD, USA) foi inserido no olho, com colírio de metilcelulose a 2% para proteção da superfície da córnea. Um eletrodo terra de cúpula de ouro em forma de clipe foi colocado no lobo da orelha ipsilateral, preenchido com gel eletrolítico. Para a realização do ERG foi utilizado o sistema eletrodiagnóstico UTAS E-3000 (LKC Technologies Inc., Gaithersburg, MD, USA) com amplificação de 10.000 vezes, com filtros eletrônicos variando de 0,3 Hz a 500 Hz. As amplitudes da resposta foram medidas em microvolts ( $\mu\text{V}$ ) e o tempo de culminação em milissegundos (ms).

Em cada uma das cinco respostas do protocolo padrão da ISCEV, foram feitas 20 apresentações dos estímulos luminosos, sendo considerada a resposta final a média destes 20 registros, com exceção da resposta de flicker em que foi feita a média de 50 apresentações dos estímulos luminosos. Os registros foram obtidos na seguinte ordem:

1) Resposta escotópica de bastonetes, com estimulação de uma luz branca com intensidade máxima atenuada em 2,5 unidades logarítmicas por filtro de densidade neutra ( $0,0098\text{cd}/\text{m}^2$ ). O intervalo interestímulos foi de 2 segundos. Este estímulo fica abaixo do limiar de resposta dos cones produzindo apenas respostas de bastonetes.

2) Resposta escotópica máxima, obtida com estímulos de alta intensidade ( $2,467\text{cd}/\text{m}^2$ ). Para esta resposta houve contribuição dos cones e bastonetes. O estímulo é apresentado ainda com o olho adaptado ao escuro e sem a presença de luz de fundo. O intervalo interestímulos foi de 10 segundos, devido à alta intensidade do mesmo.

3) Resposta escotópica de potenciais oscilatórios, com intervalo interestímulos de 1 segundo e filtro de corte a 75 Hz. Os potenciais oscilatórios apresentam dois picos proeminentes aparecendo na porção ascendente da resposta escotópica máxima e refletem a atividade das camadas internas da retina.

4) Resposta fotópica de cones ao flash único, com intervalo interestímulos de 1 segundo, após pré-adaptação por 10

minutos a uma luz de fundo branca com luminância de  $30\text{cd}/\text{m}^2$ . Esta resposta contém uma onda-*a* proeminente com tempo de culminação de aproximadamente 15ms, uma onda-*b* com tempo de culminação de aproximadamente 30ms e pelo menos duas oscilações logo depois da onda-*b*.

5) Resposta fotópica de flicker a 30Hz, resposta isolada dos cones com estimulação intermitente a uma frequência de 30Hz, registrada na presença de uma luz de fundo com luminância de  $30\text{cd}/\text{m}^2$ , após um período de adaptação do olho à luz. A amplitude da resposta foi medida pico-a-pico, ou seja, o tamanho da resposta foi medido do pico da resposta mínima ao pico da resposta máxima. O tempo culminação foi medido a partir do início do estímulo até o pico máximo da onda-*b*.

## RESULTADOS

A Figura 2 mostra um exemplo de registro das 5 respostas eletrorretinográficas que compõem o protocolo padrão da ISCEV em um voluntário adulto jovem normal.

A tabela 1 mostra valores de média e respectivo desvio padrão, mediana e intervalo de confiança de 95% para a amplitude pico-a-pico ( $\mu\text{V}$ ) e o tempo de culminação da onda-*b* (ms) dos achados eletrorretinográficos de 42 voluntários normais. De acordo com a recomendação da ISCEV, foram incluídos na tabela 2 os valores dos achados eletrorretinográficos das 5 respostas do protocolo padrão e a relação *b/a* com relação ao 2,5 e 97,5 percentis dos 42 sujeitos estudados.

Os exames foram realizados em 22 mulheres (média de idade =  $20,4 \pm 2,8$  anos; mediana = 20,8 anos) e 20 homens (média de idade =  $21,3 \pm 3,0$  anos; mediana = 22,1 anos). A análise da amplitude e do tempo de culminação com relação ao sexo demonstrou haver diferença estatística significativa apenas na amplitude da resposta escotópica máxima, ( $t=2,06$ ;  $P=0,046$ ), sendo que todos os outros parâmetros foram comparáveis entre os dois sexos. As tabelas 3 e 4 mostram os percentis e medianas para o sexo feminino e masculino, respectivamente.

Não houve correlação significativa entre a idade e todos os parâmetros analisados do protocolo padrão.

A média com seu respectivo desvio padrão e a mediana da

**Tabela 1 - A média com seu respectivo desvio padrão e o intervalo de confiança para amplitude pico a pico ( $\mu\text{V}$ ) e o tempo de culminação da onda-*b* para as 5 respostas do protocolo padrão do ERG dos 42 voluntários normais**

Amplitude ( $\mu\text{V}$ )	Média ( $\pm\text{DP}$ )	Mediana	Intervalo de confiança (95%)
Resposta escotópica de bastonetes	241,1 $\pm$ 66,9	232,2	220,9 - 261,3
Resposta escotópica máxima	385,4 $\pm$ 71,8	404,8	363,7 - 407,1
Potencial oscilatório	180,6 $\pm$ 48,6	179,7	165,9 - 195,3
Resposta fotópica de cones	102,6 $\pm$ 36,3	95,2	91,6 - 113,6
Flicker 30Hz	69,2 $\pm$ 26,6	59,1	61,2 - 77,2
Tempo de culminação (ms)			
Resposta escotópica de bastonetes	85,2 $\pm$ 7,6	83,3	82,9 - 87,5
Resposta escotópica máxima	45,6 $\pm$ 2,0	46,0	45,2 - 46,0
Resposta fotópica de cones	27,8 $\pm$ 1,2	27,5	27,4 - 28,2
Flicker 30Hz	27,9 $\pm$ 1,2	27,5	27,3 - 28,5

ERG = Eletrorretinograma;  $\mu\text{V}$  = microvolts; ms = milissegundos; DP = desvio padrão

relação  $b/a$ , parâmetro útil no diagnóstico das doenças que afetam a camada de fotorreceptor e a camada interna da retina foram de  $2,5 \pm 0,7$  e mediana de 2,4. A relação  $b/a$  quando comparada entre os dois sexos não demonstrou nenhuma diferença estatística significativa.

## DISCUSSÃO

A recomendação feita pela ISCEV de padronização dos valores de normalidade e também da forma de realização do exame de eletrorretinograma é de grande importância na prática diária

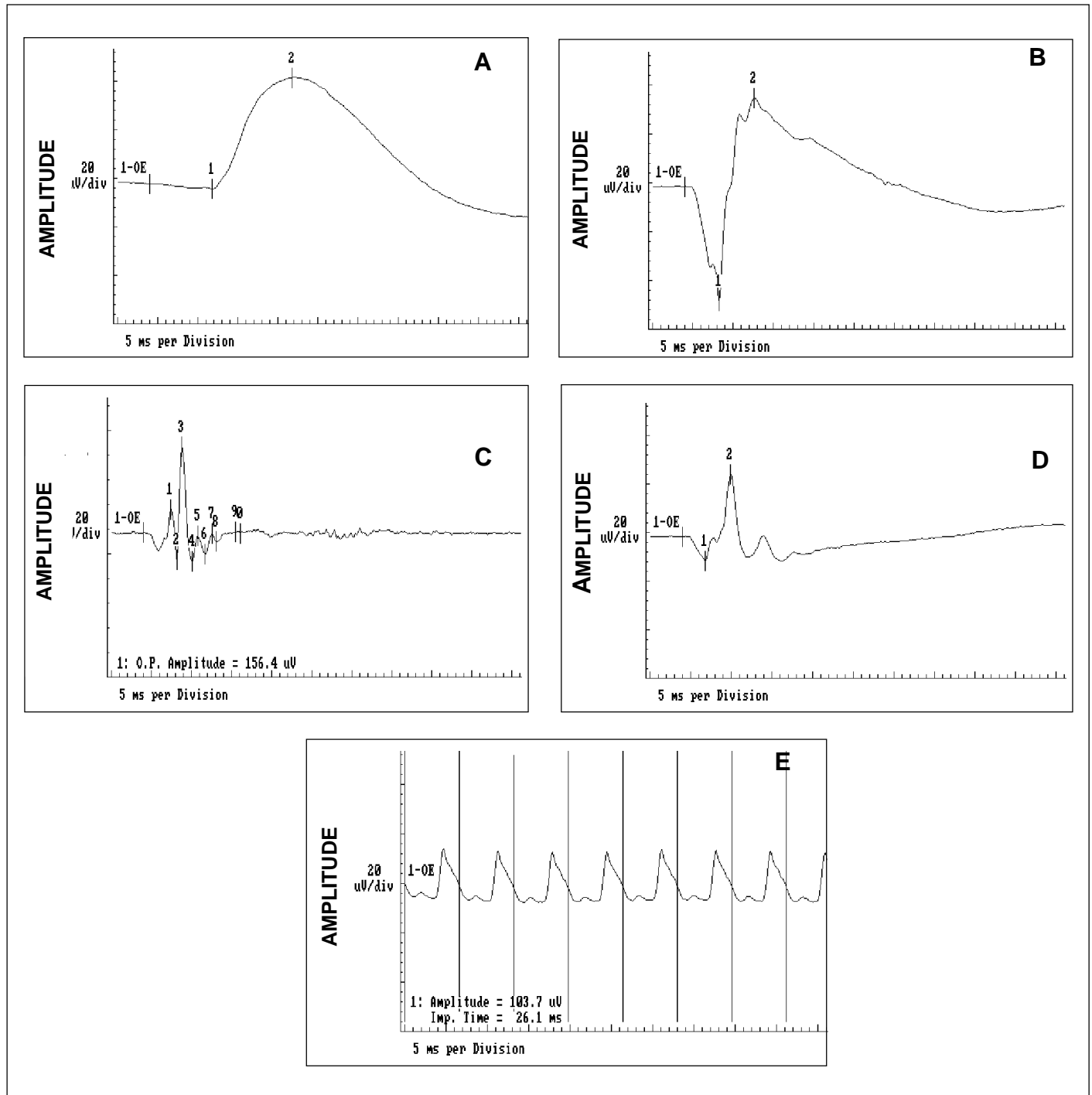


Figura 2 - Exemplo de ERG de campo total registrado com eletrodo de lente de contato bipolar de acordo com o protocolo padrão da ISCEV em voluntário adulto jovem normal (ERG343). Os registros apresentados representam a média de 20 apresentações dos estímulos para: A. Resposta escotópica de bastonetes; B - Resposta escotópica máxima; C. Resposta escotópica de potenciais oscilatórios; D. Resposta fotópica de cones. O registro E. representa a média de 50 apresentações dos estímulos para o flicker 30 Hz

**Tabela 2 - Valores normativos de amplitude pico a pico ( $\mu\text{V}$ ), relação *b/a* e tempo de culminação da onda-*b* (ms) para as 5 respostas do protocolo padrão do ERG segundo a ISCEV em 42 voluntários jovens normais. Foram calculados os seguintes percentis: 2,5 - 97,5, sendo os valores de mediana também apresentados.**

Amplitude ( $\mu\text{V}$ )	2,5 percentil	Mediana	97,5 percentil
Resposta escotópica de bastonetes	152,8	234,8	375,8
Resposta escotópica máxima	235,4	383,4	527,6
Potenciais oscilatórios	104,9	179,0	278,7
Resposta fotópica de cones	55,2	91,5	186,5
Flicker 30Hz	31,9	62,9	127,9
<b>Relação <i>b/a</i></b>	1,5	2,4	3,8
<b>Tempo de culminação (ms)</b>			
Resposta escotópica de bastonetes	75,5	84,3	97,5
Resposta escotópica máxima	42,5	45,5	49,0
Resposta fotópica de cones	26,0	27,8	30,0
Flicker 30Hz	26,1	27,8	30,4

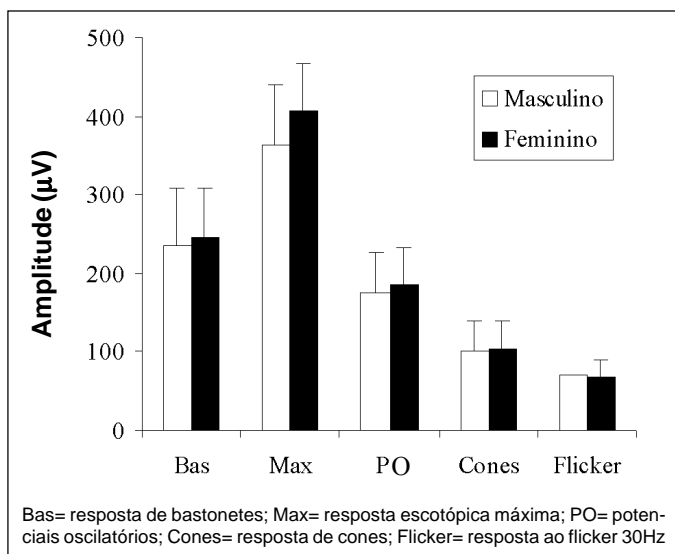
ERG = Eletrorretinograma; ISCEV = International Society for Clinical Electrophysiology of Vision;  $\mu\text{V}$  = microvolts; ms = milissegundos

de um laboratório de eletrofisiologia visual. Dados normativos obtidos em outro laboratório por vários motivos não podem ser utilizados como parâmetros de normalidade, já que raramente os laboratórios de eletrofisiologia usam exatamente o mesmo equipamento para aquisição das respostas, os mesmos procedimentos na aquisição dos dados. Pode haver diferenças nos eletrodos utilizados na realização do ERG e a configuração da cúpula de Ganzfeld não é a mesma em todos os laboratórios, justificando a necessidade de dados normativos próprios<sup>(12)</sup>.

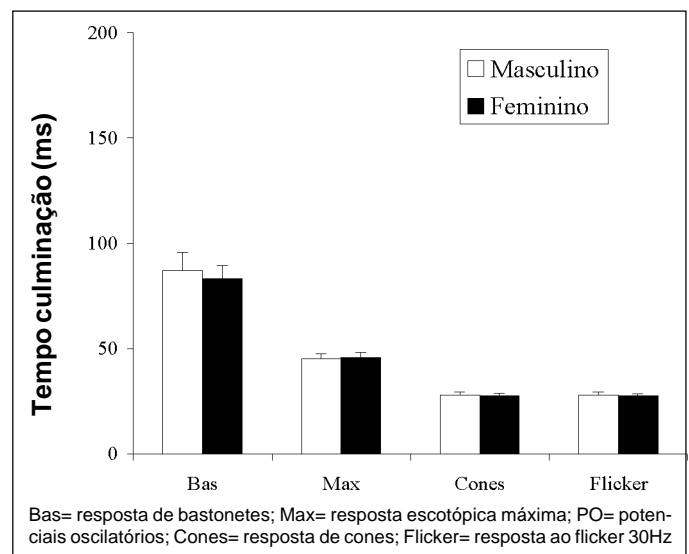
É fundamental que possamos comparar os resultados dos achados eletrorretinográficos obtidos neste estudo com dados prévios existentes na literatura<sup>(5-6,12,14)</sup>. Comparando-se os valores médios do grupo de 42 adultos jovens na faixa etária de 15 a 26 anos deste estudo com os dados normativos de

Birch e Anderson<sup>(6)</sup>, os valores são muito semelhantes tanto para amplitude pico a pico como para o tempo de culminação da onda-*b*. Provavelmente a semelhança encontrada deve-se ao fato de que foi empregada neste estudo o mesmo tipo de eletrodo (bipolar com filamento de ouro) utilizado por aqueles autores e também metodologia muito parecida em termos de intervalos interestímulos. Apesar de haver diferença no tipo de estimulação do flicker 30 Hz, visto que neste estudo esta resposta foi colhida em situação fotópica e na do estudo citado, em situação escotópica, os resultados foram comparáveis, confirmando estudos anteriores<sup>(15)</sup>. O único parâmetro que não pode ser comparado foi a amplitude dos potenciais oscilatórios, visto que os mesmos não foram relatados no estudo de Birch e Anderson<sup>(6)</sup>.

Ao utilizar-se a mediana e respectivos percentis para 2,5 e



**Figura 3 - Médias de amplitude pico a pico ( $\mu\text{V}$ ) e respectivos desvios-padrão das 5 respostas do protocolo padrão do ERG para os sexos masculino e feminino**



**Figura 4 - Médias do tempo de culminação da onda-*b* (ms) para resposta de bastonetes, máxima resposta, resposta de cones e resposta ao flicker 30 Hz para os sexos masculino e feminino**

**Tabela 3 - Amplitude pico a pico ( $\mu\text{V}$ ), relação *b/a* e tempo de culminação da onda-*b* (ms) referente às cinco respostas do protocolo padrão do ERG para os voluntários do sexo feminino. Foram calculados os seguintes percentis: 2,5 - 97,5, sendo os valores de mediana também apresentados**

<b>Amplitude (<math>\mu\text{V}</math>)</b>	<b>2,5 percentil</b>	<b>Mediana</b>	<b>97,5 percentil</b>
Resposta escotópica de bastonetes	167,7	232,2	360,2
Resposta escotópica máxima	306,6	404,8	507,6
Potenciais oscilatórios	123,4	179,7	271,1
Resposta fotópica de cones	61,8	95,2	177,1
Flicker 30Hz	41,8	59,1	115,2
<b>Relação <i>b/a</i></b>	1,2	2,5	4,3
<b>Tempo de culminação (ms)</b>			
Resposta escotópica de bastonetes	74,4	83,3	95,0
Resposta escotópica máxima	42,5	46,0	50,4
Resposta fotópica de cones	25,8	27,5	29,7
Flicker 30Hz	25,8	27,5	29,7

$\mu\text{V}$  = microvolts; ERG=Eletrorretinograma; *b/a*=relação da amplitude da onda-*b* e onda-*a*; ms=milissegundos; Flicker = resposta ao flicker 30 Hz

97,5 como recomendado pela ISCEV<sup>(3)</sup>. Os resultados foram comparáveis tanto para amplitude pico a pico como para o tempo de culminação da onda-*b*, para todas as respostas, com exceção dos potenciais oscilatórios. Com relação a esta discrepância, foram utilizados métodos de análise da amplitude diferentes, visto que outros autores<sup>(12)</sup> utilizaram apenas a amplitude do pico mais proeminente (segundo pico) e no presente estudo foi calculada a amplitude dos potenciais oscilatórios levando-se em consideração todas as picos das ondículas e não somente o segundo. Outras diferenças entre os dois estudos estão no tipo de eletrodo (eletrodo monopolar de filamento do tipo DTL) e no sistema de aquisição de dados. Essa forma de determinação do intervalo de normalidade através do percentil tem sido recomendada<sup>(12)</sup>, devido muitas vezes os dados não seguirem estritamente a distribuição normal (Gaussiana).

A comparação com estudo relatado na literatura nacional<sup>(5)</sup>, em que foi avaliada faixa etária aumentada, porém com o mesmo número de indivíduos, mostrou valores discrepantes para amplitude em todas as respostas, exceto para a resposta de bastonetes. Uma explicação para este fato pode ser a diferença do tipo de eletrodo empregado (ERG-Jet monopolar), no entanto, ao compararmos os intervalos de confiança de ambos os estudos os valores são concordantes. Outro estudo nacio-

nal<sup>(14)</sup> foi utilizado para comparação, porém com a ressalva de que não foi feito o protocolo padrão da ISCEV, sendo que três das 5 respostas (resposta máxima, cones e flicker 30 Hz) foram comparáveis em termos de amplitude, apesar da diferença entre eletrodos e sistema de aquisição de dados.

A análise da amplitude e do tempo de culminação com relação ao sexo demonstrou haver diferença estatística significativa apenas na amplitude da resposta escotópica máxima, apesar de notarmos que a amplitude pico-a-pico da onda-*b* seja discretamente maior e o tempo de culminação discretamente menor no sexo feminino nos outros parâmetros do protocolo padrão, estando de acordo com vários trabalhos que concluíram haver diferença estatisticamente significativa na amplitude da onda-*b* entre os dois sexos, sendo a amplitude da onda-*b* maior e o tempo de culminação menor no sexo feminino<sup>(16-17)</sup>, a razão para esta diferença não foi explicada<sup>(16)</sup>.

Neste estudo foi escolhido por sorteio apenas um dos olhos, fato este recomendado para que não haja um aumento artificial no poder estatístico da amostra<sup>(5,14)</sup>. Os dois olhos poderiam ser usados no estudo, porém a análise estatística deveria ser efetuada separadamente<sup>(5)</sup>.

A relação *b/a* ficou dentro dos valores descritos anteriormente na literatura<sup>(4,12)</sup>. Redução na relação *b/a* podem apare-

**Tabela 4 - Amplitude pico a pico ( $\mu\text{V}$ ), relação *b/a* e tempo de culminação da onda-*b* (ms) referente às cinco respostas do protocolo padrão do ERG para os voluntários do sexo masculino. Foram calculados os seguintes percentis: 2,5 - 97,5, sendo os valores de mediana também apresentados**

<b>Amplitude (<math>\mu\text{V}</math>)</b>	<b>2,5 percentil</b>	<b>Mediana</b>	<b>97,5 percentil</b>
Resposta escotópica de bastonetes	129,9	239,0	389,1
Resposta escotópica máxima	227,2	374,9	507,4
Potenciais oscilatórios	90,7	178,7	271,2
Resposta fotópica de cones	52,7	90,1	179,6
Flicker 30Hz	30,7	64,4	136,2
<b>Relação <i>b/a</i></b>	1,7	2,2	3,3
<b>Tempo de culminação (ms)</b>			
Resposta escotópica de bastonetes	76,5	86,1	103,8
Resposta escotópica máxima	43,0	45,0	48,3
Resposta fotópica de cones	26,0	28,0	31,1
Flicker 30Hz	26,1	27,7	31,3

ERG = Eletrorretinograma;  $\mu\text{V}$  = microvolts; ms = milissegundos; *b/a* = relação da amplitude da onda-*b* e onda-*a*; Flicker = resposta ao flicker 30 Hz

**Tabela 5 - A média com seu respectivo desvio padrão e o intervalo de confiança para amplitude da onda-a, amplitude da onda-b ( $\mu\text{V}$ ) e relação b/a dos 42 voluntários normais e os grupos separados por sexo são descritos na tabela abaixo**

Amplitude ( $\mu\text{V}$ )	Média ( $\pm\text{DP}$ )	Mediana	Intervalo de confiança (95%)
<b>42 voluntários normais</b>			
Onda-a	161,2 $\pm$ 46,7	154,9	147,1 – 175,3
Onda-b	383,9 $\pm$ 88,1	377,9	357,3 – 410,5
Relação b/a	2,5 $\pm$ 0,7	2,4	2,3 – 2,7
<b>Amplitude (<math>\mu\text{V}</math>)</b>			
<b>Voluntários do sexo feminino</b>			
Onda-a	158,0 $\pm$ 49,9	154,0	137,2 – 179,0
Onda-b	399,0 $\pm$ 95,7	391,3	359,0 – 439,0
Relação b/a	2,7 $\pm$ 0,9	2,5	2,3 – 3,1
<b>Amplitude (<math>\mu\text{V}</math>)</b>			
<b>Voluntários do sexo masculino</b>			
Onda-a	164,7 $\pm$ 44,0	167,0	145,4 – 184,0
Onda-b	367,1 $\pm$ 77,9	374,9	333,0 – 401,2
Relação b/a	2,3 $\pm$ 0,5	2,2	2,1 – 2,5

$\mu\text{V}$  = microvolts; b/a = relação da amplitude da onda-b e onda-a; DP = desvio padrão

cer em doenças como cegueira noturna estacionária, oclusão da veia central da retina e retinosquise<sup>(12)</sup>.

Os dados normativos deste estudo foram calculados de acordo com a recomendação da ISCEV com intervalo de confiança de 95%. No laboratório de Eletrofisiologia Visual Clínica do Departamento de Oftalmologia da Universidade Federal de São Paulo é usado dentre todos os parâmetros apresentados o intervalo de confiança de 95% na elaboração de seus resultados, caso o resultado do exame fique abaixo dos limites de normalidade é calculada a porcentagem que esse valor ficou abaixo do limite inferior de normalidade.

## CONCLUSÕES

Os valores encontrados estão de acordo com dados normativos da literatura e são fundamentais para a comparação de casos com suspeita de disfunção retiniana na mesma faixa etária. Inclusão de outras faixas etárias e o aumento no número de sujeitos testados são necessários para estender a faixa etária de normalidade do ERG.

## ABSTRACT

**Purpose:** To determine normative data for full-field electroretinogram (ERG) in a healthy young adult group, according to the guidelines of a standard protocol recommended by the International Society for Clinical Electrophysiology of Vision (ISCEV). **Methods:** A group of 42 healthy normal volunteers aged from 15 to 26 years (mean=20.8  $\pm$  2.9 years) was recruited. Full-field electroretinogram (ERG) was recorded using a bipolar contact lens electrode according to the International Society for Clinical Electrophysiology of Vision standard protocol, including the following responses: a) scotopic rod response; b) scotopic maximal response; c) scotopic response for oscil-

latory potentials; d) photopic single-flash cone response and e) photopic 30 Hz flicker for cone response. **Results:** Mean ( $\pm$  1 SD) peak-to-peak amplitude was 241.1  $\pm$  66.9  $\mu\text{V}$  for rod response; 385.4  $\pm$  71.8  $\mu\text{V}$  for maximal response; 180.6  $\pm$  48.6  $\mu\text{V}$  for oscillatory potentials; 102.6  $\pm$  36.3  $\mu\text{V}$  for single-flash cone response and 69.2  $\pm$  26.6  $\mu\text{V}$  for light adapted 30 Hz flicker response. Mean b-wave implicit time was 85.2  $\pm$  7.6 ms for rod response; 45.6  $\pm$  2.0 ms for maximal response; 27.8  $\pm$  1.2 ms for single-flash cone response and 27.9  $\pm$  1.2 ms for 30 Hz flicker response. Comparable values were obtained from males and females, but the scotopic maximal response of females showed statistically larger amplitudes ( $t=2.06$ ;  $P=0.04$ ). **Conclusions:** The results obtained in this study are comparable to those previously reported in the literature and will be helpful to evaluate patients with several retinal disorders. Inclusion of other age groups will provide extended normative data.

**Keywords:** Electroretinography/standardization; Reference values; Adult

## REFERÊNCIAS

1. Riggs LA. Continuous and reproducible records of the electrical activity of the human retina. *Proc Soc Exp Biol Med* 1941;48:204-7.
2. De Rouck, AF. History of the electroretinogram. In: Heckenlively JR, Arden GB editors. Principles and practice of clinical electrophysiology of vision. St. Louis: Mosby Year Book; 1991. p.5-13.
3. Marmor MF, Zrenner E. Standard for clinical electroretinography (1999 update). International Society for Clinical Electrophysiology of Vision. *Doc Ophthalmol* 1998-99;97:143-56.
4. Birch DG. Clinical electroretinography. In: Fuller DG, Birch DG. Assessment of visual function for the clinician. *Ophthalmol Clin North Am* 1989;2:469-98.
5. Paranhos FRL, Avila MP, Paranhos A, Cialdini AP. Estudo estatístico de valores normais do eletrorretinograma: contribuição à padronização do exame. *Arq Bras Oftalmol* 1997;60:278-84.
6. Birch DG, Anderson JL. Standardized full-field electroretinography. Normal values and their variation with age. *Arch Ophthalmol* 1992;110:1571-6.
7. Dantas AM. Eletrorretinografia. In: Dantas AM, Costa JGC, Pacini Neto L,

- Yamane R, Elias CA. Eletrofisiologia ocular. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 1995. p.227-59. (Biblioteca Brasileira de Oftalmologia)
8. Oréfice F, Gonçalves ER, Siqueira RC, Nehemy MB. Estudo de 21 casos de neurorretinite subaguda unilateral difusa (DUSN); dois casos com larva móvel sub-retiniana. *Rev Bras Oftalmol* 1994;53:23-45.
  9. Henkes HE. Electroretinography in circulatory disturbances of the retina. I. Electroretinogram in cases of occlusion of the central vein or one of its branches. *Arch Ophthalmol* 1953;49:190-201.
  10. Karpe G, Uchermann A. The clinical electroretinogram. IV. The Electroretinogram in circulatory disturbances of the retina. *Arch Ophthalmol* 1955; 33:493-516.
  11. Johnson MA. b/a-Wave amplitude ratios in retinal vascular disease. In: Heckenlively JR, Arden GB, editors. Principles and practice of clinical electrophysiology of vision. St Louis: Mosby Year Book; 1991. p.531-6.
  12. Jacobi PC, Miliczec K, Zrenner E. Experiences with the international standard for clinical electroretinography: normative values for clinical practice, interindividual and intraindividual variations and possible extensions. *Doc Ophthalmol* 1993;85:95-114.
  13. Flores-Guevara R, Renault F, Ostré C, Richard P. Maturation of the electroretinogram in children: stability of the amplitude ratio a/b. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1996;100:422-7.
  14. Costa RHM, Takahashi, WY, Dias, NT. Normatização do eletrorretinograma. *Rev Bras Oftalmol* 1998;57:375-8.
  15. Birch DG. Flicker electroretinography: Principles and practice of clinical electrophysiology of vision. London: Oxford Press; 1991. p.348-51.
  16. Vainio-Mattila B. The clinical electroretinogram II. The difference between the electroretinogram in men and women. *Acta Ophthalmol* 1951;29:25-32.
  17. 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* 1968;Suppl 99:7-77.

## **Congresso sobre a Inclusão Educacional do Aluno com Baixa Visão**

**23 e 24 de Maio de 2003**

**Centro de Convenções Rebouças - São Paulo - SP**

**INFORMAÇÕES:** Tels.: (11) 3069-6289 / 3069-7217  
com Edson ou Cristina