

F-ERG 信号滤波及参数差异分析研究

方晏红¹, 王琼华¹, 苟文军¹, 沈强², 李颖媛³, 冉瑞金⁴

作者单位:¹(629000) 中国四川省遂宁市中心医院眼科;
²(402200) 中国重庆市, 江津市人民医院眼科;³(610000) 中国四川省成都市第六人民医院眼科;⁴(445000) 中国湖北省恩施市, 湖北民族学院附属医院眼科

作者简介: 方晏红, 毕业于重庆医科大学, 硕士, 主治医师, 研究方向: 糖尿病视网膜病变。

通讯作者: 方晏红. syykfang@163.com

收稿日期: 2014-07-04 修回日期: 2014-10-27

Signal filtering and parameter variance analysis from flash electroretinogram

Yan-Hong Fang¹, Qiong-Hua Wang¹, Wen-Jun Gou¹, Qiang Shen², Ying-Yuan Li³, Rui-Jin Ran⁴

¹Department of Ophthalmology, Suining Central Hospital, Suining 629000, Sichuan Province, China; ²Department of Ophthalmology, Jiangjin People's Hospital, Chongqing 402200, China; ³Department of Ophthalmology, the Sixth People's Hospital of Chengdu, Chengdu 610000, Sichuan Province, China; ⁴Department of Ophthalmology, Affiliated Hospital of Hubei University for Nationalities, Enshi 445000, Hubei Province, China

Correspondence to: Yan-Hong Fang. Department of Ophthalmology, Suining Central Hospital, Suining 629000, Sichuan Province, China. syykfang@163.com

Received: 2014-07-04 Accepted: 2014-10-27

Abstract

• **AIM:** To accurately measure the implicit time and amplitude of a-, b-wave from flash electroretinogram (ERG) through filtering technology, eliminate oscillatory potentials interference.

• **METHODS:** Full-field ERGs were recorded in 30 eyes of 15 physical check-ups, measured the implicit time and amplitude of a-, b-wave, when the passband was set at 0.6 ~ 300Hz and 0.6 ~ 70Hz, and correlation was performed among those results by paired *t*-test.

• **RESULTS:** When the passband was set at 0.6 ~ 70Hz, a-, b-wave had a single peak, compared with the passband was set at 0.6 ~ 300Hz, the implicit time of a-, b-wave was prolonged, amplitude was decreased ($P < 0.01$).

• **CONCLUSION:** A passband of 0.6 ~ 70Hz was the best choice to obtain smooth a- and b-waves from the original ERG, It could accurately measure the implicit time and amplitude of a-, b-wave.

• **KEYWORDS:** electroretinogram; retina; oscillatory potentials

Citation: Fang YH, Wang QH, Gou WJ, et al. Signal filtering and parameter variance analysis from flash electroretinogram. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2014;14(11):2031-2033

摘要

目的: 通过滤波技术, 排除震荡电位干扰, 准确测量闪光视网膜电图 a 波、b 波的隐含期及振幅。

方法: 对 15 例 30 眼门诊健康体检者行闪光视网膜电图检查, 通频带为 0.6 ~ 300Hz 和 0.6 ~ 70Hz 时, 分别测量 a 波、b 波的隐含期及振幅, 并进行对比分析, 采用配对 *t* 检验。

结果: 将通频带设置为 0.6 ~ 70Hz 时, a 波、b 波表现为单峰, 对比通频带为 0.6 ~ 300Hz 时, a 波、b 波的隐含期延长, 振幅下降 ($P < 0.01$)。

结论: 将通频带设置为 0.6 ~ 70Hz 时能获得光滑的 a 波、b 波波形, 能准确测量 a 波、b 波的隐含期及振幅。

关键词: 视网膜电图; 视网膜; 震荡电位

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2014.11.32

引用: 方晏红, 王琼华, 苟文军, 等. F-ERG 信号滤波及参数差异分析研究. *国际眼科杂志* 2014;14(11):2031-2033

0 引言

视网膜电图 (electroretinogram, ERG) 是目前唯一可以客观反映视网膜功能的一项非侵入式检查。全视野闪光 ERG 是光刺激引起整个视网膜各级神经元电反应的总和, 能在细胞水平反映视网膜各层的功能, 是临床中应用最广泛电生理检查之一^[1]。但临床中发现, ERG 图形中的 a-波、b-波具有多个谷及峰, 不便于准确测量。该研究拟通过滤波技术, 剔除高频电波影响, 准确测量 ERG 的主要参数, 探讨结果是否有差异性。

1 对象和方法

1.1 对象 选择门诊健康体检者 15 例 30 眼, 其中男 1 例, 女 14 例, 年龄 37 ~ 60 (平均 48.27) 岁。纳入条件为:

(1) 眼部一般检查未见异常; (2) 最佳矫正视力 ≥ 0.8 , 屈光度 $\leq 3.0D$; (3) 无糖尿病、高血压、血液病、肾功能不全等全身疾病史; (4) 依从性好, 所得 ERG 图形清晰, 所测值重复性好; (5) 既往无任何眼科手术史。所有受试者在检查前均取得知情同意, 并签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 全视野闪光 ERG 记录 参照国际临床视觉电生理学会 (ISCEV) 标准 (2008)^[2], 应用眼电生理检查系统 (RetiMINER-S), 对所有受试者进行双眼全视野闪光 ERG 检查: 暗适应 0.01 反应, 暗适应 3.0 反应, 暗适应振荡电位反应, 明适应 3.0 反应、明适应 30Hz 闪烁光反应。每项检查重复一次, 得到重复性好的曲线并保存, 取其中一条记录分析。

1.2.2 滤波 已有研究表明人类 a 波、b 波峰频率小于 25Hz, 如图 1 所示, 将通频带调整为 0.6 ~ 70Hz, 可完整提取人的 a 波、b 波特征, 并去除振荡电位 (oscillatory potentials, OPs) 等高频的干扰。测量方法参照 ISCEV 推荐方法, 记录 a 波、b 波的波幅及隐含期。

| ERG 参数 | 滤波前 | 滤波后 | <i>t</i> | <i>P</i> |
|-------------|-------------|-------------|----------|----------|
| 暗适应 0.01 反应 | | | | |
| b-波隐含期(ms) | 64.47±3.701 | 67.6±2.11 | 4.894 | <0.01 |
| b-波振幅(μV) | 148.7±34.37 | 100.3±22.45 | 17.92 | <0.01 |
| 暗适应 3.0 反应 | | | | |
| a-波隐含期(ms) | 23.49±1.340 | 26.5±1.66 | 9.393 | <0.01 |
| a-波振幅(μV) | 144.0±31.27 | 105±24.57 | 12.33 | <0.01 |
| b-波隐含期(ms) | 43.04±2.666 | 46.6±2.39 | 7.465 | <0.01 |
| b-波振幅(μV) | 306.5±61.41 | 260.7±52.22 | 10.24 | <0.01 |
| 明适应 3.0 反应 | | | | |
| a-波隐含期(ms) | 17.25±0.981 | 21.95±0.69 | 22.97 | <0.01 |
| a-波振幅(μV) | 27.97±8.011 | 21.3±6.36 | 7.127 | <0.01 |
| b-波隐含期(ms) | 33.32±2.655 | 39.9±1.30 | 13.88 | <0.01 |
| b-波振幅(μV) | 95.25±24.15 | 74.63±18.86 | 11.51 | <0.01 |

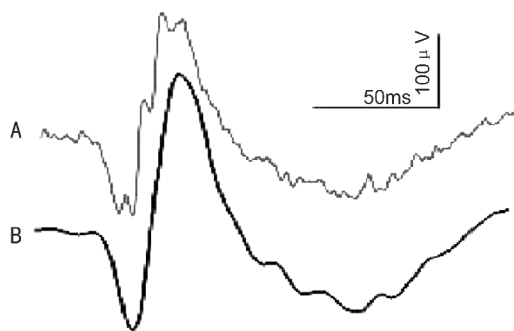


图 1 全视野闪光 ERG 暗适应 3.0 反应 通频带宽 0.6 ~ 300Hz 时所见图 A, a 波、b 波具有多个峰;通频带宽调整为 0.6 ~ 70Hz 时所见图 B, a 波、b 波均为单峰。

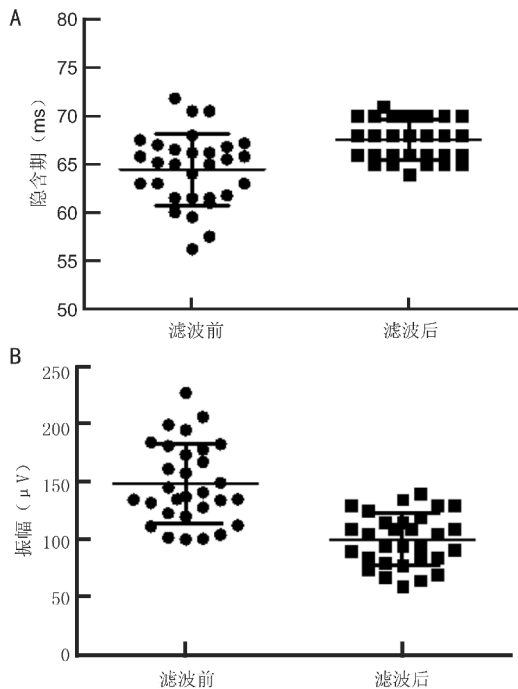


图 2 暗适应 0.01 ERG 反应 A: b-波隐含期; B: b-波振幅。

统计学分析: 采用统计学软件 Graph Pad Prism 5 (San Diego, CA, USA) 中的配对 *t* 检验行统计分析。统计中各项参数均用 $\bar{x} \pm s$ 表示。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 F-ERG 各波主要成分 F-ERG 各波主要成分见表 1。

2.2 F-ERG 暗适应 0.01 反应滤波前后的 b-波的隐含期及波幅 暗适应 0.01 反应在滤波后表现为隐含期延长 ($t = 4.894, P < 0.01$), 振幅下降 ($t = 17.92, P < 0.01$), 见图 2。

2.3 F-ERG 暗适应 3.0 反应滤波前后的 a-波、b-波的隐含期及波幅 暗适应 3.0 反应在滤波后表现为 a 波、b 波隐含期延长 ($t = 9.393, P < 0.01; t = 7.465, P < 0.01$), a 波、b 波振幅下降 ($t = 12.33, P < 0.01; t = 10.24, P < 0.01$), 见图 3。

2.4 F-ERG 明适应 3.0 反应滤波前后的 a-波、b-波的隐含期及波幅 明适应 3.0 反应在滤波后表现为 a 波、b 波隐含期延长 ($t = 22.97, P < 0.01; t = 13.88, P < 0.01$), a 波、b 波振幅下降 ($t = 7.127, P < 0.01; t = 11.51, P < 0.01$), 见图 4。

3 讨论

闪光 ERG 的主要成分为 a 波、b 波及 OPs 三部分, 因滤波器使用不当, 多数有关视网膜电图的研究没有将 ERG 中高频的 OPs 成分剔除, 并严重影响了 a 波、b 波的测量。近年频域分析被引入 ERG 的分离^[3-6]。通过在记录系统上正确设置滤波器去掉低频和干扰信号的干扰, 获得了相对纯化的震荡电位, 使正确测量 a 波、b 波及 OPs 成为可能。近期研究提示 a-b 复合波的频率范围为 (25.22±6.56) ~ (32.47±3.68) Hz^[7]; 同时 lei 等^[8]对基因敲除鼠进行研究, 发现视杆细胞和核视锥细胞引发的 OPs 的峰频率分别为 100 ~ 120Hz 和 70 ~ 85Hz; 银娟萍等^[9]研究正常成年人暗适应 (以视杆细胞为主) 及明适应 (以视锥细胞为主) ERG, 显示其 OPs 峰频率分别为 125.3±9.9Hz 和 79.5±6.8Hz; 目前国际临床视觉电生理学会 (ISCEV) 标准 (2008) 行检查时通频带设置为 0.3 ~ 300Hz, 所得到的 a 波、b 波必然受到 OPs 的影响, 导致测量结果不准确。由此, 本研究将通频带设置在 0.6 ~ 70Hz, 可滤过 OPs 等高频的影响, 并且最大限度保留 a 波、b 波的特性, 使多峰谷成为单一的峰谷, 更准确测量 a 波、b 波, 为后期研究提供准确的依据。该研究发现, 在去除 OPs 的影响后, a 波、b 波的隐含期均表现为延长; 其原因可能为 OPs 为正向高频小波, 重叠在 a 波及 b 波之上, 导致波形的峰谷前移所致; 同时 a 波、b 波的振幅均表现为下降, 也可以为此原因。

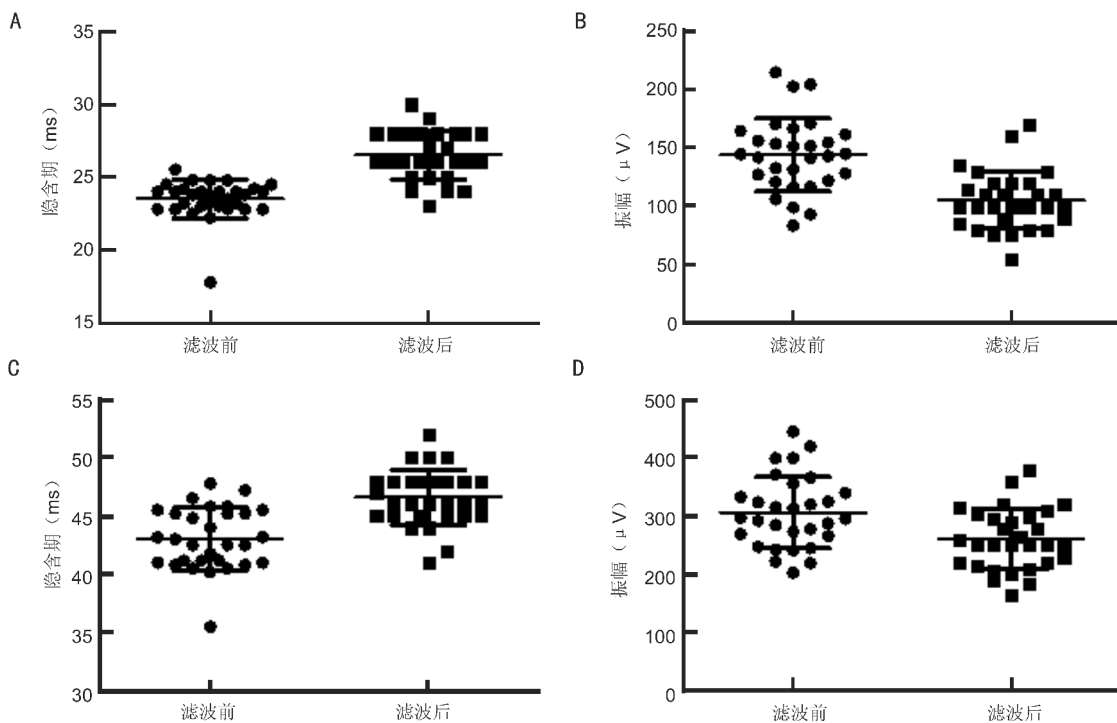


图3 暗适应3.0ERG反应 A:a波隐舍期;B:a波振幅;C:b波隐舍期;D:b波振幅。

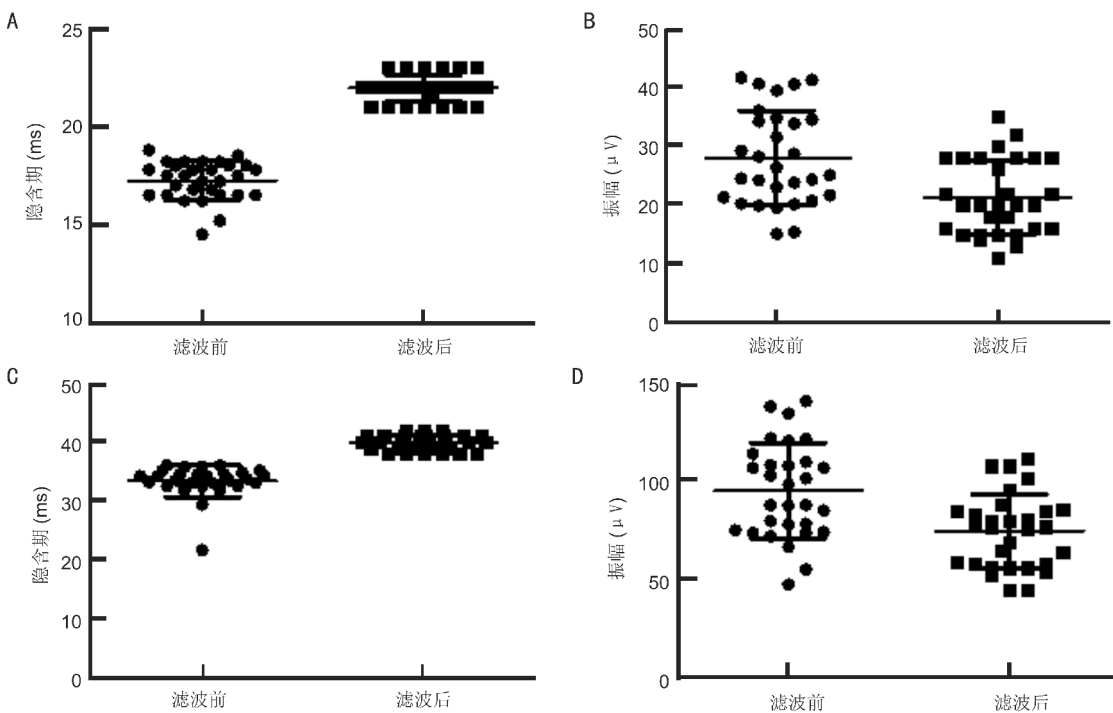


图4 明适应3.0ERG反应 A:a波隐舍期;B:a波振幅;C:b波隐舍期;D:b波振幅。

总之,闪光 ERG 是研究视网膜功能的重要方法之一,准确测量 a 波、b 波为后期视网膜疾病的研究提供重要参考依据;我们将就此测量方法进一步应用到早期糖尿病视网膜病变的研究当中,希望能找出早期诊断糖尿病视网膜病变的客观指标。

参考文献

1 方晏红,张学东,雷博,等. 视网膜电图震荡电位的研究进展及其在糖尿病视网膜病变中的应用. 中华眼底病杂志 2013;29(1):106-108
 2 Marmor MF, Fulton AB, Holder GE, et al. ISCEV Standard for full-field clinical electroretinography (2008 update). *Doc Ophthalmol* 2009; 118(1):69-77
 3 田维龙,李海生. 正常闪光视网膜电图的频域分析. 眼科研究 1994;12(2):121-124

4 谢楠,郭学谦,田蓓,等. 闪光视网膜电图时域、频域联合分析评价慢性高血压模型大鼠的视网膜功能. 中国组织工程研究与临床康复 2009;13(22):4281-4286
 5 梁小玲. 糖尿病性视网膜病变视网膜电图振荡电位的频域和时域分析. 中国实用眼科杂志 1998;16(8):458-461
 6 叶洪金,韩铁. 正常大鼠视网膜电图振荡电位时域和频域分析. 眼科研究 1996;14(2):98-99
 7 陈子和,郑昌伟,雷博,等. 健康人视网膜电图 a 波和 b 波数字滤波纯化研究. 中华眼科杂志 2013;49(12):1064-1068
 8 Lei B, Yao G, Zhang K, et al. Study of rod- and cone-driven oscillatory potentials in mice. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47(6):2732-2738
 9 银娟萍,雷博,彭惠,等. 人类视网膜电图暗适应及明适应震荡电位的参数特征. 南方医科大学学报 2011;31(12):2057-2060