文章编号:1000-5404(2007)07-0629-03

论著

实验性暗区对多焦视觉诱发电位的影响

胡晓鹏[1],黄时洲[2],江福钿[2],龙时先[2],梁炯基[2],吴德正[2],吴乐正[2]　([1]重庆医科大学附属第二医院眼科,重庆 400010;[2]中山大学中山眼科中心,广州 510060)

提　要: 目的　探讨实验性暗区对多焦视觉诱发电位的影响。**方法**　应用 VERIS Science 4.0 视觉诱发反应图像系统对 10 例(20 只眼)正常人进行 mf-VEP 检测,每例受试者在同一测试时间共进行 6 次测试,左右眼各 3 次。右眼分别进行全视野测试和遮盖上半视野、遮盖下半视野测试;左眼分别进行全视野测试和遮盖中央 3 环视野、遮盖鼻下 1/4 视野测试。通过 VERIS 软件分析 mf-VEP 的二阶一次反应,并对不同视野区域遮盖前后的 mf-VEP 分区进行比较。**结果**　所有受试者 mf-VEP 在遮盖的视野区域出现振幅反应密度或振幅总和反应明显降低,潜伏期延长不明显,部分波形呈平坦型;在未遮盖的大部分视野区域振幅反应密度无变化,仅局部区域下降,统计学检验有显著性差异($P<0.05$)。**结论**　mf-VEP 可发现实验性暗区的影响,其改变与视野具有对应一致性,可以用于临床检测,但在分析时应根据不同的情况划分不同的区域进行比较。

关键词: 多焦视觉诱发电位;实验性暗区;正常人
中图法分类号: R339.141; R339.145; R770.43　　**文献标识码**: A

Effect of experimental scotoma on multifocal visual evoked potential

HU Xiao-peng[1], HUANG Shi-zhou[2], JIANG Fu-tian[2], LONG Shi-xian[2], LIANG Jiong-ji[2], WU De-zheng[2], WU Le-zheng[2] ([1]Department of Ophthalmology, The Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400010, [2]Zhongshan Ophthalmic Center, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510060, China)

Abstract: Objective　To investigate the influence of experimental scotoma on multifocal visual evoked potential (mf-VEP). Methods　The mf-VEP of 10 healthy individuals (20 eyes) was measured with VERIS Science 4.0. Every eye was measured for 3 times. The right eye was measured with full field stimulation and upper hemi-field or lower hemi-field masked. The left eye was measured with full field stimulation and central three-rings area or lower nasal field masked. The first slice responses of the second order in different field were analyzed and compared by VERIS software. Results　The mf-VEP in masked area was undetectable or obviously decreased in all subjects. In most unmasked field, the amplitudes of mf-VEP were not changed, except that in some place decreased slightly with statistically significant difference in comparison to the full field stimulation mode. Conclusion　mf-VEP is influenced with experimental scotoma. The mf-VEP changes are consistent with the visual field masked.

Key words: multifocal visual evoked potential; experimental scotoma; normal individual

20 世纪 90 年代初,Sutter 等[1,2]研制成功了多焦视觉诱发电位(multifocal visual evoked potential, mf-VEP)技术。它采用 m-序列控制刺激图形的翻转,同时分别刺激视网膜多个不同部位,用一个通道常规电极记录多个不同部位的混合反应信号,由计算机把各对应部位的波形分别提取出来,从而可以对视野范围内不同部位的各局部 VEP 进行定量检测,这是当代视觉电生理检查的一大进展[3,4]。由于 mf-VEP 在不同的部位波形变异较大,在不同的个体之间检测结果也存在着较大的差异,其能否应用于临床以及能否反映视野的改变等问题,在国内外存在较大的争议[5-7]。为此我们设计了遮盖实验,检测实验性暗区对 mf-VEP 的影响,从而为 mf-VEP 的临床应用提供客观依据。

1　对象与方法

1.1　对象

正常人 10 例(20 只眼),其中男性 4 例(8 只眼),女性 6 例(12 只眼),年龄 27~51 岁,平均 33.1 岁。裸眼或矫正视力≥1.0,屈光不正≤±2D,眼科常规检查正常,无眼病史及全身病史。每例受试者左、右眼分别进行全视野和遮盖部分刺激区视

作者简介:胡晓鹏(1973-),男,重庆市人,硕士,主治医师,讲师,主要从事玻璃体视网膜疾病、眼底荧光血管造影和视觉电生理的临床和基础方面的研究。电话:(023)63784354, E-mail: hxp1234@21cn.com

收稿日期:2006-03-15;修回日期:2006-10-22

野测试。

1.2 检查方法

检查仪器为美国 EDI 公司产的 VERIS Science 4.0 视觉诱发反应图像系统。刺激器为高亮度高分辨率的 21 英寸黑白监视器，帧频为 75 Hz。屏幕最大亮度为 200 cd/cm^2，最小亮度为 3 cd/cm^2，平均亮度为 101.5 cd/cm^2，对比度为 97%。刺激图形为带图形的飞镖盘(图 1)，对应的视角为 25°。图形中有 60 个小块，小块的面积随离心度增加而增大。60 个小块围成 6 个同心圆环，圆环外周对应的视角从内往外依次为 1.5°、3.0°、5.0°、10.0°、15.0°、25.0°。每个小块包括 16(4×4)个黑白相间的格子，由二元伪随机的 m-系列控制其黑白翻转形成视觉刺激。m-系列的长度为 $2^{14}-1$。受试者固视刺激图形中央，以红外眼底摄像系统监视图像在眼底的部位及图像的聚焦状况。

采用金盘皮肤电极进行记录。电极连接采用 Klistorner 等[8]推荐使用的跨枕部双极记录法：在枕部安置两个电极，两个电极位于距枕骨粗隆上下 2 cm 处。放大器的放大倍数为 100 k，通频带为 3～100 Hz。整个刺激过程分为 8 段，每段的刺激时间为 27.29 s。段与段之间可以让受试者适当休息。

每例受试者进行 6 次测试，左右眼各 3 次。用不透明的黑纸板遮盖部分刺激屏幕，右眼分别进行全视野和上半视野遮盖、下半视野遮盖测试；左眼分别进行全视野和中央 3 环视野遮盖、鼻下 1/4 视野遮盖测试。通过 VERIS 软件分析 mf-VEP 的二阶一次反应(图 2)，其中振幅用反应密度表示，为单位面积(平方度)的纳伏值(nV/deg^2)。

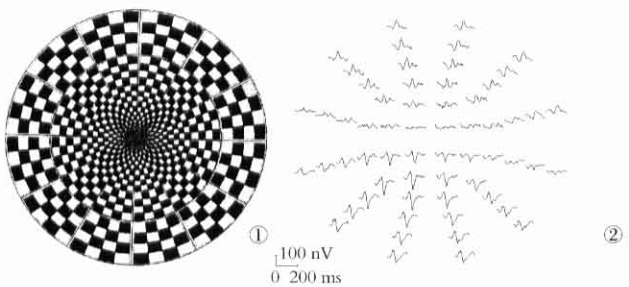


图 1 mf-VEP 刺激图形示意图

图 2 1 例正常人左眼 mf-VEP 二阶一次反应地形图

1.3 统计学处理

我们根据不同的遮盖方式，将 mf-VEP 波形划分不同的区域进行比较。遮盖区域 mf-VEP 划分为平坦型和振幅反应密度明显降低型两型直接统计；未遮盖区域 mf-VEP 的潜伏期和振幅，用 SPSS 8.0 统计软件进行配对 t 检验，分析其潜伏期和振幅改变有无统计学差异。

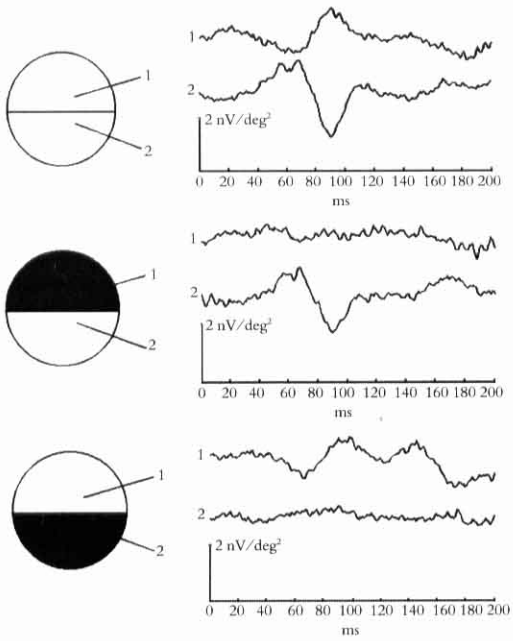
2 结果

2.1 遮盖区 mf-VEP 波形改变

由于本实验采用的是双极记录，上下半视野的极性相反，为避免全视野的抵消效应，应将上下半视野的 mf-VEP 分开进行比较。结果显示：在遮盖的视野区域 mf-VEP 波形明显降低，呈平坦型或振幅明显降低型(表 1)。mf-VEP 波形降低区与视野遮盖区对应一致(图 3,4)。

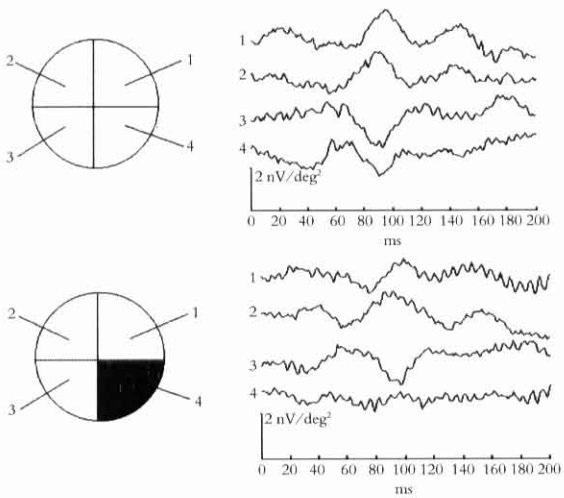
表 1 遮盖区 mf-VEP 波形改变

遮盖方式	总眼数	平坦型(%)	振幅明显降低型(%)
遮盖上半视野	10	7(70)	3(30)
遮盖下半视野	10	6(60)	4(40)
遮盖上中央 3 环视野	10	9(90)	1(10)
遮盖下中央 3 环视野	10	4(40)	6(60)
遮盖鼻下 1/4 视野	10	6(60)	4(40)



1：上半视野；2：下半视野

图 3 1 例正常人左眼全视野(上)和遮盖上半视野(中)、遮盖下半视野(下) mf-VEP 波形图，对应遮盖区 mf-VEP 波形呈平坦型



1：鼻上 1/4 视野；2：颞上 1/4 视野；3：颞下 1/4 视野；4：鼻下 1/4 视野

图 4 1 例正常人左眼全视野(上)和遮盖鼻下 1/4 视野(下) mf-VEP 形图，对应遮盖区(4 区) mf-VEP 波形呈平坦型

2.2　右眼未遮盖视野区域遮盖前后 mf-VEP 比较

右眼未遮盖的下半视野 mf-VEP 振幅反应密度在遮盖后比遮盖前稍有降低，配对 t 检验差异有显著性的意义（$P<0.05$），潜伏期延长不明显，差异无显著性的意义（$P>0.05$）；未遮盖的上半视野 mf-VEP 振幅反应密度和潜伏期均无明显改变，差异无显著性的意义（$P>0.05$）（表 2）。

表 2　右眼未遮盖视野区域遮盖前后 mf-VEP 比较

	潜伏期（ms）		振幅反应密度（nV/deg^2）	
	上半视野	下半视野	上半视野	下半视野
遮盖前	97.95 ± 7.85	96.98 ± 6.44	1.37 ± 0.60	1.79 ± 0.78
遮盖后	100.54 ± 12.15	97.04 ± 10.16	1.42 ± 0.71	1.47 ± 0.88[a]

a：$P<0.05$，与遮盖前比较

2.3　左眼未遮盖视野区域遮盖前后 mf-VEP 比较

2.3.1　左眼中央 3 环视野遮盖前后未遮盖区 mf-VEP 改变

由于 mf-VEP 振幅反应密度随离心度的增加而急剧下降，其视野中央 3 环与周边 3 环的振幅反应密度差别太大，不便于比较，因此在进行视野中央 3 环与周边 3 环的比较时，我们采用振幅的总和反应进行比较。结果显示：在未遮盖的区域（2 区和 4 区）振幅总和反应和潜伏期均无明显改变，配对 t 检验显示差异无显著性意义（$P>0.05$）（表 3）。

表 3　左眼全视野与中央 3 环视野遮盖前后未遮盖区 mf-VEP 改变

	2 区		4 区	
	潜伏期（ms）	振幅总和反应（μV）	潜伏期（ms）	振幅总和反应（μV）
遮盖前	98.46 ± 10.97	0.66 ± 0.25	94.41 ± 4.36	0.79 ± 0.36
遮盖后	100.87 ± 10.27	0.69 ± 0.29	100.43 ± 9.72	0.72 ± 0.41

1 区：中央 3 环上半部；2 区：周边 3 环上半部；3 区：中央 3 环下半部；4 区：周边 3 环下半部

2.3.2　左眼鼻下 1/4 视野遮盖前后未遮盖区 mf-VEP 改变

结果显示：在未遮盖的区域（2 和 3 区）振幅反应密度稍有降低，配对 t 检验显示差异有显著性的意义（$P<0.05$）。

3　讨论

多焦视觉诱发电位（mf-VEP）可以在短时间内同时记录视野范围内多个部位的 VEP，因而可以反映局部视野的 VEP 改变。但是目前检测到的 mf-VEP 存在较大个体差异[2,9]，原因可能有两个：一是个体间脑组织在颅外体表对应的位置存在差异，二是个体间大脑皮层折叠的方式不同，并且视觉区域分布于皮层的位置也可能有所不同。因此，mf-VEP 能否应用于临床以及能否反映视野的改变等问题，目前国内外仍存在着争议。

通过设定实验性暗区，我们观察到在遮盖的视野区域大多数眼波形平坦，其余眼出现 mf-VEP 振幅的明显降低，这表明尽管存在着较大的个体差异，当无信号刺激时，通过 mf-VEP 仍可以将受其影响后大脑皮层电位活动的改变很好地体现出来。

本实验还观察到在部分未遮盖的区域也出现了轻度的振幅反应密度降低，我们考虑可能和以下因素有关：① mf-VEP 重复实验波形本身可能具有一定的变异性。②遮盖部分区域可能造成屏幕总亮度的轻度降低对未遮盖区域有一定的影响，特别是二者交界处刺激图形的明暗度会受到一定影响。③大脑皮层不同部位对于来自不同视野刺激区域的信息处理可能存在着相互联系，当遮盖某个视野刺激区域时，大脑皮层对于未遮盖视野刺激区域的信息处理可能也会受到一定程度的影响。

由于采用双极记录，记录到的上下半视野 mf-VEP 波形极性相反，为避免全视野的抵消效应，在评价 mf-VEP 的波形改变时，应上下半视野单独评价。在本实验中我们根据不同的遮盖方法划分不同的区域将 mf-VEP 分区进行比较，不仅观察到 mf-VEP 在不同区域遮盖前后有明显改变，而且与视野具有很好的对应一致性。mf-VEP 与视野具有对应一致性是很重要的，这使它有可能在具有局部视野缺损疾病（如青光眼）的检测中进行客观性的定量估计。

参考文献：

[1] Sutter E E, Tran D. The field topography of ERG components in man - I. The photopic luminance response[J]. Vision Res, 1992, 32(3): 433 - 446.

[2] Baseler H A, Sutter E E, Klein S A, *et al*. The topography of visual evoked response properties across the visual field[J]. Electroencephalogr Clin Neurophysiol, 1994, 90(1): 65 - 81.

[3] Fortune B, Zhang X, Hood D C, *et al*. Normative ranges and specificity of the multifocal VEP[J]. Doc Ophthalmol, 2004, 109(1): 87 - 100.

[4] Bengtsson M, Andreasson S, Andersson G. Multifocal visual evoked potentials—a method study of responses from small sectors of the visual field[J]. Clin Neurophysiol, 2005, 116(8): 1975 - 1983.

[5] Hood D C, Zhang X, Rodarte C, *et al*. Determining abnormal interocular latencies of multifocal visual evoked potentials[J]. Doc Ophthalmol, 2004, 109(2): 177 - 187.

[6] Hood D C, Thienprasiddhi P, Greestein V C, *et al*. Detecting early to mild glaucomatous damage: a comparison of the multifocal VEP and automated perimetry[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2004, 45(2): 492 - 498.

[7] Gockeln R, Scholz P, Meyer M, *et al*. Recognition of artificial visual field defects using the multifocal VEP[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2004, 45(10): 3498.

[8] Klistorner A I, Graham S L, Grigg J R, *et al*. Multifocal topographic visual evoked potential: improving objective detection of local visual field defects[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 1998, 39(6): 937 - 950.

[9] Hood D C, Zhang X. Multifocal ERG and VEP responses and visual fields: comparing disease - related changes[J]. Doc Ophthalmol, 2000, 100(2 - 3): 115 - 137.

（编辑　张大春）