

Oftalmoscopia de varredura

Arnaldo Furman Bordon*

DEFINIÇÃO

O oftalmoscópio de varredura consiste basicamente em um emissor de um ou diferentes tipos de laser e um receptor eletrônico das imagens rastreadas pelo feixe de laser. Os sistemas de varredura podem ser divididos em 2 tipos distintos: sistema focal e sistema difuso. A diferença fundamental reside no modo em que o sinal luminoso refletido pela estrutura examinada é detectado¹. Os aparelhos inicialmente desenvolvidos operavam somente no sistema difuso. Atualmente ambos sistemas são disponíveis no mesmo instrumento.

O oftalmoscópio de varredura foi idealizado e descrito pela primeira vez por WEBB, HUGHES e POMERANTZEFF², em 1980, sob o nome de "Flying Spot TV Ophthalmoscope". Desde esse primeiro protótipo, vários aperfeiçoamentos técnicos foram desenvolvidos e incorporados ao oftalmoscópio, incluindo a utilização do sistema focal.

O oftalmoscópio de varredura (Foto 1) é um instrumento altamente eficiente em termos de aproveitamento de luz, não requer dilatação pupilar e permite um nível de iluminação muito confortável para o paciente.

A técnica básica e aplicações descritas nesse artigo são baseadas no aparelho da Rodenstock, modelo 101.

TÉCNICA BÁSICA

O oftalmoscópio de varredura utiliza um princípio eletromagnético para for-

mação da imagem. Um feixe atenuado de laser (50 - 150 μ W) é empregado para obter a imagem do fundo-de-olho. O feixe de laser varre a retina a uma alta velocidade, iluminando um ponto por vez, e a luz proveniente da área iluminada é coletada através de um fotomultiplicador e deste enviada para um monitor de TV. Com isso a imagem obtida é vista no tempo real e os testes realizados são vistos simultaneamente sobre a imagem do fundo-de-olho. Uma abertura diafragmática é colocada em frente ao fotomultiplicador, para evitar que os raios de luz provenientes de outras estruturas sejam coletados. Dependendo da estrutura do fundo-de-olho a ser estudada, o diafragma pode operar na sua menor abertura e o instrumento está sendo operado no modo focal³ ou quando utiliza-se uma maior abertura o instrumento passa a trabalhar no modo difuso⁴. O modo focal produz uma imagem mais nítida que o modo difuso.

O oftalmoscópio de varredura utiliza 3 tipos de laser: 1) Laser de Hélio-Neônio (λ : 633 nm); 2) Laser infravermelho de diodo (λ : 780 nm); 3) Laser de Argônio (λ : 514 nm). Além disso, um computador é acoplado ao sistema, permitindo inserir estímulos digitais sobre a superfície retiniana para realização de diversos testes.



Foto 1 - Oftalmoscópio de varredura, modelo Rodenstock 101.

APLICAÇÕES DO OFTALMOSCÓPIO DE VARREDURA

São várias as aplicações do oftalmoscópio de varredura, entre elas: 1) Oftalmoscopia e fotografia monocromática; 2) Angiofluoresceinografia; 3) Angiografia utilizando indocianina verde; 4) Testes psicofisiológicos; 5) Testes eletrofisiológicos; 6) Acuidade visual.

1) Oftalmoscopia e fotografia monocromática: a imagem monocromática do fundo-de-olho é obtida através do uso do laser infravermelho. Tanto o modo difuso como o focal podem ser utilizados, dependendo da estrutura que está sendo examinada. A fotografia é instantaneamente tirada com o uso de uma impressora de ação térmica.

2) Angiofluoresceinografia: é realizada utilizando-se o laser de Argônio. Pode-se utilizar até 1/4 da dose de fluoresceína usualmente empregada na angiofluoresceinografia convencional.

3) Angiografia utilizando indocia-

* Schepens Retina Associates
Schepens Eye Research Institute
Harvard Medical School
Boston, Massachusetts

nina verde: é realizada utilizando-se o laser infravermelho. As imagens obtidas, assim como as imagens na realização da angiofluoresceinografia com o oftalmoscópio de varredura, são vistas no tempo real e podem ser gravadas em vídeo e/ou armazenadas no computador.

4) Testes psicofisiológicos: escotometria central (microperimetria) é realizada através do computador. Uma cruz de fixação e um quadrado móvel de diferentes tamanhos e intensidades são projetados no fundo-de-olho. Com isso determina-se a presença de escotoma denso ou relativo e mede-se a área de escotoma. Fotografias das imagens obtidas são instantaneamente tiradas com o uso da impressora.

5) Testes eletrofisiológicos: eletroretinograma, potencial visual evocado podem ser realizados separada ou simultaneamente. Eletroretinograma focalizado em determinadas áreas de interesse também pode ser realizado.

6) Teste de acuidade visual: O "E" de Snellen é apresentado para o paciente em diversas orientações e tamanhos. Com isso áreas focais podem ser estudadas.

Os exames realizados podem ser gravados no computador e com o auxílio de análise digital de imagem e superposição de imagens, pode-se juntar dois exames realizados em uma mesma fotografia e com isso obter-se uma perfeita superposição de imagens (Foto 2).

RELAÇÃO CUSTO-BENEFÍCIO COM SIMILARES

O desenvolvimento da oftalmoscopia de varredura é relativamente recente. O oftalmoscópio de varredura é um instrumento que realiza exames de vários aparelhos combinados, entre eles angiofluoresceinografia, oftalmoscopia, perimetria central, proporcionando maior precisão nos exames. A relação custo-benefício deve ser analisada tendo-se em mente que uma tecnologia de ponta, embora cara, está sendo utilizada. A promoção de avanços científicos

aliada a diagnósticos e tratamentos mais precisos, incorporam o oftalmoscópio de varredura ao sofisticado arsenal diagnóstico e terapêutico atualmente disponível. O sistema Topcon ImageNet (Topcon, Paramus, New Jersey, USA) difere do oftalmoscópio de varredura no sistema de obtenção de imagens. O ImageNet utiliza elementos ópticos para a obtenção da imagem para posterior digitalização. No oftalmoscópio de varredura a imagem primária é obtida eletronicamente, ou seja, não existe componente óptico⁵. Além disso, o ImageNet é restrito à angiografia com fluoresceína ou indocianina verde, não realizando as outras aplicações do oftalmoscópio de varredura.

VANTAGENS-DESVANTAGENS

A oftalmoscopia de varredura apresenta as seguintes vantagens: não requer dilatação pupilar; utiliza baixos níveis de iluminação permitindo grande conforto para o paciente; permite melhor visão do fundo-de-olho na presença de opacidades de meio; oferece grande precisão na realização dos testes, pois permite visão simultânea do fundo-de-olho e do teste aplicado sobre a área estudada; permite arquivar as imagens dos testes realizados na memória do computador, para efeito de arquivo e posterior análise das imagens; oferece excelente resolução na realização de angiografia com indocianina verde e permite utilizar baixas doses de fluoresceína na realização de angiofluoresceinografia.

Entre as desvantagens cita-se a realização de fotos estéreo durante a angiografia, que embora possível é mais tra-

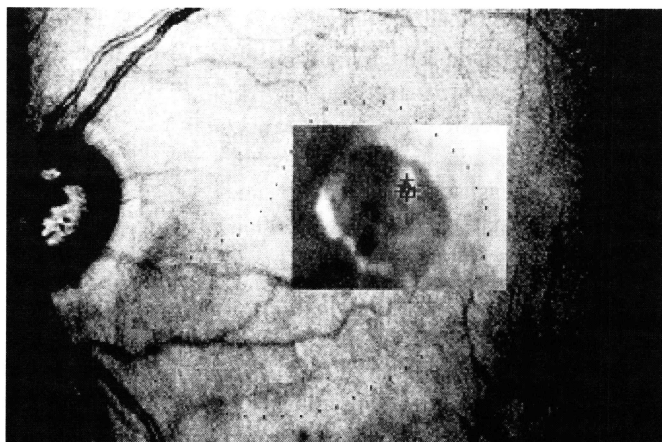


Foto 2 - Fotografia clínica do olho esquerdo, evidenciando uma membrana neovascular subretiniana obtida com angiofluoresceinografia (quadrado ao centro) superposta ao mapeamento da área de escotoma (linhas pontilhadas e cruzes de fixação) obtida com o oftalmoscópio de varredura. (cortesia, Dr. Alex E. Jalkh, MD, Boston, Massachusetts).

balhosa; fotos coloridas não são realizadas. Porém a principal desvantagem da oftalmoscopia de varredura é o custo do aparelho, atualmente ainda muito alto.

MODELOS

Existem três fabricantes de oftalmoscópio de varredura disponíveis no mercado: Rodenstock, modelo 101 (Danbury, Connecticut, USA), Carl Zeiss, modelo CLSO (Alemanha) e Laser Diagnostic Technologies, Inc. (San Diego, Califórnia), modelo TopSSTM. O modelo da Rodenstock executa todas as funções descritas aqui. O modelo da Zeiss é disponível somente com dois tipos de laser, Hélio-Neônio (λ : 633 nm) e Argônio (λ : 488 nm). Além disso, esse aparelho só realiza angiofluoresceinografia e oftalmoscopia. O modelo TopSSTM destina-se a produção de imagens do polo posterior, utilizando apenas laser na faixa do infravermelho. É um modelo simplificado e não realiza muitos dos testes realizados pelos outros dois aparelhos.

Existe ainda um protótipo de oftalmoscópio de varredura desenvolvido para avaliar a córnea, porém o projeto ainda se encontra em fase embrionária e não é disponível comercialmente⁶.

CUSTO APROXIMADO

O modelo 101 da Rodenstock custa aproximadamente US\$ 100.000 a US\$ 120.000 no mercado norte-americano, dependendo dos acessórios pedidos. O modelo da Zeiss só é disponível no mercado europeu e custa entre 90.000 a 130.000 marcos alemães.

IMPRESSÃO PESSOAL

Atualmente as pesquisas em oftalmoscopia de varredura são variadas. No sentido de se reduzir a interferência do micromovimento ocular no resultado do exame (especialmente a escotometria central) um sistema de rastreamento do movimento ocular é acoplado. Assim, a fixação e a área de escotoma detectada podem ser automaticamente corrigidos pelo computador. Com isso consegue-se uma precisão ainda maior no mapeamento de escotomas. O tratamento de patologias, como por exemplo, membrana neovascular subretiniana, também sofrerá benefícios com a evolução da oftalmoscopia de varredura. Ao mesmo tempo em que a angiografia é realizada, poder-se-á tratar a membrana com o uso do laser de Argônio. Uma vez tendo-se determinado precisamente a extensão e profundidade do escotoma da área a ser tratada, e com o sistema acoplado ao rastreador dos movimentos oculares, poder-se-á seguramente tratar com laser somente a área desejada. Outros avanços seguem

no campo da eletrofisiologia. Embora atualmente já seja possível realizar eletroretinograma e potencial visual evocado em uma determinada área retiniana, pesquisas são voltadas para realização desses exames em uma área ainda mais focalizada. O exame de adaptação no escuro também poderá ser realizado sob essas condições.

O refino na técnica de escotometria central, que hoje se traduz pela área de escotoma encontrada, proporcionará um maior entendimento da fisiopatologia de certas doenças retinianas, procurando-se detectar precocemente alterações fisiológicas antes que alterações anatômicas se instalem.

A medida de fluxo sanguíneo na circulação retiniana também é objeto de pesquisas. A retinopatia diabética e outras patologias vasculares retinianas poderão ser beneficiadas com os avanços dessa tecnologia. Os estudos realizados por REHKOPF et al ⁷, sugerem que o uso do oftalmoscópio de varredura é um método confiável na determinação do fluxo arterial retiniano médio e circulação arterio-venosa em pacientes portadores de patologias vasculares retinianas, entre elas, diabetes.

Em síntese, a oftalmoscopia de varredura é uma tecnologia recente, porém definitivamente tem seu lugar e indicações dentro da oftalmologia moderna, sendo que seu uso é ainda limitado devido ao custo do instrumento. A queda desse custo tornará essa técnica mais acessível ao oftalmologista.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Alex E. Jalkh, pelas consultas realizadas e cessão da foto 2; Dennis Donovan e Michael Jones pelo trabalho fotográfico realizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PLESH, A.; KLINGBEIL, U.; RAPPL, W.; SCHÖRDEL, C. - Scanning ophthalmic imaging. In: NASEMANN, J. E. & BURK, R. O. W. - *Scanning laser ophthalmoscopy and tomography*. München, Quintessenz Verlag-GmbH, 1990, p. 23-33.
2. WEBB, R. H.; HUGHES, G. W.; POMERANTZ, O. - Flying spot TV ophthalmoscope. *App. Opt.*, 19: 2991-2997, 1980.
3. WEBB, R. H.; HUGHES, G. W.; DELORI, F. C. - Confocal scanning laser ophthalmoscope. *App. Opt.* 26: 1492-1499, 1987.
4. WOON, W. H.; FITZKE, F. W.; BIRD, A. C.; MARSHALL, J. - Confocal imaging of the fundus using a scanning laser ophthalmoscope. *Br. J. Ophthalmol.*, 76: 470-474, 1992.
5. MAINSTER, M. A.; TIMBERLAKE, G. T.; WEBB, R. W.; HUGHES, G. W. - Scanning laser ophthalmoscope: clinical applications. *Ophthalmology*, 89: 852-857, 1982.
6. AURAN, J. D.; KOESTER, C. J.; KLEIMAN, N. J.; RAPAPORT, R.; BOMANN, J. S.; WIROTSKO, B. M.; FLORAKIS, G. J.; KONIAREK, J. P. - Scanning slit confocal microscopic observation of cell morphology and movement within the normal human anterior cornea. *Ophthalmology*, 102: 33-41, 1995.
7. REHKOPF, P.; FRIBERG, T. R.; MANDARINO, L.; WARNICKI, J.; FINEGOLD, D.; CAPPOZI, D.; HORNER, J. - Retinal circulation time using laser ophthalmoscope image processing techniques. In: NASEMANN, J. E. & BURK, R. O. W. - *Scanning laser ophthalmoscopy and tomography*. München, Quintessenz Verlag-GmbH, 1990, p. 81-89.