

Sistema Automatizado para Medidas de Áreas de Úlcera de Córnea

Liliane Ventura* Caio Chiaradia*⁺, Sidney J. F. Sousa*

*Laboratório de Física Oftálmica - FMRP-USP

⁺Instituto de Física de São Carlos - USP

Recebido em 25 de Abril 1997

Um dos modos de se acompanhar o processo de evolução das úlceras de córnea é através da medição de suas áreas. O aumento da área, com o transcorrer do tempo, indica o agravamento deste tipo de enfermidade. Atualmente, o método utilizado para a avaliação destas áreas é bastante rudimentar. Através de uma escala milimetricamente graduada, os eixos de maior e menor extensão são estimados por comparação a esta escala e, assim, estimada a sua área. Por isso, desenvolvemos um sistema óptico automático capaz de realizar o acompanhamento da evolução da úlcera, tendo por base a determinação da sua área. O sistema é constituído por componentes óticos acoplados a uma Lâmpada de Fenda (“microscópio” oftalmológico) e a imagem do olho do paciente, previamente submetido ao procedimento clínico necessário para este tipo de diagnóstico, é detectada por um sensor CCD de alta resolução (colorido) e apresentada no monitor de um PC. Um *software* dedicado foi desenvolvido e determina a área da úlcera com precisão de $0,01\text{mm}^2$, além de possuir um setor de cadastro, de controle e de planeamento das consultas dos pacientes. O sistema está sendo utilizado no Setor de Doenças Externas Oculares do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto, que atende cerca de 400 pacientes por semana. Resultados favoráveis têm sido obtidos e uma estatística relativa ao benefício proporcionado em termos de melhoria terapêutica em função da precisão do diagnóstico estará sendo realizada nos próximos meses.

One of the ways of checking the evolution of corneal ulcers is by measuring the ulcer area. The increase of the area over a period of time is evidence of the aggravation of this kind of disease. The usual method for this kind of evaluation is very rudimentary. Using a millimetrically graduated scale, the major and minor axes are estimated by comparing the ulcer to the scale and then the area is estimated. Hence, we have developed an automatic-optical system which is able to follow-up the evolution of the affected area using the determination of the ulcer area as a basis for the diagnostic. The system consists of optical components attached to a Slit Lamp (Ophthalmologic “microscope”) and the image of the patient’s eye, who has previously been submitted to the usual clinical procedure, is captured by a high resolution CCD detector and displayed on a monitor of a PC. Dedicated software has been developed and it determines the area of the corneal ulcer with a precision of $0,01\text{mm}^2$, besides it also has form files and appointment planning. The system is being used in a public hospital in the External Ocular Disease Sector (Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto), which has around 400 patients per week. Favorable results have been obtained and statistics relative to the benefits provided by this new system are being made.

1. Introdução

Algumas condições agredem o epitélio [1] corneano provocando solução de continuidade na córnea. Se, nessa situação, algum germe acesa-se no estroma desnudo, teremos configurada uma úlcera de córnea [2] de origem infecciosa. A úlcera é uma enfermidade particu-

larmente grave pelo alto potencial de cegueira. Acontece que, mesmo quando curada, tende a deixar uma zona de opacificação suficientemente importante para dificultar a visão. Na verdade, nos países agrícolas de baixo nível sócio-econômico, essa enfermidade tende a responder por cerca de 1 a 5% das causas de cegueira

uniocular (dados estatísticos do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto).

Um dos parâmetros mais utilizados pelo clínico na identificação de uma evolução favorável é a diminuição da área da úlcera. No entanto, as medidas existentes para essa estimativa são rudimentares.

O procedimento adotado até hoje para medidas destas áreas é bastante subjetivo e apenas uma estimativa é realizada. O paciente é analisado em uma Lâmpada de Fenda, que faz a função de um microscópio ocular. A úlcera é demarcada através de colírios corantes e seus meridianos de maior e menor extensões são estimados através da comparação feita com uma escala graduada (orifícios de graduações fixas), que faz parte da Lâmpada de Fenda. Assim, a área é inferida. Ocorre que pequenas variações na área de úlcera não são detectadas, porém são importantes no procedimento terapêutico [1]. A figura 1 mostra o registro, feito em fotografia, de uma úlcera ocular. Este é o método tradicional de registro da úlcera e que nem sempre é adotado pela inconveniência de arquivamento do registro, ou pela longa demora na revelação da foto, quando a fotografia não pode ser revelada instantaneamente. Na verdade, raramente o registro é feito e o prontuário do paciente apenas apresenta as medidas dos meridianos de maior e menor extensões.

Desta forma, em razão da necessidade de se desen-

volver um sistema de avaliação objetivo e eficaz, para aprimorar o diagnóstico desta enfermidade e, portanto, sua cura, foi desenvolvido um sistema ótico automatizado para satisfazer esta função.

2. Montagem experimental

Um sistema ótico (2 lentes, 1 prisma e uma íris) é acoplado à Lâmpada de Fenda (equipamento com a função de um microscópio ocular, utilizado em consultório oftalmológico) através de um prisma, que funciona como um separador de feixes, exatamente onde os feixes são paralelos no caminho ótico da Lâmpada de Fenda. A imagem (vide figura 2), ao ser desviada para este sistema ótico, possui a mesma magnificação da imagem que a segunda objetiva e a ocular da Lâmpada de Fenda [3] proporcionam ao médico. Desta forma ao selecionar a magnificação desejada para a observação na ocular, é selecionada simultaneamente a magnificação da imagem no monitor. A imagem é captada por um detector do tipo CCD (Hitachi KP-C550) colorido que está acoplado a este sistema ótico.

O CCD envia os dados através de uma placa de interface comercial (SE-100 - tempo real) para um microcomputador do tipo PC. A imagem é capturada e processada por um "software" dedicado desenvolvido. Ao ser processada, é estabelecido o contorno da região de úlcera e determinada sua área.

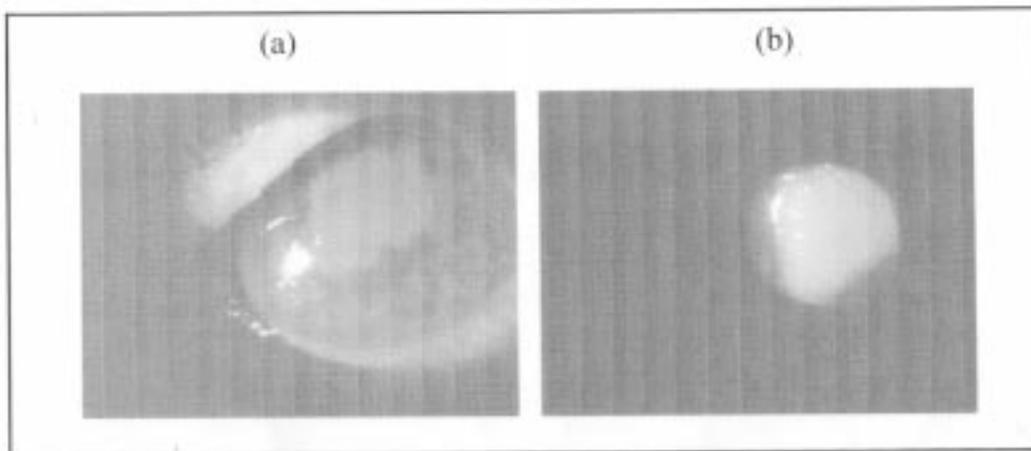


Figura 1. (a) Registro regularmente feito de úlcera de córnea, através de fotografia; (b) Os meridianos de maior e menor extensão são estimados com uma escala graduada e então a área de úlcera é inferida com baixa precisão: o círculo que envolve a úlcera em questão é a escala graduada.

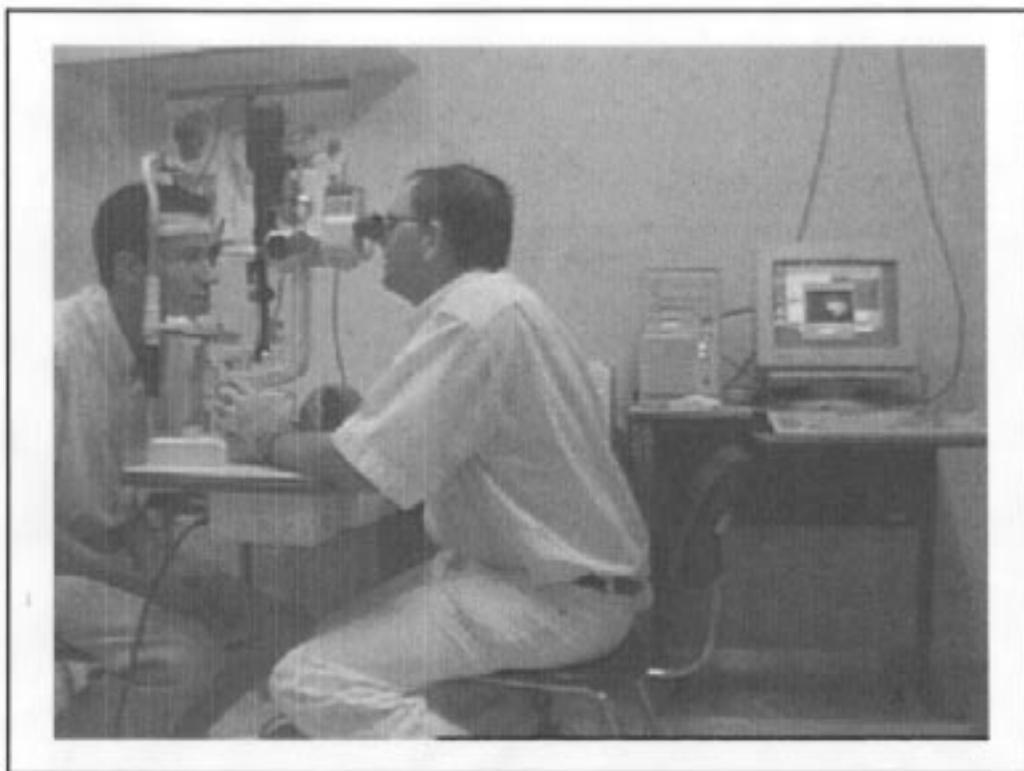


Figura 2. Foto do sistema de um paciente com úlcera se submetendo ao diagnóstico automatizado.

3. Metodologia

A metodologia para a utilização do sistema é a seguinte: instilam-se gotas de fluoresceína no fundo de saco conjuntival do olho afetado - procedimento clínico usual para individualização da área ulcerada. O único componente da córnea que absorve esta droga é o estroma. O olho é lavado com colírio e, portanto, a úlcera fica demarcada. O paciente é então posicionado à Lâmpada de Fenda. Uma luz azul proveniente da Lâmpada de Fenda incide no olho e a úlcera fluoresce no comprimento de onda verde. A figura 2 mostra uma foto do sistema e um paciente com úlcera se submetendo ao diagnóstico automatizado.

Assim, a úlcera fica delimitada em verde e é fácil de ser analisada pelo clínico. Este é o procedimento usual para a observação subjetiva da úlcera. Para o novo sistema implementado (medidas objetivas), este procedimento clínico ainda é realizado, porém, são adicionadas algumas outras rotinas. Quatro *leds*, à 90° entre si, são acoplados à Lâmpada de Fenda e servem como mira para o médico. As bordas da pupila do paciente devem ficar equidistantes dos *leds*. Após a centralização e a focalização com aumento desejado, a imagem

é capturada através de um pedal localizado em baixo da Lâmpada de Fenda (ou alternativamente pelo "mouse" ou teclado). A opção de "calcular" é acionada com o mouse (ou teclado), o contorno da úlcera é apresentado na tela e é determinada a dimensão da sua área (vide figura 3).

3.1 O "Software"

O *software* dedicado desenvolvido através do *software* comercial da Borland - Delphi 2.0, em formato "Windows", apresenta todas as funções de necessidade para este tipo de exame, tais como (figura 4): dados cadastrais dos pacientes, dados cadastrais dos médicos que utilizam o sistema, agenda, etc.

3.2 Procedimento de Determinação da Área de úlcera

O processamento da imagem é feito numa seqüência de eventos. Primeiramente, os *pixels* pertencentes à úlcera são selecionados. Há duas subrotinas: uma delas seleciona os *pixels* pertencentes à úlcera levando em conta a cor verde, e a outra seleciona os *pixels* considerando sua intensidade.

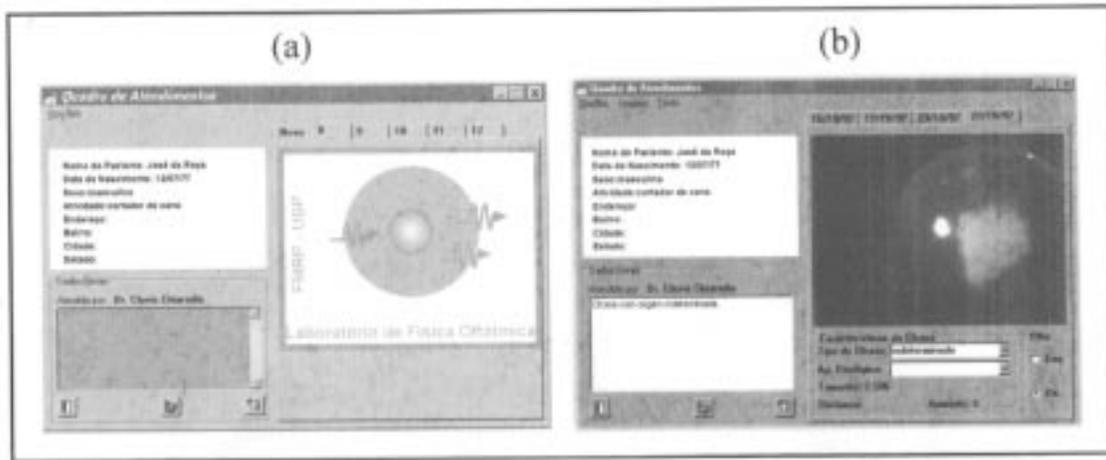


Figura 3. O software dedicado desenvolvido (a) tela de apresentação inicial; (b) determinação do contorno da úlcera.

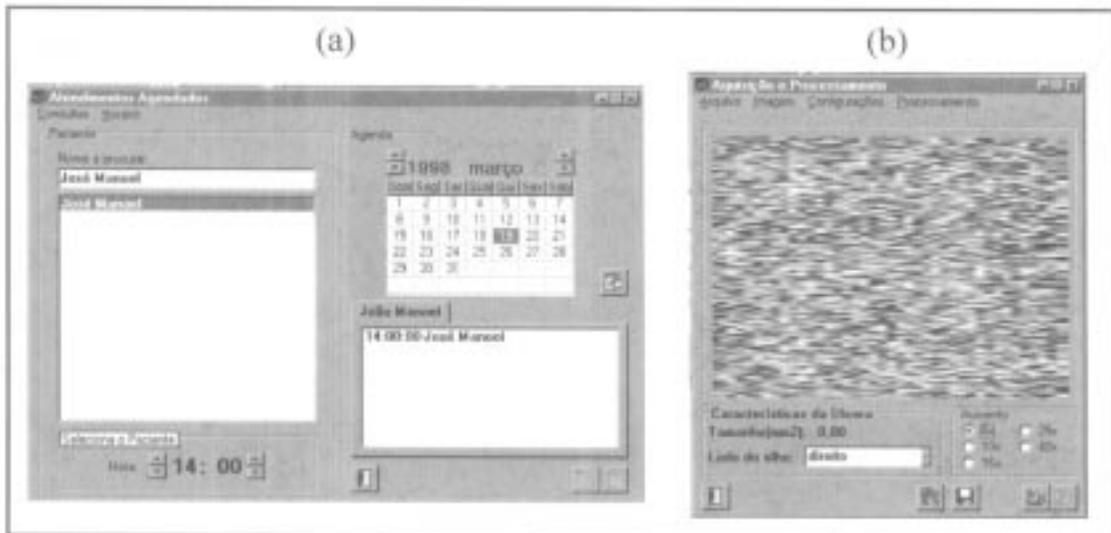


Figura 4. Algumas outras características do software desenvolvido: (a) agenda; (b) tela de captura da imagem.

O segundo passo consiste em usar um filtro no intuito de se evitarem ruídos e de contar o número de pixels incluídos na área de interesse. O número de *pixels* é convertido em mm^2 e a área é determinada.

Uma das principais dificuldades do processo foi evitar a reflexão intensa de luz a partir da superfície da córnea. A primeira solução para este problema foi utilizar um filtro de dispersão de luz no caminho ótico de iluminação juntamente com um ângulo de iluminação bastante obtuso. Isto proporcionou uma melhor precisão na área e um tempo mais curto de processamento da imagem. Atualmente, todo o problema foi resolvido por tratamento computacional e o filtro já não mais é

necessário.

4. Resultados

O sistema desenvolvido tem como principal escopo o diagnóstico da evolução de úlcera de córnea, através de medição automática e objetiva de suas áreas.

Após o procedimento clínico usual para o isolamento da úlcera por corante, sua imagem é captada e o sistema determina a área com precisão de $0,01\text{mm}^2$, que é bastante alta para estes casos. O tempo de processamento da imagem é por volta de 5s para um microcomputador *Pentium* (24MB de RAM). Tal tempo de processamento é bastante satisfatório para este tipo de diagnóstico.

A figura 3b mostra o contorno e a área determinada pela úlcera. Podemos observar que o programa isola o reflexo de luz causado pela própria Lâmpada de Fenda.

O sistema foi testado em pacientes do ambulatório do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto e tem apresentado resultados bastante satisfatórios. Um dos problemas evitados pela colocação das miras foi o de a imagem ser sempre capturada com o CCD posicionado em um mesmo ângulo, que, por sua vez, depende da angulação de observação com a Lâmpada de Fenda. Desta forma, garantimos a variação da dimensão da área apenas devido à evolução da enfermidade. O sistema permite ainda que o oftalmologista capture a imagem com diferentes aumentos (6X, 10X, 16X, 25X e 40X). O aumento mais frequentemente utilizado é o de 10X, por proporcionar a imagem da córnea ocupando a dimensão da tela toda.

A grande vantagem em se desenvolver um sistema como este é que ele é inteiramente dedicado a alguns problemas oftalmológicos nacionais. As características que podemos destacar como de fundamental importância do sistema são:

(1) Informatizar as informações das enfermidades:

Este é um dos grandes benefícios proporcionado pelo sistema. A capacidade de poder ter arquivadas as imagens de enfermidades oculares e de suas evoluções permite de uma forma rápida e barata (guardando os arquivos em um disquete) ao clínico poder analisar estas imagens posteriormente (além de poder analisá-las durante a consulta) em um ambiente mais calmo do que o de trabalho, discutir o problema com outros clínicos em outro horário, utilizar as informações para apresentar em cursos, realizar estatísticas (importante fator, não disponível até então pelo processo rudimentar de estimativa da área de úlcera de córnea), o acervo de imagens ainda pode ser utilizado para fins didáticos e históricos, e existe a possibilidade de enviar as informações via rede (internet) para outros locais. Ou seja, todos os benefícios que a informatização pode trazer estão presentes no sistema;

(2) Aumento na precisão da determinação da área de ulceração e, portanto, melhoria na quantificação do diagnóstico. Aliás, ter a possibilidade da mensuração efetiva da área ulcerada, ao invés de apenas uma estimativa, onde se mediam os eixos de maior e menor dimensão e estimava-se a área considerando a úlcera como um retângulo;

(3) Equipamento que permite que o custo para o arquivamento das imagens seja baixo em relação ao atual,

que quando realizado é através de fotografias.

5. Conclusões

O sistema desenvolvido vem apresentando resultados satisfatórios em sua utilização em pacientes do ambulatório do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto. Além de informatizar o sistema de cadastro dos pacientes do Setor de Doenças Oculares Externas, oferece medidas objetivas para o diagnóstico de úlcera de córnea. A precisão apresentada pelo sistema é bastante alta e as evoluções das úlceras estão podendo ser acompanhadas de modo bastante eficaz. O custo foi diminuído para este acompanhamento, uma vez que fotografias eram tiradas do olho de cada paciente e, após revelação, arquivadas para comparação em posterior consulta. Melhorou a rapidez do processo de arquivamento de imagens e determinação da área de enfermidade.

Desta forma, um sistema inédito para uso em Oftalmologia foi desenvolvido e está sendo utilizado em hospital público beneficiando: (a) pacientes, no sentido de se proporcionar um meio para um diagnóstico mais objetivo; (b) médicos, por adquirirem um sistema mais rápido, mais eficaz e de menor custo; e (c) a saúde pública, por estar sendo utilizado por um hospital público, que proporciona atendimento gratuito e aprimora sua qualidade.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem aos residentes do setor de Doenças Oculares Externas do ambulatório do Hospital das Clínicas por cooperarem com os testes necessários e também à FAPESP e ao CNPq pelos suportes financeiros.

Referências Bibliográficas

1. M.J. Hogan, J.A. Alvarado, E. Weddell, *Histology of the Human Eye Philadelphia*, WB Saunders, 1971.
2. M.P. Upadhyay, et al *Epidemiologic Characteristics, Predisposing Factors and Etiologic Diagnosis of corneal ulceration in Nepal* American Journal of Ophthalmology 111:92-99, Jan. 1991.
3. A. Safir, *The Slit Lamp Clinical Ophthalmology*, Chapter 59, Vol. I, Harper & Row Publishers, Hagerstown, Maryland, 1978.