

# Avaliação da intensidade das rugas periorbitais por processamento digital de imagens: um estudo de validação

## RESUMO

**Introdução:** Dermatologistas podem avaliar a qualidade da pele de um paciente através de suas rugas faciais. Existem diversos métodos descritos para quantificar as microelevações e rugas da pele.

**Objetivo:** O objetivo deste estudo é utilizar a tecnologia de processamento de imagem para avaliar a área das rugas e sua correlação com a avaliação do dermatologista.

**Material e Métodos:** Cento e setenta e um voluntários selecionados aleatoriamente, com idades variando de 18 a 69 anos, de ambos os sexos, com pele tipos II-IV de Fitzpatrick e I-IV de Glogau, participaram deste estudo. Fotografias digitais foram tiradas sob duas condições diferentes: com as rugas relaxadas (RR) ou contraídas (RC). Foram tiradas pelo menos seis fotografias para determinar a reprodutibilidade de cada método. Seis dermatologistas avaliaram as fotografias e marcaram as rugas dos pacientes com uma caneta digital. Determinou-se a intensidade das rugas por três diferentes métodos de processamento de imagens. A avaliação quantitativa da intensidade das pregas cutâneas e a consistência inter e intramétodo foram estabelecidas e comparadas à avaliação manual.

**Resultados:** A variabilidade dos dermatologistas foi de 61,49%. A concordância intratestes variou de 4,4 a 31%. O método do gradiente obteve os melhores resultados e detectava as condições das rugas ( $p < 0,001$ ), tendo apresentado também uma correlação positiva com a avaliação manual.

**Conclusões:** As rugas periorbitais foram identificadas. Os dermatologistas demonstraram precisão interna, mas baixa exatidão. O processamento digital do operador de Sobel é um instrumento válido e confiável para a avaliação quantitativa de rugas.

**Palavras-chave:** envelhecimento cutâneo, processamento de imagens, auxiliado por computador, dermatologia

## ABSTRACT

*Introduction:* Dermatologists get an idea of how old a patient is by looking face's wrinkles. Different methods exist to quantify skin microrelief and wrinkles.

*Objective:* To use imaging process technology to assess the wrinkle area and its interrelation with dermatologist determination.

*Material and methods:* One hundred seventy-one volunteers, randomly selected, aged 18–69 years, both gender, Fitzpatrick skin type II–IV, with Glogau I–IV were selected. Digital photography was obtained. Two different conditions, relaxed or contract wrinkle condition (CWC), and at least six repeated pictures for repeatability capacity of each method. Six participating dermatologists evaluated the pictures and ascertained patients' wrinkle using a digital pen. Wrinkle intensity was done by three different image processing methods. Quantitative assessment of facial skin folds intensity, and inter- plus intra-method consistency were determined and compared to manual evaluation.

*Results:* Dermatologists variability was 61.49%. Intra-tests agreement varied from 4.4 to 31%. The gradient method had the best results and could detect the wrinkle conditions ( $p < 0.001$ ). Also, this method had a positive correlation with the manual assessment.

*Conclusions:* Periorbital wrinkles could be determined. Dermatologists had internal precision but low accuracy. Sobel Operator digital processing is a valid and reliable instrument for quantitative wrinkle assessment.

*Keyword:* skin aging; image processing; computer-assisted; dermatology

## Autores:

Vínicus C. Brand<sup>1</sup>  
Rosilene C. A. de Souza<sup>2</sup>  
Hélio Pedrini<sup>3</sup>  
Hermênio C. Lima<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Mestre em Ciências da Computação, Departamento de Informática – Universidade Federal do Paraná (UFPR)

<sup>2</sup> Médica Dermatologista e Mestre em Ciências Médicas, Serviço de Dermatologia, Departamento de Clínica Médica – Faculdade Evangélica do Paraná (FEPAR)

<sup>3</sup> Doutor em Ciências da Computação, Departamento de Informática – Universidade Federal do Paraná (UFPR)

<sup>4</sup> Médico Dermatologista e Doutor em Imunologia, Divisão de Imunologia Clínica e Alergia, Departamento de Patologia e Serviço de Dermatologia – Universidade Federal do Paraná (UFPR) e Clinical Unit for Research Trials in Skin (CURTIS), Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School – Harvard University

## Correspondência para:

Hermenio C. Lima, MD PhD  
Clinical Unit for Research Trials in Skin (CURTIS) – Massachusetts General Hospital  
50 Staniford Street, Suite 240  
Boston, MA 02114  
Phone: 617-643-5603  
E-mails: jhlima@partners.org;  
hclima@ufpr.br

Recebido em (Received on) 12/02/2009.  
Aprovado em (Approved on) 15/02/2009. Declaramos a inexistência de conflitos de interesse (We declare no conflict of interest).

## INTRODUÇÃO

Alterações na estrutura e elasticidade da pele fazem parte do processo fisiológico de envelhecimento.<sup>1</sup> A velocidade desse processo depende de aspectos genéticos e efeitos da exposição ao sol,<sup>2</sup> sendo o envelhecimento cutâneo, portanto, dividido em envelhecimento cronológico e fotoenvelhecimento secundário aos efeitos cumulativos da radiação ultravioleta.<sup>3</sup>

Rugas são sulcos ou pregas da superfície da pele e correspondem ao sinal mais aparente do envelhecimento. Elas resultam do processo natural de envelhecimento, expressões faciais, dano causado pela exposição ao sol, fumo e hidratação insuficiente, entre outros fatores. As rugas podem causar alterações cosméticas e distúrbios psicológicos,<sup>4</sup> e a redução delas é um dos efeitos mais procurados nos procedimentos estéticos.<sup>5</sup>

Entretanto, a necessidade de avaliar os procedimentos estéticos com base em evidências leva ao desenvolvimento de métodos mais objetivos e quantitativos de avaliação das rugas e dos resultados do tratamento.<sup>6</sup> Diversas técnicas já foram desenvolvidas,<sup>7</sup> mas algumas são subjetivas e parecem ser ineficazes devido à falta de precisão e exatidão.<sup>8</sup> Outras técnicas de avaliação direta (*in vivo*) ou indireta<sup>9,10</sup> foram desenvolvidas. Porém, algumas são muito complexas para utilizar na prática clínica diária devido ao seu custo ou à dificuldade para obter o equipamento.<sup>11</sup> Imagens digitais representam um método confiável de armazenamento e recuperação de dados sobre a pele e análise de imagens, permitindo a interpretação objetiva de dados através de métodos automatizados de processamento.<sup>12</sup>

O objetivo do presente estudo é avaliar os métodos de determinação da intensidade de rugas na população em geral e compará-los à determinação manual.

## MÉTODOS

### Objetivos do estudo

O objetivo deste estudo é avaliar e comparar métodos de avaliação de rugas periorbitais por processamento digital de imagens.

### Desenho do estudo

Trata-se de um estudo descritivo e comparativo de graduação da intensidade das rugas com base em fotografias digitais. O estudo foi realizado em um centro dermatológico no Brasil.

Os métodos foram avaliados e comparados através da reprodutibilidade e precisão na avaliação da área abrangida pelas rugas periorbitais através de fotografias digitais. Este estudo foi aprovado pelos comitês institucionais apropriados e seguiu as diretrizes da Boa Prática Clínica.

### Amostra

Todos os indivíduos incluídos eram voluntários, selecionados entre outubro de 2007 e julho de 2008. Para participar

do estudo, voluntários de ambos os sexos precisavam preencher os seguintes critérios: ser maiores de 18 anos, sem história de tratamento sistêmico ou tópico que pudesse afetar a área estudada, ser saudável (o que foi determinado pela história e exame físico), fototipo I a IV de Fitzpatrick<sup>13</sup> e fotoenvelhecimento com rugas periorbitais de graus I a IV na escala de Glogau, além de concordar em evitar o uso de qualquer produto ou sistema que pudesse interferir com o objeto do estudo.

Todos os voluntários assinaram um termo de consentimento.

### Crterios de inclusão e exclusão

Foram avaliados dados da anamnese dos voluntários: tratamentos anteriores, classificação do tipo de pele e uso de medicamentos, inclusive de anticoncepcionais orais. A documentação padronizada dos dados demográficos básicos foi obtida após a assinatura do termo de consentimento informado.

Os critérios específicos para exclusão do estudo foram: história de tratamento da pele que interferisse na análise do estudo; doença cutânea ativa no dia da seleção; sinais cutâneos na área estudada que pudessem interferir na avaliação da pele; tratamento tópico continuado com qualquer produto nas áreas do estudo; gravidez; amamentação; participação em outro estudo clínico; tratamento das rugas periorbitais que pudesse afetar o desenvolvimento natural das rugas; qualquer condição que, de acordo com o pesquisador, pudesse comprometer a avaliação do estudo; história de ausência de comprometimento com regimes médicos ou não concordar com o protocolo do estudo; ser parente de qualquer pessoa envolvida diretamente no estudo e seus familiares; recusar-se a assinar o termo de consentimento informado; e ausência de condições de reprodutibilidade das fotos digitais.

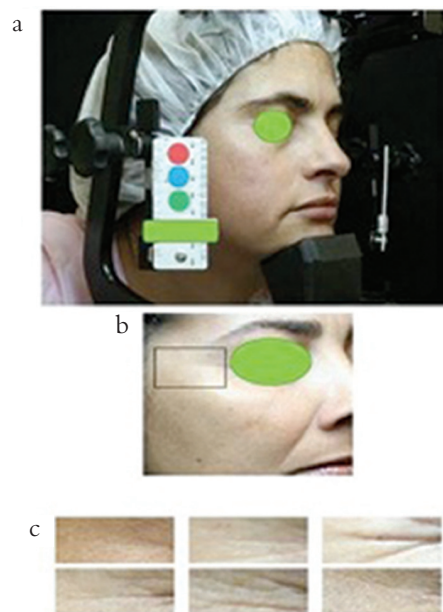


Figura 1: Fotografia digital.

## Registro da base de dados

O centro manteve uma base de dados sobre os voluntários para armazenamento e recuperação dos dados obtidos. Cada voluntário recebeu um número personalizado para garantir a confidencialidade e impedir sua identificação ao final do estudo. O centro foi responsável por manter todos os dados originais obtidos, incluindo data de nascimento, idade, fototipo de acordo com a classificação de Fitzpatrick, história médica, doenças e medicamentos que pudessem interferir no estudo.

## Fotografias digitais

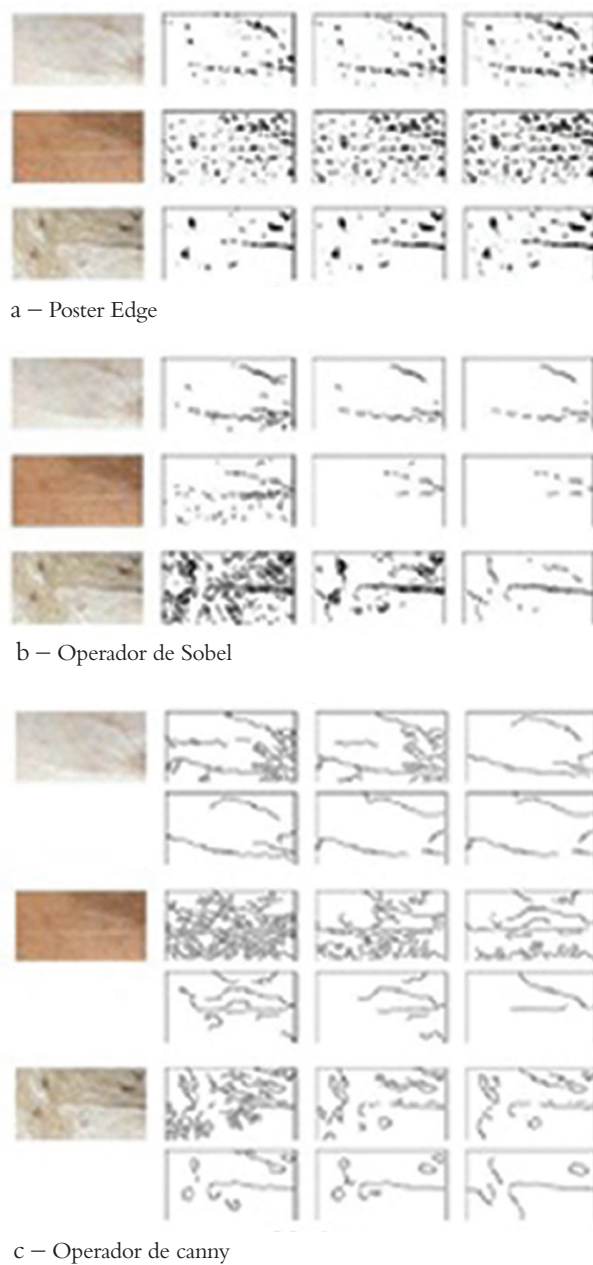
Foram tiradas fotografias digitais da região periocular dos dois lados da face, para avaliação das rugas. Essa abordagem permitiu ao pesquisador determinar a intensidade das rugas com base no número de pixels da região e sua mudança nas duas condições básicas. As fotografias foram tiradas com uma máquina fotográfica Canon EOS Digital Rebel XT com lentes de 18 a 55mm. Todas as fotografias foram auditadas para detecção de qualquer discrepância na resolução, manipulação e data em que foram tiradas ou outras modificações usando o *freeware* Zoombrowser EX®. As câmeras foram montadas em uma estrutura de metal e mantidas fixas a 50cm do rosto do voluntário, com luminosidade controlada. O queixo do voluntário foi colocado sobre um apoio e a cabeça foi fixada por dois estabilizadores angulares (Figura 1a). As condições de iluminação foram padronizadas usando-se uma lâmpada GE daylight photofood® bluelight de 250 watts posicionada acima das câmeras e direcionada para a região periorbital do voluntário em condições de pouca luz. Centrando-se no canto externo do olho, toda a região periorbital era incluída na fotografia. Os voluntários foram fotografados sem maquiagem. Foram feitas imagens digitais com 1280 x 1024 pixels efetivos ou 1,3 MB dos dois lados do rosto do voluntário, a um ângulo de 45°. Todas as fotografias foram feitas com a mesma resolução. Utilizaram-se duas a seis fotografias sequenciais repetidas de 60 voluntários, para determinar a precisão e reproducibilidade das medições.

## Determinação das rugas

Analisaram-se as fotografias digitais dos dois lados da face dos voluntários que preenchiam os critérios de inclusão. A determinação das rugas foi feita conforme descrito. Uma área de estudo retangular, que incluía a região periorbital de cada lado, foi inicialmente selecionada na fotografia original (Figura 1b). O número de pixels da área estudada foi determinado pelo MATLAB (Figura 1c). Obteve-se o número de pixels correspondentes às rugas após o processamento da imagem.

## Processamento da imagem

Determinação manual das rugas: seis dermatologistas avaliaram as fotografias em uma sequência aleatória e marcaram as rugas dos pacientes no Toshiba Satellite R15-S829 Tablet PC

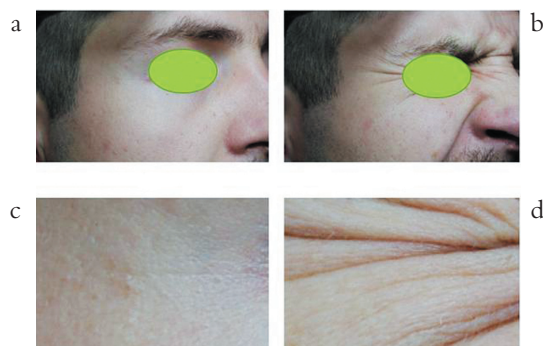


**Figura 2:** Processamento de imagem.

usando uma caneta digital. Para o traçado, não foi dada aos observadores nenhuma definição das rugas, e eles permaneceram na sala por um período adequado.

Poster Edge: o filtro de acentuação de contraste Poster Edges do Adobe Photoshop CS2® (Adobe Systems Incorporated, EUA) foi usado para produzir efeitos especiais nas rugas, induzindo margens mais nítidas na área de estudo da fotografia (Figura 2a). Foram aplicados três padrões diferentes de filtros.<sup>12</sup>

Operador de Sobel (operador de gradiente): o operador de Sobel é utilizado no processamento de imagens para algoritmos de detecção de margens. Ele calcula o gradiente de



**Figura 3:** Fotografias em condições de ruga relaxada (RR) e ruga contraída (RC).

intensidade da imagem em cada ponto. Portanto, o resultado mostra alterações da imagem em um gradiente maior, representando a margem da ruga. Ele tem sido amplamente utilizado no campo da neurologia, especificamente no processamento das imagens de ressonância magnética.<sup>14</sup> Neste estudo, foram usadas três variações nas camadas de filtro (Figura 2b).

Canny: a detecção de bordas de Canny usa um algoritmo múltiplo para detectar uma ampla variação de bordas. Diversos estágios do algoritmo de Canny são aplicados.<sup>15</sup> Seis gradientes diferentes de Canny foram usados (Figura 2c).

MATLAB (MATrix LABoratory – The MathWorks™, EUA): MATLAB é uma linguagem numérica de ambiente e programação de computação. Apesar de ser especializado em computação numérica, possui uma caixa de ferramentas operacionais que faz uma interface com a engrenagem simbólica de Maple, permitindo que faça parte de um sistema de álgebra computacional completo.<sup>16</sup>

### Determinação da área das rugas

A detecção manual de rugas, Poster Edge, operador de Sobel (operador de gradiente) ou Canny rodando no MATLAB® 7.0.0.19920 (R14) foi usada no processamento de imagens para os algoritmos de detecção de margens. Calculamos o gradiente de intensidade da imagem em cada pixel. Os pontos de gradiente maiores, que representam a margem da ruga, foram marcados em preto. O espaço nas margens também foi marcado. Finalmente, o número de pixels marcados foi obtido pelo *software* e ajustado a cada total de pixels original selecionado originariamente para comparação. A área de rugas dos voluntários foi obtida depois de se calcular a média de pixels das rugas de cada lado.

### Condições de ruga relaxada (RR) x ruga contraída (RC)

Cento e setenta e uma fotografias da região periocular dos dois lados foram obtidas em diferentes condições. O voluntário em condições de relaxamento foi considerado como em condição de ruga relaxada (RR). Pediu-se ao mesmo voluntá-

rio que contraísse a área periorbital o mais forte possível, o que foi considerado como em condição de ruga contraída (RC) (Figura 3). A análise da diferença entre pares de imagens foi utilizada para detectar o gradiente de diferença dos métodos pelo melhor processamento (veja os resultados Sobel).

### Análise estatística

O resultado primário foi analisado através de uma avaliação quantitativa da intensidade das pregas cutâneas, enquanto a consistência inter e intramétodo foi determinada e comparada com a avaliação manual. Gage R&R foi utilizado para medir a proporção da variabilidade relativa à variação do operador (reprodutibilidade) e variação (repetibilidade). Correlações e técnicas multivariadas foram usadas para determinar as interações entre os testes e com a determinação manual. O teste t-Student foi usado para determinar as diferenças entre RR e RC. As diferenças estatísticas foram consideradas significantes quando  $p \leq 0,05$ .

## RESULTADOS

### Avaliação manual das rugas

Os dermatologistas demonstraram variabilidade de 61,49% quando foi feita a determinação manual das rugas. Isso indica uma variabilidade muito elevada, com precisão muito baixa. Entretanto, a reprodutibilidade interna média foi de 15,28%, o que significa que os dermatologistas continuaram marcando a mesma área nas diversas fotografias do mesmo voluntário.

### Métodos informatizados de processamento de imagens

A concordância intrateste (teste-repetição do teste) variou de 4,4 a 13%. Entretanto, o método do gradiente (operador de Sobel) com dois filtros apresentou os melhores resultados para a repetibilidade, 4,4%. O método do gradiente com um ou dois filtros apresentou uma correlação positiva com a avaliação manual. O coeficiente da correlação foi de  $r = 0,771$  e  $0,662$  ( $p < 0,001$ ) com um ou dois filtros, respectivamente. Com a técnica de regressão linear, obtivemos um  $R^2$  ajustado de  $0,5934$  ( $p < 0,001$ ).

### Relaxado (RR) x Contraído (RC)

Decidimos aplicar a análise da diferença entre os pares de imagens RR-RC que poderia ser detectada pelos métodos do gradiente (operador de Sobel). A correspondência poderia diferenciar de  $417,52 \pm 40,3$  pixels (Média  $\pm$  DP) a  $789,09 \pm 41,98$  pixels, respectivamente ( $p < 0,001$ ). A análise posterior demonstrou que uma diferença menor de 10% da fotografia anterior poderia ser detectada pelo operador de Sobel. Consequentemente, a sensibilidade do método é menor que 0,01.



## CONCLUSÃO

Este estudo originou algumas questões metodológicas. Quais são os critérios corretos de resultados que podem ser utilizados em estudos que avaliam a eficácia dos produtos sobre as rugas? Não existe um sistema padronizado para registrar e interpretar a intensidade das rugas, apesar de alguns métodos e dispositivos terem sido desenvolvidos.<sup>17</sup> Além disso, a maioria dos métodos de avaliação de rugas não é adequada para ser utilizada em um consultório muito movimentado.<sup>18,19</sup> Pode-se questionar se a eficácia dos produtos cosméticos poderia ser afetada pelo uso de métodos de análise de rugas baseados em uma abordagem subjetiva.<sup>20</sup> Por exemplo, a análise utilizando a escala de Glogau não mostrou diferenças entre os grupos (dados não apresentados). Portanto, a precisão varia consideravelmente entre os diversos centros, e essa variabilidade pode estar relacionada à opinião do paciente e do médico. No presente estudo, utilizamos um método objetivo, preciso e prático para a análise de rugas, através de fotografias digitais, desenvolvido a partir de um método objetivo para a avaliação da reação cutânea com pápula e urticária.<sup>12</sup> Esse método reduz a variabilidade inter e intraobservador inerente a qualquer método que possua um componente humano, permitindo que diversos centros de pesquisa e médicos comparem seus resultados em um estudo clínico, multicêntrico e randomizado – o que foi verdadeiro principalmente para o operador de Sobel no MATLAB. Ele apresenta uma alta precisão e sensibilidade. O último aspecto poderia explicar a capacidade de detectar variações em um tratamento de duração tão curta (estudos não apresentados).

Esse sistema de fotografias digitais possui limitações. Fotografias de boa qualidade e reproduzíveis são necessárias para a análise de cada centro independente. Tentamos manter os mesmos padrões e reduzir erros inadvertidos por meio do treinamento do grupo de pesquisadores. Em um estudo prospectivo, esse aspecto foi responsável por 48% da uniformidade perdida

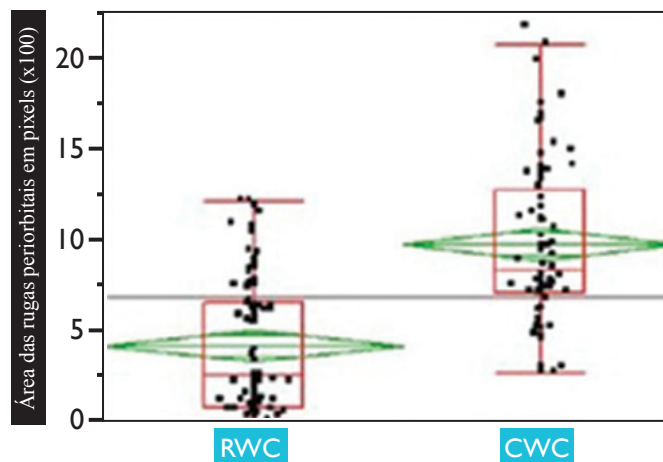


Figura 4:  $P < 0,001$ .

entre os centros e grupos de tratamento da amostra inicial potencial (tal estudo foi submetido para publicação). Além disso, mesmo quando se obtiveram boas condições, algumas variações na coleta de dados que poderiam afetar a intensidade das rugas não puderam ser evitadas, como o sorriso e a contração dos músculos periorbitais. Entretanto, o tamanho da amostra e o resultado da análise de dados apontam para um resultado estimado estatisticamente significativo.

Finalmente, pudemos determinar, através deste estudo, que os dermatologistas apresentavam precisão interna elevada, porém baixa exatidão na avaliação das rugas. O processamento digital do operador de Sobel (operador do gradiente) é um instrumento válido e confiável para a avaliação quantitativa de rugas faciais, com boa consistência inter e intraobservador. Ao permitir uma gradação objetiva e reproduzível dos dados, o método do gradiente é uma ferramenta clínica útil para avaliar a efetividade do tratamento de rugas ou outros procedimentos de modificação facial. [S&CD](#)

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Oikarinen A, Karvonen J, Uitto J, Hannuksela M. Connective tissue alterations in skin exposed to natural and therapeutic UV-radiation. *Photodermatol*. 1985;2(1):15-26.
2. Fisher GJ, Wang ZQ, Datta SC, Varani J, Kang S, Voorhees JJ. Pathophysiology of premature skin aging induced by ultraviolet light. *N Engl J Med*. 1997;337(20):1419-28.
3. Gilchrist BA. A review of skin ageing and its medical therapy. *Br J Dermatol*. 1996; 135(6):867-75.
4. Sriprachya-Anunt S, Fitzpatrick RE, Goldman MP, Smith SR. Infections complicating pulsed carbon dioxide laser resurfacing for photoaged facial skin. *Dermatol Surg*. 1997;23(7):527-35; discussion 35-6.
5. Fodil-Bourahla I, Bizbiz L, Schoevaert D, Robert AM, Robert L. Effect of L-fucose and fucose-rich oligo- and polysaccharides (FROP-s) on skin aging: penetration, skin tissue production and fibrillogenesis. *Biomed Pharmacother*. 2003;57(5-6):209-15.
6. Leveque JL. EEMCO guidance for the assessment of skin topography. The European Expert Group on Efficacy Measurement of Cosmetics and other Topical Products. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 1999;12(2):103-14.
7. Baret M, Bensimon N, Coronel S, Ventura S, Nicolas-Garcia S, Korichi R, et al. Characterization and quantification of the skin radiance through new digital image analysis. *Skin Res Technol*. 2006;12(4):254-60.
8. Glogau RG. Aesthetic and anatomic analysis of the aging skin. *Semin Cutan Med Surg*. 1996; 15(3):134-8.
9. Jacobi U, Chen M, Frankowski G, Sinkgraven R, Hund M, Rzany B, et al. In vivo determination of skin surface topography using an optical 3D device. *Skin Res Technol*. 2004; 10(4):207-14.
10. Fukuda Y, Fujimura T, Moriwaki S, Kitahara T. A new method to evaluate lower eyelid sag using three-dimensional image analysis. *Int J Cosmet Sci*. 2005;27(5):283-90.
11. Lee J, Jung E, Lee H, Seo Y, Koh J, Park D. Evaluation of the effects of a preparation containing asiaticoside on periorcular wrinkles of human volunteers. *Int J Cosmet Sci*. 2008; 30(3):167-73.
12. dos Santos RV, Titus RG, Lima HC. Objective evaluation of skin prick test reactions using digital photography. *Skin Res Technol*. 2007;13(2):148-53.
13. Nagashima H, Hanada K, Hashimoto I. Correlation of skin phototype with facial wrinkle formation. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 1999;15(1):2-6.
14. Zaini MR, Forest GJ, Loshek DD. Image processing for IMRT QA dosimetry. *J Appl Clin Med Phys*. 2005;6(4):14-21.
15. Pellegrino FA, Vanzella W, Torre V. Edge detection revisited. *IEEE Trans Syst Man Cybern B Cybern*. 2004;34(3):1500-18.
16. Vauhkonen M, Lionheart WR, Heikkinen LM, Vauhkonen PJ, Kaipio JP. A MATLAB package for the EIDORS project to reconstruct two-dimensional EIT images. *Physiol Meas*. 2001;22(1):107-11.
17. Friedman PM, Skover GR, Payonk G, Geronemus RG. Quantitative evaluation of nonablative laser technology. *Semin Cutan Med Surg*. 2002;21(4):266-73.
18. Friedman PM, Skover GR, Payonk G, Kauvar AN, Geronemus RG. 3D in-vivo optical skin imaging for topographical quantitative assessment of non-ablative laser technology. *Dermatol Surg*. 2002;28(3):199-204.
19. Funasaka Y, Sato H, Usuki A, Ohashi A, Kotoya H, Miyamoto K, et al. The efficacy of glycolic acid for treating wrinkles: analysis using newly developed facial imaging systems equipped with fluorescent illumination. *J Dermatol Sci*. 2001;27 Suppl 1:S53-9.
20. Harmon CB, Hadley ML. A cosmetic approach to cutaneous defects. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2004;12(1):141-62.