

Precisão e reprodutibilidade da videoceratografia

Accuracy and reproducibility of videokeratography

Samir Jacob Bechara ⁽¹⁾
Arnaldo Zanoto ⁽²⁾
Newton Kara José ⁽³⁾

RESUMO

Avaliou-se a precisão e a reprodutibilidade do sistema EyeSys de videoceratografia numa superfície esférica plástica (42,50 D) e em 58 córneas de 58 pacientes divididos em quatro grupos: 30 córneas normais, 10 córneas pós-ceratotomia radial, 8 córneas pós-excimer laser e 10 córneas com ceratocone. O método de análise incluiu, para os cálculos da precisão e reprodutibilidade, todos os pontos de medida das superfícies de estudo. O sistema EyeSys apresentou, na superfície esférica, uma precisão de 95% das medidas com desvio $\leq 0,25$ D e níveis de reprodutibilidade maiores na região central (média de 0,0295 D) que na região periférica (média de 0,0962 D). As córneas normais, pós-ceratotomia radial e pós-excimer laser apresentaram níveis semelhantes de reprodutibilidade, nas regiões central (médias de 0,1524 D, 0,1406 D e 0,0962 D, respectivamente) e periférica (médias de 0,4484 D, 0,4673 D e 0,3138 D, respectivamente). A reprodutibilidade no ceratocone foi menor que nos demais grupos ($p < 0,05$), tanto na região central (média de 0,3808 D) como na periférica (média de 0,8458 D). Nos quatro grupos, a reprodutibilidade foi maior na região central da córnea ($p < 0,05$). O sistema EyeSys parece proporcionar informações clinicamente úteis a respeito da topografia corneana, particularmente na região central.

Palavras-chave: Videoceratografia; Córnea; Ceratotomia radial; Excimer laser; Ceratocone.

INTRODUÇÃO

O estudo da superfície anterior da córnea tem grande importância, na medida em que ela é responsável por cerca 75% do poder dióptrico do globo ocular. Até recentemente, e durante cerca de um século, o ceratômetro e o ceratoscópio, ainda que apresentassem limitações, predominaram como os principais instrumentos de estudo da superfície anterior da córnea. O interesse por métodos mais precisos e completos foi renovado pelo uso das lentes de contato e pelo advento da cirurgia refrativa, culminando no desenvolvimento da

videoceratografia ¹. A videoceratografia consiste na análise por computador de imagens ceratoscópicas captadas por um sistema de vídeo, e mostra, sob a forma de mapas coloridos, informações qualitativas e quantitativas sobre grande parte da superfície corneana. A videoceratografia firmou-se como um valioso instrumento de análise, renovando conceitos clássicos relativos às propriedades ópticas da córnea, à detecção precoce e seguimento de anomalias corneanas, assim como atuando como elemento de planejamento de procedimentos cirúrgicos corneanos.

A videoceratografia mostrou a varia-

Clinica Oftalmológica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

⁽¹⁾ Médico assistente-doutor da Clínica Oftalmológica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

⁽²⁾ Professor Assistente da Disciplina de Técnica Cirúrgica do Departamento de Cirurgia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

⁽³⁾ Professor Adjunto e Chefe do Serviço de Córnea e Doenças Externas do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Professor Titular de Oftalmologia da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP.

bilidade da topografia da córnea normal, permitindo a classificação dos diversos padrões². Detalhou as alterações topográficas no ceratocone³, modificando conceitos relativos a esta afecção, particularmente quanto à detecção precoce⁴ e à participação do fator genético⁵. A videoceratografia vem elucidando as complexas alterações da superfície corneana decorrentes de cirurgias refrativas, incluindo a ceratotomia radial⁶ e o excimer laser⁷.

Dada a importância das informações topográficas para o diagnóstico e tratamento de doenças corneanas, é fundamental saber sobre sua precisão e a reprodutibilidade. Alguns autores têm procurado enfrentar esta questão, utilizando diferentes métodos matemáticos de análise^{1,8,9,10}. Tais métodos, em geral, limitam-se a grupos de pontos arbitrariamente escolhidos^{1,9}, localizados em locais coincidentes àqueles medidos pelo ceratômetro^{8,11}, ou à média das medidas ao longo dos anéis^{8,10}. Aprimoramentos na cirurgia refrativa e na adaptação de lentes de contato dependem de estudos e informações sobre a topografia de toda a superfície corneana e não somente de pontos selecionados sob o alcance do ceratômetro. Daí a importância da verificação da precisão e da reprodutibilidade da videoceratografia em diferentes regiões da córnea central e periférica.

O presente trabalho tem por objetivo determinar a precisão e a reprodutibilidade da videoceratografia numa superfície esférica plástica de curvatura conhecida, assim como a reprodutibilidade da videoceratografia em córneas normais, córneas pós-ceratotomia radial, córneas pós-excimer laser e no ceratocone, através de um método da análise que inclui todos os pontos de medida na superfície de estudo.

CASUÍSTICA E MÉTODOS

Utilizou-se o sistema de videoceratografia EyeSys "Corneal Analysis System" (EyeSys Laboratories, Hous-

ton, E.U.A), na versão 1-80X, que analisa no máximo 5.760 pontos da superfície corneana.

Para a avaliação da precisão e da reprodutibilidade, utilizou-se uma superfície esférica plástica de polimetilmetacrilato (PMMA), calibrada em um raio de curvatura de 7,93 mm, que corresponde ao poder dióptrico de 42,50D.

Casuística

Examinaram-se prospectivamente 58 córneas de 58 pacientes, com idades entre 22 e 54 anos (média de 36,01 anos). Vinte e dois pacientes eram do sexo masculino e 36 do sexo feminino. Os 58 pacientes foram divididos em quatro grupos: 30 córneas normais (NL), 10 córneas pós-ceratotomia radial (CR), 8 córneas pós-ceratectomia fotorrefrativa por excimer laser (EL), e 10 córneas com ceratocone (CC).

Metodologia

Técnica de exame: Antes das medidas, o sistema de videoceratografia era calibrado segundo rotina própria. A superfície esférica foi montada num suporte ajustável e, na posição de melhor foco e alinhamento, obtinham-se três imagens de boa qualidade. Antes de cada medida, o observador desfocava e decentrava o sistema, a fim de assegurar uma rotina independente em cada exame.

Cada paciente era instruído a posicionar corretamente a cabeça junto ao ceratoscópio, e a manter a fixação em direção ao centro dos anéis concêntricos. Para cada paciente, o examinador acertava o foco e o alinhamento, e obtinha três imagens ceratoscópicas de boa qualidade.

Consideraram-se imagens de boa qualidade para análise, aquelas que apresentaram sombra insignificante produzida pelos cílios e bordas palpebrais, boa centralização e foco, assim como ausência de áreas de quebra ou represamento do filme lacrimal.

Método de análise: Os mapas topo-

gráficos derivam da análise de milhares de pontos de medida, cada um deles identificável através de duas coordenadas: a distância em milímetros ao ápice da córnea e o ângulo em graus em relação ao meridiano horizontal. No presente estudo, as coordenadas referentes a cada ponto de medida foram armazenadas no computador e, através de programas específicos, submetidos a análises matemáticas. Com isto, foi possível comparar cada ponto com seu correspondente em diferentes exames da mesma superfície, ou em diferentes exames em diferentes superfícies. Obteve-se, pois, um método de análise que inclui a maioria das medidas efetuadas sobre as superfícies estudadas.

Considerando-se a importância óptica das diversas regiões da córnea, e para fins de análise estatística, foram elas divididas em:

- *região central:* desde o centro da córnea até o raio de 2,50 mm, ou seja, um diâmetro de 5,00 mm, incluindo, em geral, a área pupilar.

- *região periférica:* desde o raio de 2,51 mm até a periferia da córnea.

Precisão: A precisão consiste na capacidade do sistema de medir com exatidão, em cada um dos pontos de medida, a curvatura da superfície estudada. A análise da precisão requer uma superfície de curvatura conhecida, cujo valor sirva de referência para a verificação da exatidão das medidas. A precisão foi expressa matematicamente através do **desvio**, que consiste na diferença entre a curvatura medida em cada um dos pontos e o valor de referência admitido para toda a superfície esférica. Um desvio de sinal positivo indicou que o sistema de videoceratografia mediu uma curvatura maior que a verdadeira, enquanto que um desvio de sinal negativo indicou que o sistema de videoceratografia mediu uma curvatura menor que a verdadeira. Utilizaram-se somente os valores absolutos dos desvios, a fim de se evitar que os desvios positivos neutralizassem os negativos. De forma global, a análise da precisão foi expressa

pela porcentagem de medidas com desvio do valor de referência menor ou igual a 0,25 D, assim como pelo desvio absoluto máximo.

Reprodutibilidade: A reprodutibilidade consiste na propriedade de se obter valores semelhantes ao medir repetidamente o mesmo objeto. A reprodutibilidade da videoceratografia foi expressa pelo **desvio padrão** das curvaturas obtidas nas três medidas, ponto a ponto, ao longo das superfícies analisadas. Quanto maior a reprodutibilidade, menores os desvios padrão, e vice-versa. Foi definida como reprodutibilidade média a média dos desvios padrão para cada determinado anel.

Análise estatística: Utilizando-se os testes da Mediana e do U de Mann-Whitney para as comparações pareadas e o teste de Kruskal-Wallis para as comparações múltiplas de reprodutibilidade.

RESULTADOS

Superfície esférica plástica: O sistema EyeSys apresentou 95% das medidas com desvio do valor de referência menor ou igual a 0,25 D e desvios absolutos sempre inferiores a 0,88 D. A figura 1 mostra que a precisão das medidas na superfície esférica foi menor nos anéis mais periféricos, onde observam-se os maiores desvios do valor de referência. A figura 2 mostra que a reprodutibilidade da videoceratografia na superfície esférica, tanto na região central (média de 0,0295 D) como na região periférica (média de 0,0962 D), foi satisfatória, apresentando desvios padrão inferiores a 0,05 D até o décimo anel, e elevando-se discretamente nos quatro anéis mais periféricos. No entanto, a diferença de reprodutibilidade entre as medidas das regiões central e periférica da superfície esférica não foi estatisticamente significativa, segundo os testes da Mediana ($p = 0,1371$) e do U de Mann-Whitney ($U = 42, p = 0,2898$).

Pacientes: As figuras 3, 4, 5, e 6 mostram que a reprodutibilidade da

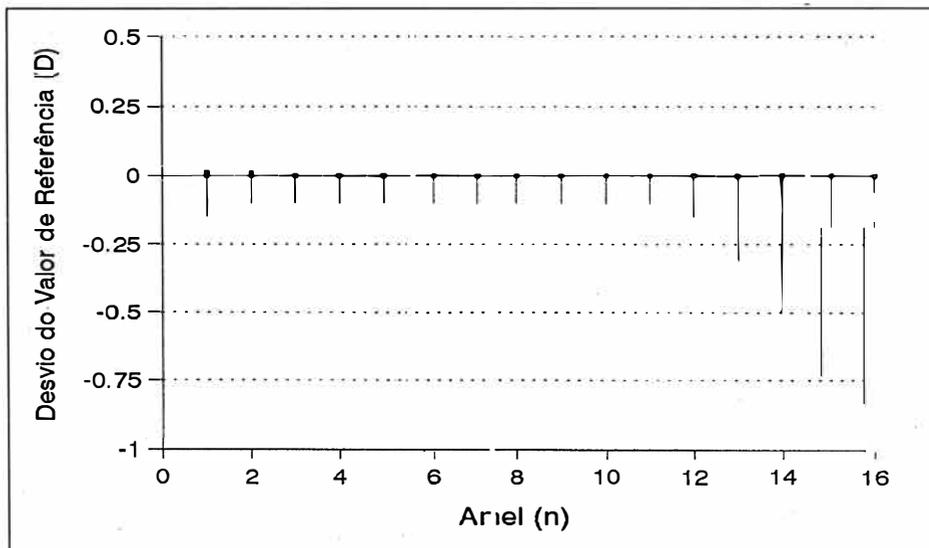


Fig. 1 - Precisão na superfície esférica (42,50D).

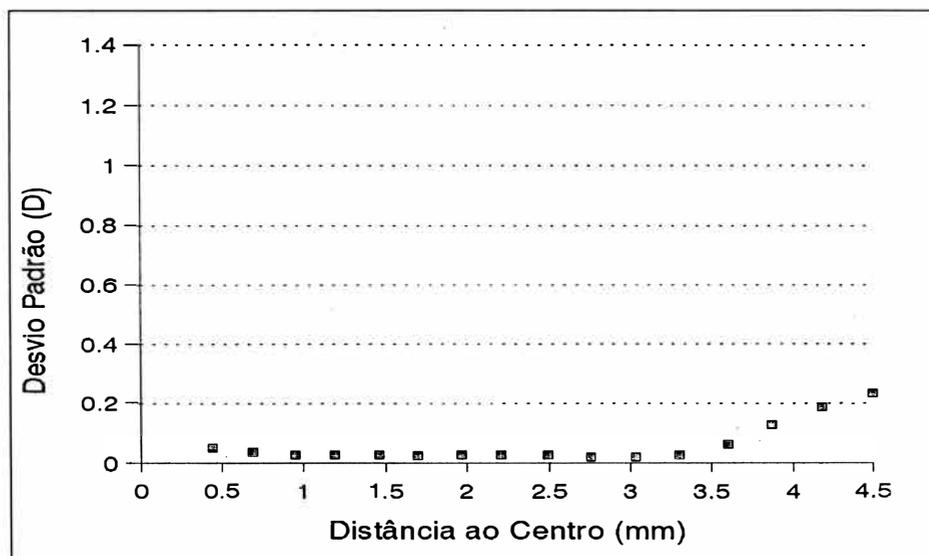


Fig. 2 - Reprodutibilidade na superfície esférica (42,50D).

videoceratografia nos quatro grupos de pacientes foi maior na região central (menores desvios padrão) e menor na região periférica (maiores desvios padrão) das córneas. Nas 30 córneas normais (fig. 3), a reprodutibilidade média foi de 0,1524 D na região central e de 0,4484 D na região periférica. Nas dez córneas pós-ceratotomia radial (Fig. 4), a reprodutibilidade média foi de 0,1406

D na região central e de 0,4673 D na região periférica. Nas oito córneas pós-excimer laser (Fig. 5), a reprodutibilidade média foi de 0,0962 D na região central e de 0,3138 D na região periférica. Nas dez córneas com ceratocone (Fig. 6), a reprodutibilidade média foi de 0,3808 D na região central e de 0,8458 D na região periférica. Em ambas as regiões central e periférica, a

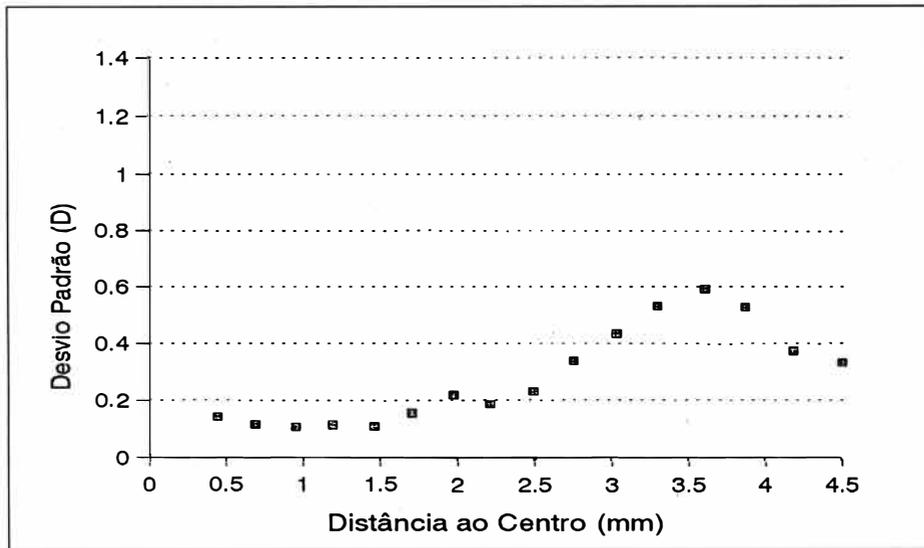


Fig. 3 - Reprodutibilidade nas córneas normais.

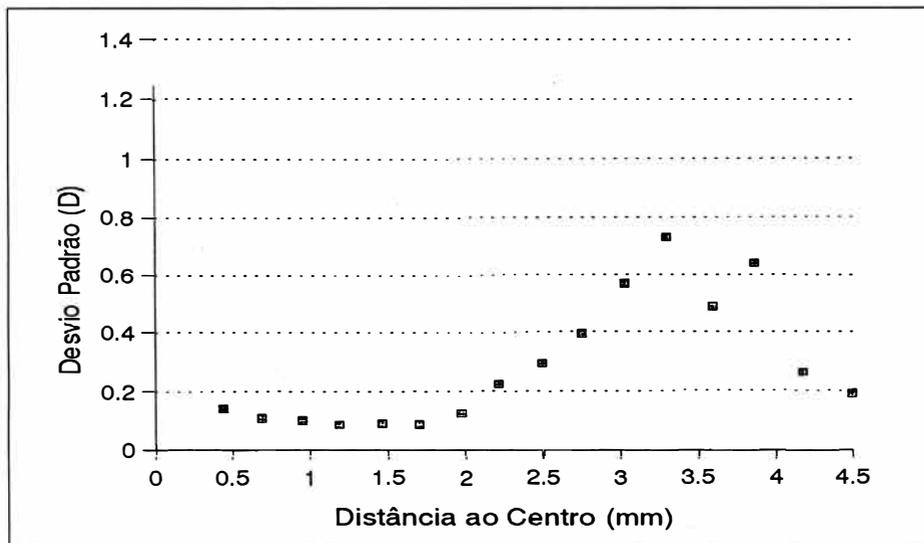


Fig. 4 - Reprodutibilidade nas córneas pós-ceratotomia radial.

TABELA 1

Comparação da reprodutibilidade da videoceratografia (sistema EyeSys) entre o ceratocone e os demais grupos, nas regiões central e periférica das córneas, através dos testes da Mediana e do U de Mann-Whitney.

Região	Mediana		U de Mann-Whitney		
	p*	S/NS	U	p*	S/NS
Central	0,0016	S	1	< 0,0001	S
Periférica	0,0143	S	4	< 0,0070	S

*Significante para $p < 0,05$

reprodutibilidade nos pacientes com ceratocone foi menor que nos outros três grupos.

Quanto à homogeneidade da reprodutibilidade da videoceratografia nos quatro grupos em conjunto, o teste de Kruskal-Wallis revelou que, tanto na região central como na região periférica das córneas, houve significativa falta de homogeneidade, sendo mais homogênea na região central ($p < 0,001$) e menos homogênea na região periférica ($p < 0,01$) das córneas. Uma vez observada a falta de homogeneidade entre os quatro grupos em conjunto, cumpre compará-los aos pares. A análise estatística pelos testes da Mediana e do U de Mann-Whitney (Tab. 1) foram concordantes e mostraram ser significativa, em ambas as regiões central e periférica, a diferença dos níveis de reprodutibilidade entre os pacientes com ceratocone e todos os demais grupos.

A tabela 2 mostra a comparação da reprodutibilidade da videoceratografia entre as regiões central e periférica, em cada um dos quatro grupos separadamente. Os testes da Mediana e do U de Mann-Whitney foram concordantes e mostraram que, quatro grupos, a diferença de reprodutibilidade da videoceratografia, entre as regiões central e periférica das córneas, foi estatisticamente significativa ($p < 0,05$), sendo melhor na região central.

DISCUSSÃO

A análise da precisão e da reprodutibilidade da videoceratografia tem despertado o interesse dos pesquisadores nos últimos anos^{1, 8, 9, 10}, mas os métodos de análise empregados mostram imperfeições, especialmente quanto à extensão da área avaliada e quanto ao tratamento matemático das medidas de cada ponto. Alguns trabalhos^{1, 9} consideraram apenas alguns poucos pontos de medida pré-determinados. Outros^{8, 10, 11, 12} utilizaram médias aritméticas de grupos das medidas. No presente trabalho, con-

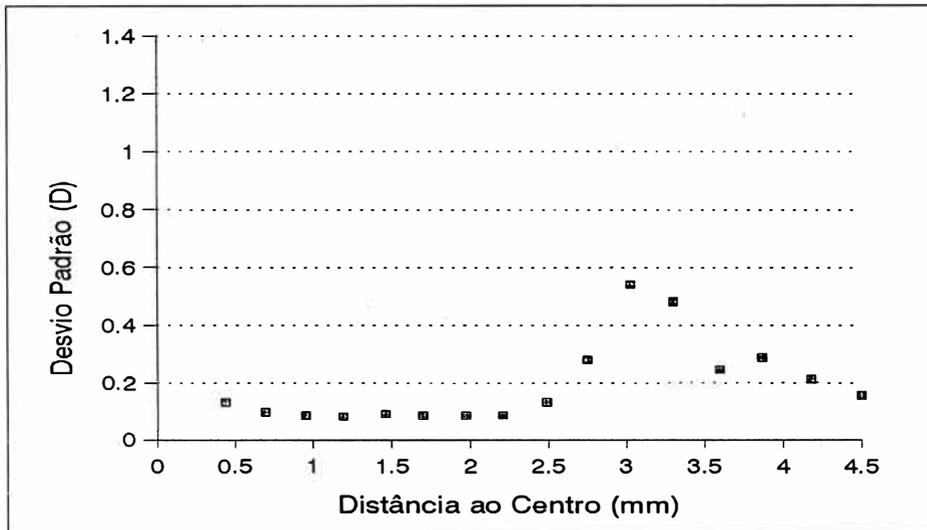


Fig. 5 - Reprodutibilidade nas córneas pós-excimer laser.

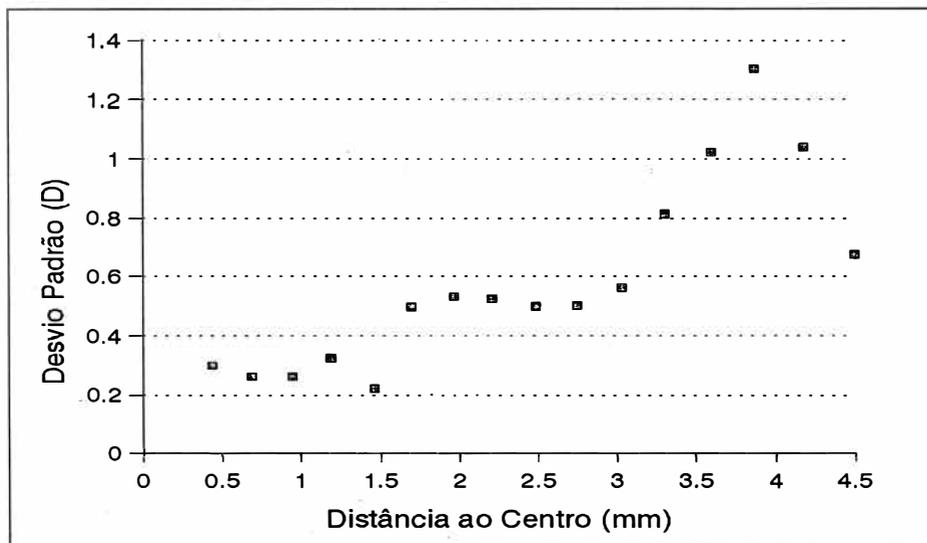


Fig. 6 - Reprodutibilidade no ceratocone.

TABELA 2

Comparação da reprodutibilidade da videoceratografia, entre as regiões central e periférica das córneas, nos quatro grupos, através dos testes da Mediana e do U de Mann-Whitney.

GRUPOS	Mediana		U de Mann-Whitney		
	p*	S/NS	p*	U	S/NS
NL	0,0007	S	0,0002	63	S
CR	0,0196	S	0,0012	60	S
EL	0,0007	S	0,0002	63	S
CC	0,0196	S	0,0007	61	S

* Significante para $p \leq 0,05$

siderou-se individualmente cada um dos pontos de medida das superfícies de estudo, evitando-se a neutralização das variações pelas médias.

Precisão

No presente trabalho, o desvio do valor de referência foi menor ou igual a 0,25 D em 95% das medidas, o que sugere um desempenho bastante satisfatório. No entanto, a tabela 3 mostra que outros autores^{1, 8, 9, 11, 12} obtiveram níveis mais elevados de precisão em superfícies esféricas de aço e PMMA. Tal tendência pode estar relacionada ao método utilizado, pois os pontos de medida correspondem aos do ceratômetro, em que a videoceratografia é mais confiável, assim como à utilização de médias, neutralizando desvios em direções opostas.

Padrões definidos de precisão: O método de análise empregado neste trabalho, ao incluir os pontos de medida da superfície de estudo, permitiu avaliar a distribuição da precisão nas diferentes regiões, identificando-se um padrão de desvio. A figura 1 mostra que o padrão de precisão na superfície esférica plástica apresentou duas características principais: o desvio absoluto do valor de referência aumentou em direção à periferia e houve uma generalizada tendência ao desvio negativo. Padrões repetitivos de precisão poderiam ter diversas causas, incluindo a montagem defeituosa da superfície esférica de teste, alinhamento e/ou foco incorretos durante a calibragem, ou até erros sistemáticos de interpretação das imagens pelo programa do computador.

Reprodutibilidade

Até o momento, não se havia avaliado a reprodutibilidade da videoceratografia senão em córneas normais^{10, 11}. Os quatro grupos foram escolhidos no intuito de se avaliar clinicamente, além das córneas normais, córneas mais planas que o normal, representadas pelas córneas pós-ceratotomia radial e pós-excimer laser, assim como córneas mais

TABELA 3
Principais estudos sobre a precisão da videoceratografia.

Autor	Ano	Sistema	Esfera	Região Analisada	Desvio $\leq 0,25D$
Hannush ⁸	1989	CMS	aço	central 3 mm	96%
Koch ¹	1989	EyeSys	PMMA	4 meridianos	100%
Koch ¹¹	1992	EyeSys	PMMA aço	central 3 mm	98,4%
Wilson ⁹	1992	EyeSys TMS	PMMA	central 3 mm	não relata %
Legeais ¹²	1993	TMS	PMMA	centro e periferia	100%
Bechara	1996	EyeSys	PMMA	área total	95%

curvas e irregulares que o normal, representadas pelo ceratocone.

A reprodutibilidade verificada para a córnea normal e a superfície esférica de PMMA é comparável à medida anteriormente por outros autores^{1,9-12}, como mostra a tabela 4. Ressalte-se, porém, que nos demais trabalhos examinaram-se somente superfícies esféricas ou córneas normais, a análise da reprodutibilidade restringiu-se a áreas isoladas, e o método de análise frequentemente baseou-se em médias de medidas^{8,10,12}. A alta reprodutibilidade obtida no presente trabalho na superfície esférica (Fig 2) sugere que a videoceratografia é muito confiável em condições estáveis de foco e alinhamento, proporcionadas pelo suporte a que foi acoplada durante as medidas. Koch et al.^{1,11} obtiveram níveis semelhantes de reprodutibilidade

com o sistema EyeSys numa superfície esférica de PMMA e de aço. Os níveis de reprodutibilidade relatados por Wilson et al.⁹ e por Legeais et al.¹² em superfícies esféricas de PMMA foram menos satisfatórios e isto pode ser devido ao uso de um sistema com menor distância focal e mais vulnerável a erros de alinhamento e foco. À semelhança do presente trabalho, Legeais et al.¹² observaram queda da reprodutibilidade na periferia da superfície esférica.

Poucos autores^{10,11}, até o momento, estudaram a reprodutibilidade da videoceratografia em condições clínicas. Koch et al.¹¹, utilizando o sistema EyeSys em 20 córneas normais, obtiveram níveis semelhantes de reprodutibilidade. Hannush et al.¹⁰, em 18 córneas normais, relataram uma reprodutibilidade de 0,25 D a 3 mm do ápice da

TABELA 4
Principais estudos sobre a reprodutibilidade da videoceratografia.

Autor	Ano	Sistema	Esfera Córnea	Região Analisada	Desvio Padrão
Koch ¹	1989	EyeSys	PMMA	4 meridianos	< 0,10 D
Kannush ¹⁰	1990	CMS	córneas normais	central 3 mm	0,25 D
Koch ¹¹	1992	EyeSys	PMMA aço	central 3 mm	< 0,12 D
Koch ¹¹	1992	EyeSys	córneas normais	central 3 mm	0,13 D
Wilson ⁹	1992	EyeSys TMS	PMMA	central 3 mm	< 0,27 D
Legeais ¹²	1993	TMS	PMMA	centro e periferia	< 0,20D

córnea. O presente trabalho estendeu a análise da reprodutibilidade a todas as regiões da córnea, e incluiu, além das córneas normais, córneas submetidas a cirurgia refrativa e o ceratocone.

A reprodutibilidade nos quatro grupos de pacientes, ainda que tenha seguido um padrão comum, apresentou-se em níveis variados. A análise estatística mostrou que os quatro grupos, tanto na região central como na periférica, não formam um grupo homogêneo, sendo significativamente menor a reprodutibilidade no ceratocone, devendo-se tal fato provavelmente à maior irregularidade das córneas com ceratocone.

As figuras 3, 4, 5 e 6 sugerem haver um padrão de reprodutibilidade, comum aos quatro grupos, aparentemente independente das características da córnea examinada e talvez intrínseco ao sistema de videoceratografia. Caracteriza-se por menores desvios padrão (melhor reprodutibilidade) na região central da córnea, que gradualmente elevam-se em direção à periferia. A análise estatística (Tab. 1), mostrou ser significativa a diferença de reprodutibilidade entre as regiões central e periférica em todos os quatro grupos ($p < 0,05$). Esta diferença confirmou a importância de se separar, para fins de análise, as regiões central e periférica da córnea.

A queda da reprodutibilidade na periferia de superfícies esféricas¹² ou de córneas normais¹⁰ foi previamente observada. O presente trabalho contém a primeira verificação deste fenômeno em córneas que não as normais. A significativa diferença de reprodutibilidade entre o centro e a periferia das córneas pode ser devida à lógica do programa do computador que, ao interpretar e reconstruir a superfície corneana a partir da imagem ceratoscópica, a pressupõe esférica.

Perspectivas: A videoceratografia tem desempenhado um importante papel na clínica e cirurgia de córnea, modificando conceitos clássicos e abrindo horizontes para um melhor entendimento da contribuição da córnea para a

função visual. Na medida em que os métodos clássicos de avaliação da função visual (acuidade visual e refração) tornam-se insuficientes, apresenta-se a videoceratografia como alternativa, capaz de aferir a magnitude das alterações topográficas e sua influência sobre a função de lente da córnea.

No presente trabalho, apresentou-se um método original de análise da precisão e da reprodutibilidade da videoceratografia, baseado em todos os pontos de medida da superfície de estudo. Embora não seja possível saber se é superior aos anteriormente utilizados, ele oferece uma análise pormenorizada de toda a superfície de estudo, e mostra-se promissor quanto a sua aplicação no planejamento e na avaliação pós-operatória de procedimentos cirúrgicos refrativos.

SUMMARY

Accuracy and reproducibility of the EyeSys videokeratography system was evaluated on a plastic sphere (42.50 D) and on 58 corneas of 58 patients, divided into four groups: 30 normal corneas, 10 post radial keratotomy corneas, 8 post excimer laser corneas and 10 keratoconic corneas. A method including all measurement points in the accuracy and reproducibility

analysis was used. The EyeSys system showed on the plastic sphere an accuracy of 95% of the measurements within 0.25 D and higher reproducibility levels on the central (mean 0.0295 D) than on the peripheral (mean 0.0962 D) region. The normal, post radial keratotomy and post excimer laser corneas showed similar reproducibility levels on the central (means 0.1524 D, 0.1406 D, and 0.0962 D, respectively) and peripheral (means 0.4484 D, 0.4673 D and 0.3138 D, respectively) regions. In the Keratoconus reproducibility was lower than in the other groups ($p < 0.05$), both on the central (mean 0.3808 D) and peripheral (mean 0.8458 D) regions. In the four groups, reproducibility was significantly higher on the central cornea ($p < 0.05$). The EyeSys system seems to be able to provide useful clinical information about the corneal surface, particularly over its central region.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. KOCH, D. D.; FOULKES, G. N.; MORAN, C. T.; WAKIL, J. S. - The eyesys corneal analysis system: accuracy and reproducibility of first-generation prototype. *Refract. Corneal. Surg.*, **5**: 424-429, 1989.
2. BOGAN, S. J.; WARING, G. O. III; IBRAHIM, O.; DREWS, C.; CURTIS, L. - Classification of normal corneal topography based on computer-assisted videokeratography. *Arch. Ophthalmol.*, **108**: 945-949, 1990.
3. GRIMBERG, A. R. U. - Topografia corneana computadorizada no ceratocone. *Arq. Bras. Oft.*, **56**: 180, 1993.
4. MAGUIRE, L. J.; BOURNE, W. M. - Corneal topography of early keratoconus. *Am. J. Ophthalmol.*, **108**: 107-112, 1989.
5. RABINOWITZ, Y. S.; GARBUS, J.; McDONNELL, P. J. - Computer-assisted corneal topography in family members of patients with keratoconus. *Arch. Ophthalmol.*, **108**: 365-371, 1990.
6. McDONNELL, P. J.; GARBUS, J. - Corneal topographic changes after radial keratotomy. *Ophthalmology*, **96**: 45-49, 1989.
7. LIN, D. T. C.; SUTTON, H. F.; BERMAN, M. - Corneal topography following excimer photorefractive keratectomy for myopia. *J. Cataract. Refract. Surg.*, **19**: 149-154, 1993.
8. HANNUSH, S. B.; CRAWFORD, S. L.; WARING, G. O. III; GEMMILL, M. C.; LYNN, M. J.; NIZAM, A. - Accuracy and precision of keratometry photokeratoscopy, and corneal modeling on calibrated steel balls. *Arch. Ophthalmol.*, **107**: 1235-1239, 1989.
9. WILSON, S. E.; VERITY, S. M.; CONGER, D. L. - Accuracy and precision of the Corneal Analysis and the Topographic Modeling System. *Cornea*, **11**: 28-35, 1992.
10. HANNUSH, S. B.; CRAWFORD, S. L.; WARING, G. O. III; GEMMILL, M. C.; LYNN, M. J.; NIZAN, A. - Reproducibility of normal corneal power measurements with a keratometer, photokeratoscope, and video imaging system. *Arch. Ophthalmol.*, **108**: 539-544, 1990.
11. KOCH, D. D.; WAKIL, J. S.; SAMUELSON, S. W.; HAFT, E. A. - Comparison of the accuracy and reproducibility of the keratometer and the EyeSys Corneal Analysis System Model I. *J. Cataract. Refract. Surg.*, **18**: 342-347, 1992.
12. LEGEAIS, J. M.; REN, Q.; SIMON, G.; PAREL, J. M. - Computer-assisted corneal topography: accuracy and reproducibility of the Topographic Modeling System. *Refract. Corneal. Surg.*, **9**: 347-357, 1993.