

Paquimetria Óptica e Ultrassônica

Flavio Jaime Rocha *

Os paquímetros são instrumentos desenhados para medir a espessura corneana. Estes instrumentos vieram aumentar o nosso conhecimento e melhorar o tratamento das alterações do endotélio corneano tais como: distrofia endotelial de Fuchs, traumas decorrentes de cirurgias de catarata, uso de lente de contato e ceratoplastia penetrante. Entretanto, foi com aparecimento da ceratotomia radial e os outros tipos de cirurgia refrativa que fizeram com que paquimetria corneana se tornasse mais difundida em nosso meio, uma vez que estes procedimentos exigem uma medida exata da espessura corneana.

TERMINOLOGIA

Etimologicamente, a palavra paquímetro vem do grego pachy que significa espessura e metron - medida.

A medida da espessura corneana pode ser expressa em milímetros (mm) ou em microns (μm). Nos paquímetros ópticos, os valores convencionalmente são expressos em milímetros uma vez que eles são calibrados para 0,01 mm, mas com o aumento da precisão dos paquímetros ultrassônicos e a acurácia nos procedimentos refrativos deve-se, sempre que possível, expressar os valores em microns.

MÉTODOS PARA MEDIR A ESPESSURA CORNEANA

Existem três métodos para se medir a espessura corneana: microscopia especular, paquimetria óptica e paquimetria ultrassônica. Um paquímetro ideal deve ser preciso na leitura da espessura corneana, ter boa reprodutibilidade, ser de fácil manuseio, ser portátil para ser usado no consultório e na sala de cirurgia e ter boa durabilidade.

O método mais antigo para se medir a espessura corneana é a microscopia especular. Este instrumento foca as superfícies anterior e posterior da córnea e mede a distância transversal entre estas duas superfícies. Esta medida pode sofrer alterações com a mudança no índice de refração da córnea. Microscópios espaciares mais modernos são equipados com um visor digital que registra a espessura corneana. Este método é prejudicado por não mostrar o local exato de onde a medida está sendo feita.

Paquimetrias óptica e ultrassônica serão descritas a seguir.

PAQUIMETRIA ULTRASSÔNICA

O paquímetro ultrassônico, desenvolvido por Henderson, Gillian, Detweiler e Kremer em 1980, é atualmente o método de escolha para a medida da espessura corneana, uma vez que é de fácil uso, tem boa precisão e portabilidade e consegue medir a espessura corneana nas regiões paracentrais.

Princípios da paquimetria ultrassônica - Os paquímetros ultrassônicos usam o princípio "A-scan" ultraso-

nográfico. O componente básico é um pulsor eletrônico que emite pulsos de curta voltagem. Um cristal pizeoelétrico altera a forma de cada pulso eletrônico e gera um pulso ultrassônico que é propagado através da córnea, refletido na membrana de Descemet e recebido de volta pelo cristal pizeoelétrico. O impacto da onda ultrassônica no cristal deforma-o e novamente gera um pulso eletrônico que é enviado a um receptor, onde ele é detectado, amplificado e então a medida é exposta no visor.

Velocidade do som na córnea - Um dos problemas mais difíceis na padronização dos paquímetros ultrassônicos é decidir a velocidade de propagação do som na córnea. A velocidade padrão utilizada é 1640 m/seg. A variação da velocidade do som em córneas de vacas, porcos e humanos segundo Coleman, é de 1550 a 1639 m/seg. A velocidade de 1640 m/seg, foi escolhida por que a medida mostrou uma espessura corneana de 0.512 ± 0.035 em 175 olhos, o que concorda com os achados na paquimetria óptica.

Componentes dos paquímetros ultrassônicos - Os paquímetros ultrassônicos consistem de três componentes básicos: a sonda manual com transdutor e ponta, uma central e alguns acessórios.

1) **Sonda manual** - O mecanismo ultrassônico está contido na sonda do paquímetro e tem o cristal pizeoelétrico que emite as ondas ultrassônicas de aproximadamente 20 MHz. Sondas pequenas e mais leves facilitam seu uso clínico. A visualização da ponta de

* Professor Assistente de Oftalmologia da Universidade Federal de Uberlândia.
Pós Graduando nível Doutorado - Universidade Federal de São Paulo - H.S.P.
Fellow de Córnea - Universidade de Harvard, 1993-1994.

Endereço para correspondência: Av. Afonso Pena, 2049/01 - 38406-054 - Uberlândia - MG

uma sonda reta sob o microscópio cirúrgico é algumas vezes difícil; sondas anguladas facilitam a visualização da ponta uma vez que a mão está fora do eixo de visão o que facilita a colocação perpendicular do instrumento sobre a córnea.

2) *Transdutor* - O transdutor emite a onda ultrassônica através da ponta da sonda para dentro da córnea e a recebe no retorno. O tamanho do transdutor está relacionado ao tamanho do cristal emissor e da configuração da sonda através da qual ele passa. O tamanho da ponta da sonda e do transdutor reduz a precisão na leitura da espessura corneana. Cada sonda tem uma vida média, portanto, se as medidas se tornarem variáveis no bloco calibrador, ela deve ser trocada.

3) *Ponta da sonda* - A ponta da sonda é a interface entre a córnea e o transdutor. O seu diâmetro deve ser de 2 mm ou menor para diminuir a área sobre a qual a onda de ultra-som é emitida e permitir que o observador possa ver exatamente a sua posição sobre a córnea. A superfície da ponta deve ser lisa para não lesar o epitélio corneano. Existem três tipos básicos de pontas: uma aberta, uma que tem um reservatório interno de água que deve ser preenchido periodicamente e uma toda sólida que não possui este reservatório interno de água. Todos podem alcançar boa precisão na medida da espessura corneana, mas a conveniência e a praticidade variam. A sonda de ponta sólida é a mais conveniente e prática uma vez que elimina a necessidade de preenchê-la com líquido periodicamente além de ter uma manutenção fácil.

4) *Limpeza da sonda* - Sondas de pontas sólidas requerem assepsia semelhante àquelas usadas para os tonômetros. A sonda deve ser lavada com álcool ou peróxido ao final de cada uso. A profilaxia contra a disseminação do vírus da imunodeficiência humana deve estar sempre em mente.

Precisão das medidas - Todos os

paquímetros fazem a média de uma série de medidas para fornecer uma única no final. Estes equipamentos em média realizam de 30 a 500 medidas em fração de segundos. A resolução do aparelho é a menor unidade medida que é de 1 μm . Os paquímetros ultrassônicos podem medir espessuras corneanas que variam de 200 a 2000 μm . Para ceratotomia radial, uma variação de 400 a 800 μm é suficiente, uma vez que uma córnea normal nunca ultrapassa estes limites.

Calibração - A maioria dos paquímetros têm uma velocidade de som na córnea padrão de 1640 m/seg. Algumas unidades requerem ajuste na velocidade do som de tal maneira que o operador possa selecionar uma velocidade maior ou menor como parte do ajuste da sua técnica. Outros aparelhos têm uma calibração interna que determina que velocidade do som é apropriada para aquela medida. Muitos instrumentos oferecem um bloco separado que serve para verificar a precisão das leituras.

Acessórios

1. *Pedal* - A maioria dos pedais têm um formato simples. Eles servem para se obter as medidas apertando ou liberando-os.

2. *Impressoras* - Serve para que o observador não necessite ficar olhando no painel para verificar a medida. Serve também para imprimir as medidas, fazer um mapa com as diferentes espessuras corneanas nas regiões paracentrais e periféricas e para identificar o paciente.

Preço e garantia - Ao se comprar um paquímetro, o preço é importante, assim como os serviços de manutenção e a garantia do aparelho. Alguns fabricantes dão garantias separadas para a sonda e o console. Se o paquímetro contém funções computadorizadas, informe-se sobre atualizações e avanços dos programas. Alguns paquímetros vêm juntos com ultra-sons "A-scan" que servem para medir o diâmetro

axial do olho e podem ser vantajosos em termos de preço e conveniência.

Os principais paquímetros disponíveis no mercado brasileiro, com suas especificações e preços estão descritos na Tabela 1.

Todos os paquímetros acima descritos, possuem boa reproductibilidade das medidas quando feitas sequencialmente em um ponto fixo e por uma única pessoa. A maioria têm boa portabilidade com exceção do Teknar que possui um tamanho maior que os demais pois vem junto com ultra-som "A-scan". Somente o paquímetro Allergan-Humphrey tem sonda de 10 MHz o que pode ser vantajoso para medidas mais baixas.

PAQUIMETRIA ÓPTICA

Os paquímetros ópticos são usados desde 1949, utilizando os princípios descritos por Helmholtz. Eles são considerados, segundo Duke-Elder, o método original para a medida da espessura corneana. Existem dois métodos utilizados para se fazer a paquimetria óptica: O primeiro é aquele no qual o alinhamento da fenda é feito usando uma linha imaginária que se estende da borda endotelial até a borda epitelial. O segundo critério é aquele no qual a extensão imaginária da porção brilhante do endotélio é sobreposta à porção brilhante do epitélio uma vez que estes brilhos são produzidos pela largura finita da fenda quando ela passa através de cada superfície da córnea. O primeiro método utilizado é considerado o mais fácil pelos usuários.

O grande problema para uso clínico desta técnica é a reproductibilidade das medidas. Esta variabilidade é decorrente dos seguintes problemas:

1. Ausência de um ponto de fixação para o paciente, que esteja localizado em uma posição fixa em relação ao instrumento.
2. Ausência de um alinhamento conhecido do paquímetro com a córnea em uma posição reproductível, de tal maneira que a fenda

Tabela 1
Comparação dos paquímetros ultrassônicos

Características dos diversos paquímetros ultrassônicos

Aparelho	Preço (U.S. dollar)	Tamanho da ponta da sonda (mm)	Ponta da sonda (tipo)	Transdutor (MHz)	Impres-sora	preci-são (μm)
Allergan-Humphrey	6.000	2,0	Sólida	10	Sim	±5
Alcon	7.500	2,0	Sólida	20	Sim	±5
Teknar*	7.500	2,5	Sólida	20	Sim	±5
Storz	7.000	2,0	Sólida	20	Sim	±5

* Paquímetro e ultra-som juntos

intersecte a córnea no mesmo ângulo para se ter uma leitura consistente.

- Ausência de um ponto final consistente que coincida com a imagem da fenda que está sendo visualizada pelo observador, que atualmente é feita subjetivamente.
- Falta de reproductibilidade da fenda e ausência de compensação para o tamanho da fenda no processo de medição.

Os paquímetros ópticos têm algumas vantagens. Não toca a córnea, e com isso não lesa o epitélio corneano. A localização da córnea que está sendo medida pode ser identificada visualmente, embora não seja fácil retornar ao ponto original sem o auxílio de mecanismos de fixação. É capaz de

medir as diferentes camadas da córnea, que algumas vezes é necessário nas cirurgias refrativas lamelares tais como as lentes intracorneanas. Os erros de precisão destes instrumentos podem ser minimizados quando o instrumento é usado por uma única pessoa; eles podem ser menores que 10 μm, que é um erro aceitável na prática. Entretanto, este erro aumenta para 20 μm ou mais quando várias pessoas fazem a mesma medida o que é inaceitável na prática.

Estes problemas com os paquímetros ópticos podem ser minimizados com o uso de luzes de alinhamento que serve de fixação para o paciente, particularmente quando estas luzes estão localizadas centralmente entre a fenda e o microscópio.

O maior problema dos paquímetros ópticos é que em qualquer dos sistemas de alinhamento e fixação utilizados, é muito difícil fazer medidas nas regiões paracentrais e periféricas.

No mercado brasileiro existem duas marcas de paquímetros ópticos, o Topcon e o Haag-Streit. Os seus preços em geral são menores do que os ultrassônicos, mas como eles não estavam disponíveis para a venda no momento em que este trabalho estava sendo escrito, não foi possível listá-los.

Embora paquimetria óptica possa ser realizada por uma única pessoa sob condições controladas, ele é muito menos usado do que o paquímetro ultrassônico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HAZONY, D.; LAZZARA, A. and DYBBS, A. - The speed of the sound in the human and rabbit cornea. *Invest. Ophthalmol Vis Sci*, **24**: 128, 1983.
- KREMER, F. B.; WALTON, P. and GENSHIMER, G. - Determination of corneal thickness using ultrasonic pachymetry. *Ann Ophthalmol.*, **17**: 506-507, 1985.
- MISHIMA, S. and HEDBYS, B. O. - Measurement of corneal thickness with the Haag-Streit pachymeter. *Arch Ophthalmol.*, **80**: 710-713, 1981.
- MONDELL, R. B.; POLSE, K. A. and BONANNO, J. - Reassessment of optical pachymetry. In Cavanagh H. D., ed. *The cornea: Transactions of world congress on the cornea III*, New York, Raven Press, pp201-205, 1988.
- READER, A. L. and SALZ, J. J. - Differences among ultrasonic pachymeters in measuring corneal thickness. *J. Refract. Surg.*, **63**: 15, 1987.