

Estudo comparativo entre o tonômetro de aplanção de Goldmann e o tonômetro de contorno dinâmico de Pascal no glaucoma primário de ângulo aberto e olhos normais

Dynamic contour tonometry (DCT) versus Goldmann applanation tonometry (GAT) in open-angle glaucoma and normal eyes: a comparative study

Sergio Henrique Sampaio Meirelles¹, Cristina Rodrigues Mathias², Gilberto Brandão de Azevedo³, Riani Morelo Álvares⁴, Clarissa Campolina de Sá Mattosinho⁵, Jetro Saul Jardim⁶, Cláudia Castor Xavier Bastos⁷, Luciana Meneses⁸

RESUMO

Objetivo: Comparar as medidas da pressão intra-ocular (PIO) obtidas com o tonômetro de aplanção de Goldmann (TAG) e o tonômetro de contorno dinâmico (TCD) e correlacioná-las com a espessura central da córnea (ECC). **Métodos:** Estudo transversal, com os pacientes divididos em dois grupos: glaucoma primário de ângulo aberto (GPAA) e olhos normais (ON). As medidas da PIO foram obtidas em todos os pacientes com o TAG e o TCD. Um examinador realizou as tonometrias com o TAG e outro examinador com o TCD. A ECC foi obtida pelo paquímetro ultrassônico. Os resultados foram avaliados através do teste Z para amostras independentes, teste t de Student para amostras relacionadas, teste de correlação linear de Pearson e gráfico de Bland-Altman. **Resultados:** Foram incluídos 134 olhos de 71 pacientes. O grupo GPAA foi constituído por 85 olhos de 45 pacientes e o grupo ON por 49 olhos de 26 indivíduos com olhos normais. Não houve diferença significativa da ECC entre os dois grupos em ambos os olhos ($p=0,54$ OD; $p=0,71$ OE). As tonometrias realizadas com o TCD foram maiores nos dois grupos (GPAA: $p<0,01$; ON: $p=0,01$). Houve correlação significativa entre as tonometrias do TAG e do TCD nos dois grupos separados ou em conjunto ($p<0,001$). Não houve correlação significativa entre o TAG ou o TCD e a ECC, exceto no olho direito dos dois grupos em conjunto ($p=0,03$; $r^2=0,07$). O gráfico de Bland-Altman mostrou pouca concordância entre os dois procedimentos. **Conclusão:** Nenhum dos métodos mostrou boa correlação com a ECC. Houve pouca concordância entre os dois métodos, sendo maiores, as tonometrias obtidas com o TCD. As medidas realizadas no TCD parecem ser menos influenciadas pelos valores da ECC do que as medidas realizadas no TAG.

Descritores: Glaucoma de ângulo aberto/diagnóstico; Pressão intra-ocular; Técnicas de diagnóstico oftalmológico; Tonometria ocular/métodos; Estudos de casos e controles

¹ Doutor, Professor da Universidade Gama Filho, Chefe do Setor de Glaucoma do Hospital Municipal da Piedade (RJ), Brasil;

² Médico do Setor de Glaucoma do Hospital Municipal da Piedade (RJ), Brasil;

³ Médico do Setor de Glaucoma do Hospital Municipal da Piedade (RJ), Brasil;

⁴ Estagiária do Setor de Glaucoma do Hospital Municipal da Piedade (RJ), Brasil;

⁵ Residente de 3º ano do Hospital Municipal da Piedade (RJ), Brasil;

⁶ Estagiário do Setor de Catarata do Hospital Municipal da Piedade (RJ), Brasil;

⁷ Mestre, Médica do Setor de Glaucoma do Hospital dos Servidores do Estado – HSE – Rio de Janeiro (RJ), Brasil;

⁸ Médica Oftalmologista (SE), Brasil.

Recebido para publicação em: 16/8/2008 - Aceito para publicação em 4/12/2008

INTRODUÇÃO

O tonômetro de aplanção de Goldman (TAG) é considerado como o padrão-ouro para a aferição da pressão intra-ocular (PIO). No entanto, a medida da PIO obtida pelo TAG pode ser influenciada pela espessura corneana. Goldmann⁽¹⁾, ao desenvolver o seu tonômetro de aplanção, considerou uma espessura central da córnea (ECC) média de 500mm para obtenção das medidas da PIO, e que apenas grandes variações da espessura corneana poderiam influenciar no resultado obtido. Tem sido observado, entretanto, que a medida da PIO obtida pelo TAG pode ser subestimada em córneas finas, e superestimada em córneas espessas.⁽²⁾ Pacientes operados de miopia com excimer laser apresentam, após a cirurgia, medidas da PIO menores do que antes de realizarem o procedimento⁽³⁾.

O Ocular Hypertension Treatment Study (OHTS)⁽⁴⁾ mostrou que a espessura corneana seria um fator preditivo para a conversão da hipertensão ocular em glaucoma. Pacientes com córneas mais finas apresentaram maior possibilidade de progressão para glaucoma. Outros estudos mostraram também que pacientes glaucomatosos com córneas mais finas podem ter maior possibilidade de progressão da doença⁽⁵⁻⁶⁾.

Tem sido relatado ainda que os pacientes com glaucoma de pressão normal possuem córneas mais finas que indivíduos normais⁽⁷⁾ ou portadores de glaucoma primário de ângulo aberto (GPAA), e que hipertensos oculares possuem córneas mais espessas⁽⁸⁾.

Recentemente foi desenvolvido um novo tonômetro para aferição da PIO que realiza uma tonometria de contorno dinâmico (TCD)⁽⁹⁾ e que teoricamente não é influenciada pela ECC. A extremidade do cilindro do tonômetro, que entra em contato com a córnea, possui uma superfície côncava que funciona como um sensor pressórico permitindo uma medição direta da PIO, sem causar deformação da córnea. Este tonômetro fornece ainda a amplitude de pulso ocular e a qualidade da aferição da PIO (Q1-5). Não foram encontradas diferenças significativas entre as tonometrias realizadas pelo TCD antes e após a cirurgia a laser da miopia⁽¹⁰⁾ ou, ainda, entre as medidas da PIO obtidas em olhos de cadáveres pelo TCD e por um manômetro introduzido na câmara anterior⁽¹¹⁾.

O objetivo deste estudo é comparar as medidas da PIO obtidas com o TAG e o TCD em pacientes portadores de GPAA e indivíduos com olhos normais, e relacionar os resultados com a ECC.

MÉTODOS

Foram selecionados pacientes do serviço de oftalmologia do Hospital Municipal da Piedade e divididos em dois grupos: pacientes portadores de GPAA e indivíduos com olhos normais. Todos os pacientes assinaram um termo de livre consentimento e o protocolo da pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Secretaria Municipal de Saúde do Rio de Janeiro.

Os pacientes com GPAA estavam em uso de drogas antiglaucomatosas e apresentavam alterações glaucomatosas características do nervo óptico⁽¹²⁾ e campo visual⁽¹³⁾. Todos os pacientes apresentavam à gonioscopia, ângulo aberto sem anormalidades e não possuíam nenhuma outra doença ocular, história de cirurgia ocular ou doença sistêmica ou neurológica que justificasse as alterações do nervo óptico e campo visual.

Como critério de defeito de campo visual por glaucoma, adotamos o critério utilizado pelo The Collaborative Normal Tension Glaucoma Study Group⁽¹³⁾.

Os indivíduos normais do grupo controle apresentavam exame oftalmológico dentro da normalidade, sem apresentar nenhuma medida de PIO maior ou igual a 21 mmHg.

Foram considerados critérios de exclusão qualquer doença corneana e cirurgia intra-ocular prévia. Apenas pacientes com medidas do TCD com qualidades Q1 ou Q2 foram incluídos no trabalho.

As tonometrias, realizadas com o TAG (Haag-Streit, Berna, Suíça) e o TCD (SMT, Swiss Microtechnology AG, Port, Suíça), foram obtidas sempre pelos mesmos examinadores, isto é, um examinador para o TAG e um examinador para o TCD. Após instilação de colírios de proparacaína e de fluoresceína sódica a 1% era realizada a tonometria de aplanção de Goldmann por um examinador. Após 5 minutos, era realizada a tonometria de contorno dinâmico por outro examinador. Este examinador realizou um treinamento com o tonômetro de Pascal em 50 pacientes antes do início do trabalho. Após o contato da ponteira do tonômetro de Pascal com a córnea era escutado um sinal que indicava o correto posicionamento do tonômetro e, após esse sinal, a PIO era calculada automaticamente pelo aparelho.

A paquimetria foi realizada por um terceiro examinador após as tonometrias de Pascal e de Goldmann com o paquímetro ultrassônico Sonomed (Sonomed, Inc., Nova Iorque, EUA). Foram realizadas cinco medidas com a sonda perpendicular à superfície central da córnea e consideradas as médias dessas cinco medidas.

Os testes estatísticos realizados foram os seguintes: teste Z para amostras independentes, teste t de Student para amostras relacionadas, análise de variância (ANOVA) - fator único com teste de Bonferroni e teste de correlação linear de Pearson. Foram incluídos, quando disponíveis, os dois olhos de cada paciente, estudados de forma independente, exceto na análise dos subgrupos divididos de acordo com a ECC em que todos os olhos foram avaliados em conjunto. Foram utilizados os programas BioEstat 3.0 e Excel. Foi considerado significativo valor de p menor que 0,05.

RESULTADOS

Foram incluídos no estudo, 134 olhos de 71 pacientes, sendo divididos em dois grupos: GPAA e ON. O grupo GPAA foi constituído de 45 pacientes, sendo 13 do sexo masculino e 32 do sexo feminino, em um total de 85 olhos. O grupo ON foi composto por 26 pacientes, sendo 11 do sexo masculino e 15 do sexo feminino somando 49 olhos. Foram excluídos 5 pacientes que não concluíram todos os exames.

A Tabela 1 mostra que não houve diferença significativa da espessura central da córnea entre os dois grupos, em ambos os olhos ($p=0,54$ em OD; $p=0,71$ em OE).

As tonometrias realizadas com o TCD foram significativamente maiores do que as tonometrias do TAG

Tabela 1

Média e desvio padrão da espessura central da córnea dos dois grupos

Grupo	ECC(mm) (OD)	ECC(mm) (OE)
GPAA	531,8 ± 53,6 (n= 41)	529,6 ± 48,9 (n=44)
ON	525,2 ± 31,4 (n=24)	525,9 ± 33,5 (n=25)
Valor de p	0,54	0,71

GPAA – Glaucoma primário de ângulo aberto; ON – olhos normais; ECC - Espessura central da córnea; OD – olho direito; OE – olho esquerdo. Teste estatístico: teste Z para duas amostras independentes; $p=0,05$

Tabela 2

Média e desvio padrão da tonometria de aplanção de Goldmann e tonometria de contorno dinâmico dos dois grupos

	TAG (mmHg)	TCD (mmHg)	valor de p
GPAA OD	17,1 ± 3,6	21,2 ± 4,4	<0,001
GPAA OE	17,9 ± 4,6	21,9 ± 6,6	<0,001
ON OD	14,6 ± 3,0	15,7 ± 3,4	0,01
ON OE	14,4 ± 3,0	15,6 ± 3,2	0,01

TAG – tonometria de aplanção; TCD – tonometria de contorno dinâmico; GPAA – glaucoma primário de ângulo aberto; ON – olhos normais; OD – olho direito; OE – olho esquerdo. Testes estatísticos: teste T de Student para amostras relacionadas; r^2 – coeficiente de correlação ao quadrado; $p=0,05$

Tabela 3

Correlação entre a tonometria de aplanção de Goldmann, tonometria de contorno dinâmico e espessura central da córnea

	GPAA		ON		TODOS	
	r^2	p	r^2	p	r^2	p
TAG x TCD OD	0,48	<0,001	0,72	<0,001	0,58	<0,001
TAG x TCD OE	0,69	<0,001	0,55	<0,001	0,71	<0,001
TAG x ECC OD	0,09	0,06	0,02	0,51	0,07	0,03
TAG x ECC OE	0,003	0,74	0,14	0,07	0,01	0,32
TCD x ECC OD	0,03	0,26	<0,001	0,97	0,03	0,21
TCD x ECC OE	0,001	0,81	0,002	0,85	<0,001	0,99

TAG – tonometria de aplanção; TCD – tonometria de contorno dinâmico; ECC – espessura central da córnea; GPAA – glaucoma primário de ângulo aberto; ON – olhos normais; TODOS – todos os grupos; OD – olho direito; OE – olho esquerdo; Teste estatístico: teste de correlação linear de Pearson; r^2 – coeficiente de correlação ao quadrado; $p=0,05$

em ambos os olhos dos dois grupos (GPAA: $p < 0,001$; ON: $p = 0,01$) (Tabela 2).

Houve correlação significativa entre as tonometrias realizadas com o TAG e o TCD ($p < 0,01$), tanto no grupo GPAA, grupo ON e nos dois grupos em conjunto (todos) (Tabela 3). A correlação foi maior no olho direito no grupo ON ($r^2 = 0,72$) e no olho esquerdo em todos os grupos ($r^2 = 0,71$). A Figura 1 mostra a correlação entre as tonometrias de TAG e TCD em ambos os olhos de todos os grupos.

Não houve correlação significativa entre as tonometrias obtidas com o TAG e o TCD e a ECC, exceto no olho direito de todos os grupos, no qual houve correlação, estatisticamente significativa, entre o TAG e a ECC ($p = 0,03$; $r^2 = 0,07$) (Tabela 3).

Os olhos dos pacientes de ambos os grupos foram separados em três subgrupos de acordo com a ECC (< 520 μ m (54 olhos); 520 μ m a 580 μ m (63 olhos); > 580 μ m (15 olhos) e verificou-se haver correlação, estatisticamente significativa, entre as tonometrias

do TAG e do TCD nos três subgrupos (<520 μ m e 520 μ m a 580 μ m, $p < 0,001$; >580 μ m, $p = 0,01$), não havendo, no entanto, correlação significativa entre a ECC e as medidas da PIO obtidas pelo TAG e pelo TCD em cada subgrupo (Tabela 4).

O gráfico de Bland-Altman (Figura 2) compara a medição da PIO pelos dois métodos (TAG e TCD), relacionando a diferença entre os dois procedimentos (eixo y) com a média dos dois métodos (eixo x). Os valores da PIO foram maiores com o TCD, com uma grande média da diferença entre os dois métodos (linha pontilhada (-3mmHg) e um grande intervalo de confiança (linhas contínuas (3,7mmHg a -9,7mmHg), mostrando haver pouca concordância entre os dois métodos.

A Figura 3 mostra que embora a correlação da diferença entre as medidas da PIO obtidas pelo TAG e pelo TCD tenha sido maior em córneas mais finas, esta correlação não foi estatisticamente significativa ($p = 0,22$; $r^2 = 0,01$).

Houve diferença estatisticamente significativa en-

Tabela 4

Correlação entre a tonometria de aplanção de Goldmann, tonometria de contorno dinâmico e espessura central da córnea em todos os grupos de olhos, separados em subgrupos de acordo com a espessura da córnea

ECC	TAG x TCD		TAG x ECC		TCD x ECC	
	r^2	p	r^2	p	r^2	p
< 520 μ m	0,66	<0,001	0,01	0,72	0,05	0,11
520 a 580 μ m	0,63	<0,001	0,01	0,60	0,01	0,34
>580 μ m	0,42	0,01	0,07	0,33	0,03	0,52

TAG – tonometria de aplanção; TCD – tonometria de contorno dinâmico; ECC – espessura central da córnea; Teste estatístico: teste de correlação linear de Pearson; r^2 – coeficiente de correlação ao quadrado; $p = 0,05$

Tabela 5

Diferença entre a tonometria de aplanção de Goldmann e a tonometria de contorno dinâmico em todos grupos de olhos, separados em subgrupos de acordo com a espessura da córnea

EEC	< 520 μ m (mmHg)	520 a 580 μ m (mmHg)	> 580 μ m (mmHg)	Valor de p**
TAG	15,6	16,3	18,4	0,04
TCD	18,5	19,8	20,6	0,31
Valor de p*	< 0,001	< 0,001	0,04	

TAG – tonometria de aplanção; TCD – tonometria de contorno dinâmico; ECC – espessura central da córnea; Testes estatísticos: *teste t de Student para amostras relacionadas; **teste de ANOVA – 1 critério com teste de Bonferroni; $p = 0,05$

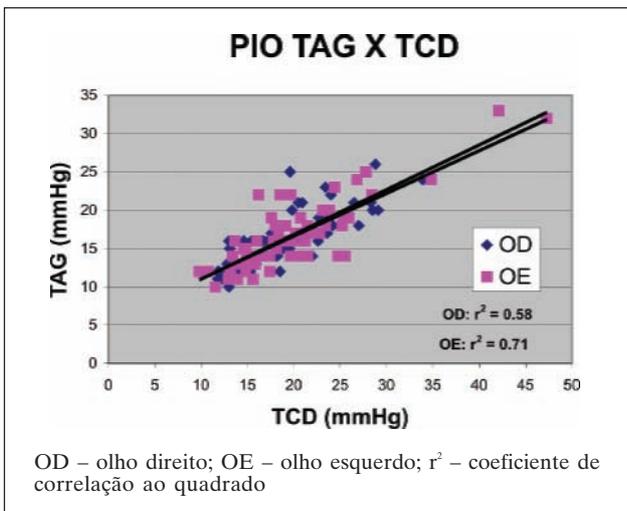


Figura 1: Correlação entre as medidas da pressão intra-ocular (PIO) obtidas pelo tonômetro de aplanção de Goldmann (TAG) e o tonômetro de contorno dinâmico (TCD)

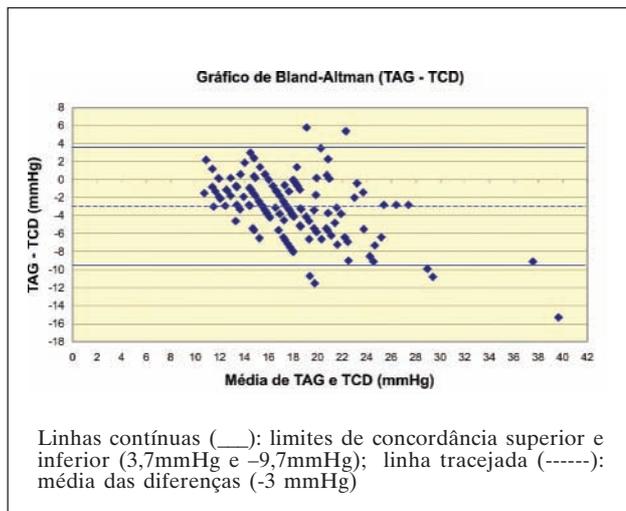


Figura 2: Gráfico de Bland-Altman mostrando a diferença entre o tonômetro de aplanção de Goldmann (TAG) e o tonômetro de contorno dinâmico (TCD) contra a média dos dois procedimentos

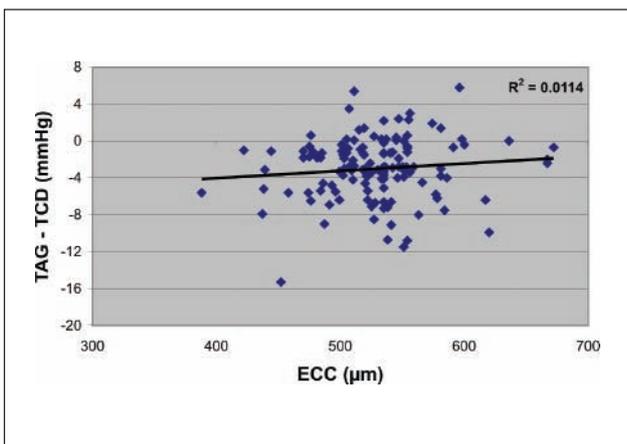


Figura 3: Gráfico mostrando a diferença entre o tonômetro de aplanção de Goldmann (TAG) e o tonômetro de contorno dinâmico (TCD) contra a espessura central da córnea (ECC)

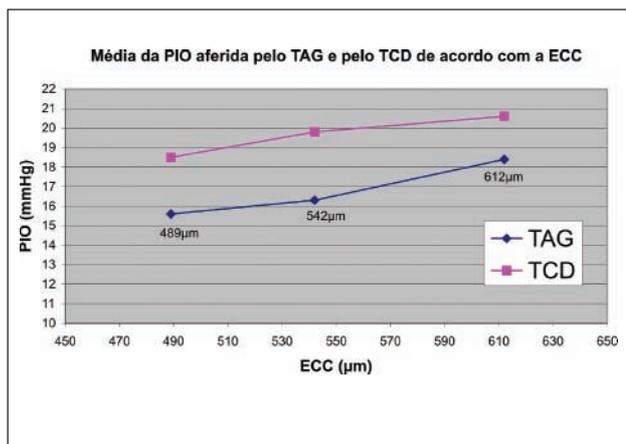


Figura 4: Média da pressão intra-ocular (PIO) do tonômetro de aplanção (TAG) e do tonômetro de contorno dinâmico (TCD) entre os subgrupos de espessura central da córnea (ECC) (<520µm (média = 489µm); 520µm a 580µm (média = 542µm); >580µm (média = 612µm))

tre as PIOs medidas nos três subgrupos de ECC com o TAG (p=0,04). Não houve, no entanto, diferença entre as PIOs obtidas com o TCD nos subgrupos de ECC (p=0,31) (Tabela 5; Figura 3). Houve, ainda, diferença, estatisticamente significativa, entre as medições obtidas pelo TAG e pelo TCD nos três subgrupos de ECC (<520µm e 520µm a 580µm, p<0,001; >580µm, p=0,04) (Tabela 5).

DISCUSSÃO

Diversos estudos têm mostrado a influência das propriedades da córnea nas medidas da PIO obtidas com o TAG^(3,7-8). Embora, alguns autores tenham procurado

um meio de corrigir os resultados do TAG de acordo com a ECC⁽¹⁴⁾, não existe, até o momento, nenhuma fórmula capaz de realizar esta conversão⁽¹⁵⁾, já que outros fatores além da ECC poderiam influenciar as medições da PIO pelo TAG⁽¹⁶⁾.

Este estudo comparou a aferição da PIO entre o TAG e o TCD, um novo tonômetro que independeria das propriedades da córnea, e avaliou a concordância entre os dois métodos. Não houve diferença significativa da ECC nos dois grupos e em ambos os olhos. As médias da ECC encontradas estão de acordo com o relatado na literatura⁽¹⁷⁾. As medidas da PIO foram maiores com o TCD nos dois grupos, embora a diferença entre os dois

métodos tenha sido maior nos pacientes portadores de GPA. Outros estudos também encontraram PIOs maiores com o TCD comparado ao TAG⁽¹⁸⁻²¹⁾. Entretanto, um trabalho, que dividiu os pacientes em três grupos de acordo com a ECC, encontrou diferença significativa entre o TAG e o TCD apenas nos pacientes com córneas finas⁽²²⁾. Outro estudo, que dividiu os pacientes em dois grupos de acordo com a ECC, encontrou uma menor diferença das medidas da PIO entre os dois grupos com o TCD comparado com o TAG⁽²³⁾, sugerindo que o TCD apresenta menor influência da ECC.

A correlação entre as medidas da PIO entre o TAG e o TCD, foi significativa, com um forte valor do coeficiente de correlação em todos os grupos ($r^2 = 0,58$ OD; $r^2 = 0,71$ OE), o que também está de acordo com a maioria dos trabalhos encontrados na literatura^(20-21,23-24).

Não foi encontrada correlação significativa entre os dois métodos e a ECC nos dois grupos separados e no olho esquerdo de todos os grupos. Esta correlação foi estatisticamente significativa apenas entre o TAG e a ECC no olho direito de todos os grupos. Embora, alguns estudos tenham encontrado resultados semelhantes aos nossos^(18,24), a maioria dos trabalhos mostra uma correlação significativa entre o TAG e a ECC, mas não entre o TCD e a ECC^(20-21,25-26). No entanto, embora tenha sido encontrada correlação, estatisticamente significativa, entre o TAG e a ECC nestes estudos, os coeficientes de correlação encontrados são pequenos, com baixos valores de r^2 , mostrando que, embora a correlação seja estatisticamente significativa, ela não é clinicamente significativa, com pouco valor prático. Em nosso estudo, embora tenha havido correlação estatisticamente significativa entre o TAG e a ECC no olho direito ($p = 0,03$), esta associação foi fraca, com r^2 de 0,07, o que significa que apenas em 7% dos casos haveria explicação de uma variável pela outra.

Ao dividirmos os pacientes em três subgrupos de acordo com a ECC, não encontramos correlação significativa entre o TAG ou o TCD com a ECC em nenhum dos subgrupos. No entanto, a correlação entre o TAG e o TCD foi significativa nos três subgrupos. Outro estudo, que dividiu 75 olhos normais em três grupos de acordo com a ECC, encontrou boa correlação entre o TAG e o TCD no grupo com ECC normal⁽²²⁾.

O gráfico de Bland-Altman (Figura 2) avalia a concordância entre dois procedimentos para medir a mesma variável. A média das diferenças entre os dois métodos (TAG – TCD) foi de $-3,00$ mmHg, o que pode ser considerada uma diferença alta, além de um amplo intervalo de confiança, mostrando pouca concordância

entre os dois métodos, da mesma forma que o encontrado por outros autores^(19,21,24). Outro estudo, no entanto, encontrou uma média das diferenças pequena ($-0,1$ mmHg), com intervalo de confiança de $-3,1$ a $2,9$ mmHg⁽²²⁾. Entretanto, este achado foi relatado apenas no grupo de indivíduos com ECC dentro da normalidade.

Apesar de a diferença entre as medidas do TAG e do TCD ter sido menor nas córneas mais espessas, a correlação entre esta diferença e a ECC não foi estatisticamente significativa ($r^2 = 0,01$). Este dado está ilustrado na Figura 3. Diversos autores encontraram diferenças menores entre o TAG e o TCD em córneas espessas^(18,19,22). Outro trabalho verificou também que, quanto maior a PIO, menor a diferença entre os dois tonômetros e, em PIOs mais elevadas, o TAG pode aferir valores da PIO maiores que os encontrados com o TCD⁽²¹⁾.

A diferença entre os dois tonômetros em córneas finas pode explicar o melhor desempenho do TCD em estudos que comparam os dois métodos em olhos operados de miopia a laser, cujos resultados mostram que a diferença entre as tonometrias antes e após a cirurgia, que reduz a ECC, são menores com o TCD comparado ao TAG^(10,27).

A Figura 4 mostra que as medidas de ambos os tonômetros aumentam de acordo com a ECC, embora este aumento seja menor com o TCD, sugerindo que os dois procedimentos sofrem alguma influência da ECC, embora essa influência pareça ser menor com o TCD. No entanto, a diferença entre o TAG e o TCD em cada subgrupo de ECC foi estatisticamente significativa, embora o valor de p no subgrupo de ECC maior que $580\mu\text{m}$ tenha sido quase marginal ($p = 0,04$). Estudo recente encontrou ainda, influência da curvatura da córnea no TCD⁽¹⁹⁾, ao contrário do TAG. Outro trabalho, entretanto, não encontrou influência da curvatura da córnea com o TCD ou o TAG⁽²¹⁾.

O pequeno número de pacientes, principalmente no subgrupo de córneas mais espessas, foi uma das limitações do estudo. O fato de não termos randomizado a ordem das medidas da PIO, também pode ter influenciado nos resultados, embora tenhamos realizado primeiramente a tonometria com o TAG para que não houvesse influência de uma possível aplanção anterior pelo TCD, já que as medidas do TAG podem ser influenciadas por uma prévia aplanção da córnea, o que supostamente não acontece com o TCD. Além disso, esperamos cinco minutos entre as tonometrias e consideramos apenas as medidas do TCD com qualidade Q1 ou Q2.

Este estudo se limitou a relacionar apenas a ECC com o TAG e o TCD, não avaliando a influência de outras propriedades da córnea como biomecânica ou cur-

vatura. A reprodutibilidade é outro fator que não foi estudado. Embora, tenha sido encontrada boa reprodutibilidade da PIO através do TCD⁽²⁸⁾, um estudo encontrou menor variabilidade das medições da PIO com o TAG⁽²⁹⁾.

CONCLUSÃO

Nenhum dos métodos estudados (TAG e TCD) mostrou boa correlação com a ECC. O TCD mostrou pouca concordância com o TAG, apresentando medidas da PIO maiores que as obtidas com o TAG.

As medidas realizadas no TCD parecem ser menos influenciadas pelos valores da ECC do que as medidas realizadas no TAG. Novos estudos com manometria devem ser realizados para determinar qual método tem maior concordância com a PIO real.

ABSTRACT

Purpose: To compare intraocular pressure (IOP) readings of Goldmann applanation tonometry (GAT) and dynamic contour tonometry (DCT), and to correlate central corneal thickness (CCT) with these readings. **Methods:** This transversal study included patients in two groups: open-angle glaucoma (OAG) and normal eyes (NE). IOP measurements were obtained in all patients using GAT and DCT. The same examiner made all GAT measurements. Another examiner, who was masked to the GAT readings, made DCT measurements. CCT was determined by ultrasound pachimetry. **Results:** The study included 134 eyes of 71 subjects. The groups were composed of 85 eyes from 45 patients with OAG and 49 eyes from 26 subjects with NE. There was no statically significant difference between CCT in the two groups ($p = 0,54$, right eye; $p = 0,71$, left eye). DCT readings consistently were higher than GAT measurements in the two groups (OAG: $p < 0,001$; NE: $p = 0,01$). There was good correlation between GAT and DCT in both groups ($p < 0,001$). Neither GAT nor DCT showed a significant correlation with CCT, except in the separate analysis of all right eyes ($p = 0,03$; $r^2 = 0,07$). Bland-Altman graphs showed disagreement between GAT and DCT. **Conclusion:** Measurements with both GAT and DCT were not correlated with CCT. The agreement between GAT and DCT were not good. The IOP measurements by GAT were lower when compared with DCT. DCT readings seem to be less dependent on CCT than TAG readings.

Keywords: Glaucoma, open-angle/diagnosis; Intraocular pressure; Diagnostic techniques, ophthalmological; Tonometry, ocular/methods; Case-control studies

REFERÊNCIAS

1. Goldmann H, Schmidt TH. Uber applanations tonometrie. Ophthalmologica. 1957;134(4):221-42.
2. Ehlers N, Bramsen T, Sperling S. Applanation tonometry and central corneal thickness. Acta Ophthalmol (Copenh). 1975;53(1):34-43.
3. Fontes BM, Navajas EV, Melo Junior LA, Fontes ML, Fontes PC. Alteração da pressão intra-ocular aferida pela tonometria de aplanção após laser in situ keratomileusis. Rev Bras Oftalmol. 2004; 63(5/6):315-20.
4. Gordon MO, Beiser JA, Brandt JD, Heuer DK, Higginbotham EJ, Johnson CA, et al. The Ocular Hypertension Treatment Study: baseline factors that predict the onset of primary open-angle glaucoma. Arch Ophthalmol. 2002;120(6):714-20.
5. Herndon LW, Weizer JS, Stinnett SS. Central corneal thickness as a risk factor for advanced glaucoma damage. Arch Ophthalmol. 2004;122(1):17-21.
6. Meirelles SH, Alvares RM, Botelho PB, Morais FB, Moreira PB, Villela AC. Relação entre a espessura corneana e a gravidade de defeito de campo visual no glaucoma primário de ângulo aberto. Arq Bras Oftalmol. 2006; 69(3):313-7.
7. Morad Y, Sharon E, Hefetz L, Nemet P. Corneal thickness and curvature in normal-tension glaucoma. Am J Ophthalmol. 1998;125(2):164-8.
8. Hansen FK, Ehlers N. Elevated tonometer readings caused by a thick cornea. Acta Ophthalmol (Copenh). 1971;49(5):775-8.
9. Kanngiesser HE, Kniestedt C, Robert YC. Dynamic contour tonometry: presentation of a new tonometer. J Glaucoma. 2005;14(5):344-50.
10. Siganos DS, Papastergiou GI, Moedas C. Assessment of the Pascal dynamic contour tonometer in monitoring intraocular pressure in unoperated eyes and eyes after LASIK. J Cataract Refract Surg. 2004;30(4):746-51.
11. Kniestedt C, Nee M, Stamper RL. Accuracy of dynamic contour tonometry compared with applanation tonometry in human cadaver eyes of different hydration states. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2005;243(4):359-66.
12. Jonas JB, Budde WM, Panda-Jonas S. Ophthalmoscopic evaluation of the optic nerve head. Surv Ophthalmol. 1999;43(4):293-320.
13. Comparison of glaucomatous progression between untreated patients with normal-tension glaucoma and patients with therapeutically reduced intraocular pressures. Collaborative Normal-Tension Glaucoma Study Group. Am J Ophthalmol. 1998;126(4):487-97.
14. Stodtmeister R. Applanation tonometry and correction according to corneal thickness. Acta Ophthalmol Scand. 1998;76(3):319-24.
15. Feltgen N, Leifert D, Funk J. Correlation between central corneal thickness, applanation tonometry, and direct intracameral IOP readings. Br J Ophthalmol. 2001;85(1):85-7.
16. Orsengo GJ, Pye DC. Determination of the true intraocular pressure and modulus of elasticity of the human cornea in vivo. Bull Math Biol. 1999;61(3):551-72.
17. Doughty MJ, Zaman ML. Human corneal thickness and its impact on intraocular pressure measures: a review and meta-analysis approach. Surv Ophthalmol. 2000;44(5):367-408.
18. Pache M, Wilmsmeyer S, Lautebach S, Funk J. Dynamic contour tonometry versus Goldmann applanation tonometry: a comparative study. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2005;243(8):763-7.

19. Francis BA, Hsieh A, Lai MY, Chopra V, Pena F, Azen S, et al. Effects of corneal thickness, corneal curvature, and intraocular pressure level on Goldmann applanation tonometry and dynamic contour tonometry. *Ophthalmology*. 2007;114(1):20-6.
20. Kampmeter BA, Jonas JB. Dynamic contour tonometry for intraocular pressure measurement. *Am J Ophthalmol*. 2005;140(2):318-20.
21. Schneider E, Grehn F. Intraocular pressure measurement-comparison of dynamic contour tonometry and goldmann applanation tonometry. *J Glaucoma*. 2006;15(1):2-6.
22. Doyle A, Lachkar Y. Comparison of dynamic contour tonometry with goldman applanation tonometry over a wide range of central corneal thickness. *J Glaucoma*. 2005;14(4):288-92.
23. Martinez-de-la-Casa JM, Garcia-Feijoo J, Vico E, Fernandez-Vidal A, Benitez del Castillo JM, Wasfi M, et al. Effect of corneal thickness on dynamic contour, rebound, and goldmann tonometry. *Ophthalmology*. 2006;113(12):2156-62.
24. Barleon L, Hoffmann EM, Berres M, Pfeiffer N, Grus FH. Comparison of dynamic contour tonometry and goldmann applanation tonometry in glaucoma patients and healthy subjects. *Am J Ophthalmol*. 2006;142(4):583-90.
25. Kniestedt C, Lin S, Choe J, Bostrom A, Nee M, Stamper RL. Clinical comparison of contour and applanation tonometry and their relationship to pachymetry. *Arch Ophthalmol*. 2005;123(11):1532-7.
26. Kniestedt C, Lin S, Choe J, Nee M, Bostrom A, Stürmer J, et al. Correlation between intraocular pressure, central corneal thickness, stage of glaucoma, and demographic patient data: prospective analysis of biophysical parameters in tertiary glaucoma practice populations. *J Glaucoma*. 2006;15(2):91-7.
27. Pepose JS, Feigenbaum SK, Qazi MA, Sanderson JP, Roberts CJ. Changes in corneal biomechanics and intraocular pressure following LASIK using static, dynamic, and noncontact tonometry. *Am J Ophthalmol*. 2007;143(1):39-47.
28. Viestenz A, Langenbacher A, Viestenz A. [Reproducibility of dynamic contour tonometry. Comparison with TonoPenXL and Goldmann applanation tonometry - a clinical study on 323 normal eyes] *Klin Monatsbl Augenheilkd*. 2006;223(10):813-9. German.
29. Kotecha A, White ET, Shewry JM, Garway-Heath DF. The relative effects of corneal thickness and age on Goldmann applanation tonometry and dynamic contour tonometry. *Br J Ophthalmol*. 2005;89(12):1572-5.