

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Ciências da Saúde
Faculdade de Medicina
Programa de Pós-Graduação em Medicina – Ciências Cirúrgicas

CORRELAÇÃO ENTRE A ESPESSURA CORNEANA CENTRAL E O
COMPRIMENTO AXIAL OCULAR NOS PORTADORES DE
GLAUCOMA E EM OLHOS NORMAIS

PAULA RESENDE AQUINO DE ASSIS PEREIRA MELLO

Rio de Janeiro
2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



CORRELAÇÃO ENTRE A ESPESSURA CORNEANA CENTRAL E O COMPRIMENTO AXIAL OCULAR NOS PORTADORES DE GLAUCOMA E EM OLHOS NORMAIS

Paula Resende Aquino de Assis Pereira Mello

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina (Ciências Cirúrgicas), Faculdade de Medicina, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Medicina.

Orientadores: Prof. Dr. Haroldo Vieira de Moraes Júnior
Prof. Dr. Sérgio Henrique de Sampaio Meirelles

Rio de Janeiro
Outubro/2010

Mello, Paula Resende Aquino de Assis Pereira

Correlação entre a espessura corneana central e o comprimento axial ocular nos portadores de glaucoma e em olhos normais / Paula Resende Aquino de Assis Pereira Mello. – Rio de Janeiro: UFRJ / Faculdade de Medicina, 2010.

xiii, 98 f. : il. ; 31 cm.

Orientador: Haroldo Vieira de Moraes Júnior e Sérgio Henrique de Sampaio Meirelles.

Dissertação (Mestrado) – UFRJ, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Medicina – Ciências Cirúrgicas, 2010.

Referências Bibliográficas: f. 86-98

1. espessura corneana central. 2. comprimento axial. 3. correlação. 4. Oftalmologia – Tese. I. Moraes Jr, Haroldo Vieira. II. Meirelles, Sérgio Henrique Sampaio. III. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Medicina – Ciências Cirúrgicas. IV. Título.

CORRELAÇÃO ENTRE A ESPESSURA CORNEANA CENTRAL E O
COMPRIMENTO AXIAL OCULAR NOS PORTADORES DE
GLAUCOMA E EM OLHOS NORMAIS

Paula Resende Aquino de Assis Pereira Mello

Orientadores: Prof. Dr. Haroldo Vieira de Moraes Júnior
Prof. Dr. Sérgio Henrique de Sampaio Meirelles

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em
Medicina (Ciências Cirúrgicas), Faculdade de Medicina, da Universidade Federal do
Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título
de Mestre em Medicina.

Aprovada por:

Presidente, Prof^a. Dr^a.

Prof. Dr.

Prof. Dr.

Rio de Janeiro
Outubro/2010

Aos meus pais, Paulo Cezar e Rachel, por seus ensinamentos ao longo da vida e por tudo o que fizeram por mim.

Ao meu marido Luiz Fernando, pelo amor, carinho e compreensão incondicionais.

Ao meu irmão Rafael, pela atenção inestimável à elaboração desta dissertação.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me permitir ir em busca dos meus sonhos, sem me deixar esmorecer nos momentos mais difíceis.

Ao prof. Sérgio Henrique Sampaio Meirelles, professor assistente da Universidade Gama Filho e chefe do serviço de oftalmologia do Hospital Municipal da Piedade, pela atenção e paciência inesgotáveis durante a elaboração da dissertação e por sua postura ética e humana.

Ao prof. Haroldo Vieira de Moraes Júnior, professor associado e coordenador do curso de pós-graduação de oftalmologia da faculdade de medicina da Universidade Federal do Rio de Janeiro, pela confiança e oportunidade em realizar este curso de mestrado.

Ao prof. Alberto Schanaider, coordenador do programa de pós-graduação em Ciências Cirúrgicas da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio de Janeiro, pela oportunidade e carinho prestados durante a realização deste curso.

Aos professores que fizeram parte da banca de qualificação, prof. Riuitiro Yamane, prof. Sérgio Henrique Sampaio Meirelles e prof. Marco Antônio de Melo Tavares Lima pela excelente contribuição na análise da dissertação.

Ao prof. Adroaldo de Alencar Costa Filho, responsável pelo setor de glaucoma do serviço de oftalmologia do Hospital Clementino Fraga Filho, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, pelo apoio e amizade irrestrita que sempre nos distinguiu.

Aos professores do serviço de oftalmologia do Hospital Clementino Fraga Filho, Antônio Luiz Zangalli e Octávio Moura Brasil do Amaral Filho, pela amizade e carinho com que sempre nos tratou.

Às médicas residentes de oftalmologia do Hospital Clementino Fraga Filho, Beatriz de Abreu Fiúza Gomes, Cristiane Mitie Nakamura e ao amigo, Adriano de Carvalho Roma, pela amizade, apoio e incentivo durante a realização deste trabalho.

À Rosângela Aparecida Martins Noé, bioestatística da coordenação de Investigação Científica do Hospital Clementino Fraga Filho e Estelina Serrano de Marins Capistrano, estagiária de bioestatística do Hospital Clementino Fraga Filho

pela fundamental e inestimável colaboração na análise estatística desta pesquisa.

Aos funcionários da biblioteca do Hospital Clementino Fraga Filho, especialmente, Ana Paula Alves Teixeira e ao Jorge Luis Rosa, pelo competente apoio na pesquisa bibliográfica e concretização do trabalho.

A todos os funcionários do serviço de oftalmologia e pessoal da enfermagem que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução e conclusão deste trabalho.

Aos meus pais, Paulo Cezar e Rachel e ao meu irmão Rafael, pelo constante apoio, carinho e incentivo de sempre.

Aos meus sogros, Luiz Carlos e Maria Célia, por terem me acolhido nas horas em que mais precisei.

Ao meu marido, Luiz Fernando, pelo carinho e amor irrestritos, e compreensão pelos longos períodos de ausência.

Aos pacientes que compuseram a estatística.

**“O que importa não é a vitória,
mas o esforço,
não é o talento,
mas a vontade,
não é o que você é,
mas, quem você quer ser.”**

(Autor desconhecido)

RESUMO

CORRELAÇÃO ENTRE A ESPESSURA CORNEANA CENTRAL E O COMPRIMENTO AXIAL OCULAR NOS PORTADORES DE GLAUCOMA E EM OLHOS NORMAIS

Paula Resende Aquino de Assis Pereira Mello

Orientadores: Prof. Dr. Haroldo Vieira de Moraes Júnior
Prof. Dr. Sérgio Henrique Sampaio Meirelles

Resumo da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Medicina (Ciências Cirúrgicas), Faculdade de Medicina, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Medicina.

Os objetivos deste estudo foram avaliar e correlacionar a espessura corneana central com o comprimento axial do globo ocular, nos portadores de glaucoma e indivíduos com olhos normais. A amostra foi constituída de 94 olhos de 94 pacientes, distribuídos em três grupos compostos por 33 olhos de 33 pacientes portadores de glaucoma primário de ângulo aberto, 30 olhos de 30 pacientes com glaucoma e ângulo estreito e 31 olhos normais de 31 indivíduos. A espessura corneana e o comprimento axial do olho foram obtidos pela paquimetria ultrassônica e ecobiometria, respectivamente. Os resultados mostraram uma espessura corneana central de 535.1 μm no glaucoma e ângulo estreito; 520,6 μm no glaucoma primário de ângulo aberto e 519.2 μm nos olhos normais ($p=0.18$). O comprimento axial do globo ocular nos portadores de glaucoma e ângulo estreito foi de 22.16 mm e nos grupos com glaucoma primário de ângulo aberto e olhos normais foram de 22.68 mm e 22.64 mm, respectivamente ($p=0.13$). Não houve correlação significativa entre a espessura corneana e o comprimento axial do globo ocular na amostra geral ($r= -0,127$; $p= 0,22$) e nos grupos com glaucoma e ângulo estreito ($r= -0,085$; $p= 0,65$), glaucoma primário de ângulo aberto ($r= -0,070$; $p= 0,69$) e olhos normais ($r= -0,120$; $p= 0,52$). Os resultados do trabalho mostraram que não houve correlação entre a espessura corneana central e o comprimento axial do globo ocular nos portadores de glaucoma e indivíduos com olhos normais.

Palavras-chave: espessura corneana central; comprimento axial; correlação; glaucoma e ângulo estreito; glaucoma primário de ângulo aberto.

ABSTRACT

CORRELATION BETWEEN CENTRAL CORNEAL THICKNESS AND THE OCULAR GLOBE AXIAL LENGTH IN PATIENTS WITH GLAUCOMA AND NORMAL EYES.

Paula Resende Aquino de Assis Pereira Mello

Orientadores: Prof. Dr. Haroldo Vieira de Moraes Júnior
Prof. Dr. Sérgio Henrique Sampaio Meirelles

Abstract da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Medicina (Ciências Cirúrgicas), Faculdade de Medicina, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Medicina.

The aims of this essay had been to evaluate and to correlate the central corneal thickness with the ocular globe axial length in the patients with glaucoma and individuals with normal eyes. The sample was composed of 94 patients' eyes, divided into three groups constituted of 33 eyes of 33 primary open-angle glaucoma patients, 30 eyes of 30 narrow-angle glaucoma patients and 31 normal eyes of 31 individuals. The corneal thickness and the axial length were measured by ultrasonic pachymeter and biometry by A-scan ultrasound, respectively. The results showed a 535.1 μm central corneal thickness in the narrow-angle glaucoma, 520.6 μm in the primary open angle glaucoma and 519.2 μm in normal eyes ($p=0.18$). The ocular globe axial length on narrow-angle glaucoma group was 22.16 mm and in the primary open angle glaucoma and normal eyes group were 22.68 mm and 22.64, respectively ($p=0.13$). There was not significant correlation between corneal thickness and axial length in the general sample ($r= -0.127$; $p= 0.22$), in the narrow-angle glaucoma group ($r= -0.085$; $p= 0.65$), the open angle glaucoma group ($r= -0.070$; $p= 0.69$) and the normal eyes ($r= -0.120$; $p= 0.52$). The results of this essay suggested that there was not correlation between the central corneal thickness and axial length in patients with glaucoma and individuals with normal eyes.

Key-words: central corneal thickness, axial length, correlation, narrow-angle glaucoma, primary open-angle glaucoma.

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	XI
LISTA DE ILUSTRAÇÕES, DE QUADROS E DE TABELAS.....	XII
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVO	4
3 REVISÃO DA LITERATURA	5
3.1 Glaucoma primário de ângulo aberto.....	5
3.1.1 <i>Características clínicas.....</i>	5
3.1.2 <i>Patogenia</i>	6
3.1.3 <i>Epidemiologia</i>	6
3.2 Glaucoma primário de fechamento angular	8
3.2.1 <i>Formas clínicas</i>	8
3.2.2 <i>Patogenia</i>	9
3.2.3 <i>Epidemiologia</i>	11
3.3 Gonioscopia	13
3.3.1 <i>Classificação</i>	13
3.4 Paquimetria da córnea.....	17
3.4.1 <i>Indicação clínica</i>	17
3.4.2 <i>Métodos de avaliação da espessura corneana</i>	17
3.4.2.1 <i>Paquimetria óptica.....</i>	17
3.4.2.2 <i>Paquimetria eletromecânica.....</i>	18
3.4.2.3 <i>Paquimetria ultrassônica</i>	18
3.4.3 <i>Valor normal da espessura corneana e suas variações</i>	20
3.4.4 <i>Paquimetria e tonometria.....</i>	21
3.5 Ecobiometria	30
3.5.1 <i>Ecobiometria ultrassônica.....</i>	31
3.5.1.1 <i>Biometria de contato</i>	32
3.5.1.2 <i>Biometria de imersão</i>	33
3.5.2 <i>Biometria óptica.....</i>	33
3.5.3 <i>Ecobiometria no glaucoma</i>	34
3.6 Correlação entre o comprimento axial do olho e a espessura corneana central	49
4 MÉTODOS	53
4.1 Critérios de inclusão e exclusão	53
4.2 Técnica do exame de gonioscopia	55
4.3 Técnica do exame de paquimetria ultrassônica.....	56
4.4 Técnica do exame de ecobiometria.....	56
4.5 Material utilizado	57
4.6 Métodos estatísticos.....	57

5	RESULTADOS.....	59
5.1	Caracterização da amostra.....	59
5.2	Perfil geral do estudo	60
5.3	Análise por grupo	61
5.4	Correlação entre espessura corneana e comprimento axial	65
5.5	Correlação entre profundidade da câmara anterior e comprimento axial	68
5.6	Análise estatística segundo a classificação de Shaffer	71
6	DISCUSSÃO	74
7	CONCLUSÕES	85
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

%	percentagem
ANOVA	teste de análise de variância
db	decibel
DP	desvio padrão
g	grama
GPA	glaucoma primário de ângulo aberto
GAE	glaucoma e ângulo estreito
h	hora
m/seg	metro por segundo
mg/dl	miligrama por decilitro
Mhz	megahertz
min	minuto
ml	mililitro
mm	milímetro
mm²	milímetro ao quadrado
mmHg	milímetro de mercúrio
n	número de casos da amostra
ON	olhos normais
p	probabilidade de uma variável
r	coeficiente de correlação linear de Pearson
µm	micra

LISTA DE ILUSTRAÇÕES, DE QUADROS E DE TABELAS

Gráfico 1	Box-Plot mostrando o nível da média e valores não extremos da idade (anos) em cada grupo (GAE- glaucoma e ângulo estreito; GPAA- glaucoma primário de ângulo aberto; ON- olhos normais).....	62
Gráfico 2	Box- Plot mostrando o nível da média e valores extremos e não extremos do comprimento axial (mm) em cada grupo (GAE- glaucoma e ângulo estreito; GPAA- glaucoma primário de ângulo aberto; ON- olhos normais).	62
Gráfico 3	Box- Plot mostrando a média e os valores extremos e não extremos da espessura corneana (μm) em cada grupo (GAE- glaucoma e ângulo estreito; GPAA- glaucoma primário de ângulo aberto; ON- olhos normais).	63
Gráfico 4	Box- Plot mostrando a média e valores extremos e não extremos da profundidade da câmara anterior (mm) em cada grupo (GAE- glaucoma e ângulo estreito; GPAA- glaucoma primário de ângulo aberto; ON- olhos normais).	63
Gráfico 5	Dispersão entre a espessura corneana e o comprimento axial na amostra geral	66
Gráfico 6	Dispersão entre a espessura corneana e o comprimento axial no grupo com GAE (glaucoma e ângulo estreito)	66
Gráfico 7	Dispersão entre a espessura corneana e o comprimento axial no grupo com GPAA (glaucoma primário de ângulo aberto).....	67
Gráfico 8	Dispersão entre a espessura corneana e o comprimento axial no grupo com ON (olhos normais).	67
Gráfico 9	Dispersão entre a profundidade da câmara anterior e o comprimento axial na amostra geral	69
Gráfico 10	Dispersão entre a profundidade da câmara anterior e o comprimento axial no grupo com GAE (glaucoma e ângulo estreito)	69
Gráfico 11	Dispersão entre a profundidade da câmara anterior e o comprimento axial no grupo com GPAA (glaucoma primário de ângulo aberto)	70

Gráfico 12	Dispersão entre a profundidade da câmara anterior e o comprimento axial no grupo com ON (olhos normais)70
Gráfico 13	Box- Plot mostrando o nível da média e valores extremos e não extremos do comprimento axial (mm) em cada classe.72
Gráfico 14	Box- Plot mostrando o nível da média e valores extremos e não extremos da espessura corneana (μm) em cada classe.....73
Tabela 1	Média, Desvio Padrão (DP), Mediana, Mínimo e Máximo da idade, comprimento axial, espessura corneana e profundidade da câmara anterior para o total da amostra (n=94)60
Tabela 2	Frequência (n) e percentual (%) da raça e sexo para o total da amostra60
Tabela 3	Média, Desvio Padrão, Mediana, Mínimo e Máximo da idade, comprimento axial, espessura corneana e profundidade da câmara anterior em cada grupo e o correspondente nível descritivo do teste estatístico (p valor)61
Tabela 4	Frequência (n) e porcentagem (%) da raça em cada grupo (GAE, GPAA, ON)64
Tabela 5	Frequência (n) e porcentagem (%) do sexo em cada grupo (GAE, GPAA, ON)64
Tabela 6	Média, Desvio Padrão, Mediana, Mínimo e o Máximo do comprimento axial e da espessura corneana segundo a classificação de Shaffer, referente ao aspecto gonioscópico.....71

1 INTRODUÇÃO

O glaucoma é uma doença multifatorial com grande variedade de apresentações clínicas e achados histopatológicos (ALLINGHAM *et al.*, 2005; TOMAIS *et al.*, 2008). É caracterizado por neuropatia óptica com alterações típicas da cabeça do nervo óptico, como perda do tecido neural e aumento da escavação do disco óptico (HEWITT; COOPER, 2005), e defeitos característicos do campo visual (COSTA; CARVALHO, 1995; OKU *et al.*, 2009), ocasionada por morte das células ganglionares, o que causa perdas funcionais irreversíveis.

Os principais fatores de risco para o desenvolvimento do glaucoma são: idade acima de 40 anos, raça negra, história familiar de glaucoma e pressão intraocular elevada (acima de 22 mmHg) (HERNDON; WEIZER; STINNETT, 2004).

A classificação etiológica divide, tradicionalmente, os glaucomas em formas primárias e secundárias. Nos glaucomas primários, a obstrução do fluxo de saída e a pressão intraocular elevada ocorrem sem aparente contribuição de outras desordens oculares ou sistêmicas. São tipicamente bilaterais e, provavelmente, de bases genéticas. Os glaucomas secundários são decorrentes de eventos oculares ou sistêmicos. Podem ser unilaterais ou bilaterais, alguns têm bases genéticas, enquanto outros são adquiridos (ALLINGHAM *et al.*, 2005).

O valor da pressão intraocular medido pela tonometria de aplanção de Goldmann depende da espessura corneana. A espessura corneana central inferior a 520 μm leva a medições da pressão intraocular falsamente baixas. Por sua vez, a espessura corneana superior a 550 μm , induz a leituras de pressão falsamente

elevadas. Usa-se como base a espessura corneana de 520-550 μm (WHITACRE; STEIN; HASSANEIN, 1993; LEE *et al.*, 2002).

A espessura corneana é importante para estimar o risco de que um determinado paciente com hipertensão ocular desenvolva lesão glaucomatosa. Portanto, a paquimetria corneana deve ser considerada em todos os portadores ou suspeitos de glaucoma, no diagnóstico e na avaliação da eficácia do tratamento do glaucoma (KENJI *et al.*, 2000; LEE *et al.*, 2002).

Congdom *et al.* (2006) estudaram a espessura corneana central e histerese corneana associadas com lesão glaucomatosa. Verificaram que córneas finas estavam associadas a um maior grau de lesão glaucomatosa, quando considerada a relação escavação/ disco óptico, enquanto o comprimento axial do olho longo (acima de 25mm) associado à diminuição de histerese corneana, estavam relacionados à progressão glaucomatosa.

Olhos com comprimentos axiais longos registram valores tonométricos mais baixos; no entanto, são mais suscetíveis a terem glaucoma de pressão normal (MARK; ROBBINS; MARK, 2002; OKU *et al.*, 2009). Já os olhos com comprimentos axiais curtos são mais prováveis a terem hipertensão ocular, sendo mais suscetíveis ao glaucoma de ângulo fechado (MARK; ROBBINS; MARK, 2002).

A ecobiometria no glaucoma de ângulo estreito é de grande importância, tanto para o diagnóstico como para a evolução clínica. É relevante, também, na avaliação pré-operatória destes olhos, no sentido de orientar a respeito do risco de eventual ocorrência de complicações cirúrgicas que estes olhos comumente apresentam (BETINJANE, 2002).

Shimmyo e Orloff (2005) avaliaram a relação entre a espessura corneana e o comprimento axial do olho em 1084 olhos glaucomatosos. Os autores concluíram

que não houve significância estatística na associação entre a espessura corneana e o comprimento axial do olho, sugerindo serem ocorrências independentes.

Vários estudos realizados têm demonstrado correlação entre a espessura corneana central e a pressão intraocular e outros relacionados com dimensões oculares (comprimento axial, profundidade da câmara anterior) e progressão do glaucoma. Porém, existem poucos relatos na literatura associando a espessura corneana e o comprimento axial do globo ocular nos portadores de glaucoma, o que motivou a realização deste trabalho.

2 OBJETIVO

O objetivo desta pesquisa é:

- 1- Verificar a correlação entre a espessura corneana e o comprimento axial nos olhos com glaucoma primário de ângulo aberto, glaucoma e ângulo estreito e olhos normais.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Glaucoma primário de ângulo aberto

É uma neuropatia óptica progressiva multifatorial, cujo principal fator de risco é o aumento da pressão intraocular, sendo tipicamente caracterizada por seio camerular aberto e sem alterações (gonioscopia normal), alterações típicas do disco óptico ou da camada de fibras nervosas da retina, com repercussões no campo visual (SILVA, 2001; ALLINGHAM *et al.*, 2005; OKU *et al.*, 2009). A característica principal da neuropatia óptica glaucomatosa é o dano irreversível dos axônios das células ganglionares (SILVA, 2001).

3.1.1 Características clínicas

As alterações patológicas da cabeça do nervo óptico são: atrofia da rima neural (“*notching*”-perda focal da rima), vasos em baioneta ou passarela e, quando ocorre na margem interna do anel neuroretiniano, o sinal é chamado de desnudamento do vaso circunlinear, assimetria da escavação maior que 0.2 mm, escavação maior que a palidez do disco óptico, hemorragia de disco óptico em chama de vela, alterações da camada de fibras nervosas (Sinal de “Hoyt”) e atrofias peripapilares (retração do epitélio pigmentar da retina na margem do disco óptico) (SOARES *et al.*, 2004; ALLINGHAM *et al.*, 2005).

As alterações de defeito de campo visual são: presença de escotomas paracentrais ou arqueados, degrau nasal maior que 10 graus de extensão e

aumento dos índices do campo visual na perimetria computadorizada. Ainda em relação ao campo visual, defeito de pelo menos três pontos adjacentes não periféricos, diminuição de sensibilidade de pelo menos 5 db, com um dos pontos apresentando baixa sensibilidade de pelo menos 10 db. O defeito campimétrico deve corresponder à lesão do nervo óptico (COSTA; CARVALHO, 1995).

3.1.2 Patogenia

O mecanismo preciso de resistência aumentada para o fluxo de saída do aquoso e dano ao nervo óptico permanece incompletamente esclarecido (ALLINGHAM *et al.*, 2005).

Os mecanismos responsáveis pela diminuição da capacidade de drenagem do humor aquoso ocorrem devido às mudanças no citoesqueleto mediadas pelas alterações nas vias da actina e miosina, que contribuem para alterar a capacidade das células da malha trabecular em modular o transporte de fluidos pela malha. E, também, pela presença de metaloproteinases da matriz extracelular, responsáveis pela lesão tecidual crônica na malha trabecular (WEIZER; LEE, 2009).

3.1.3 Epidemiologia

O glaucoma é a principal causa de cegueira irreversível no mundo e atinge 2% da população (SPAETH, 2001), equivalente a mais de 67 milhões de pessoas (QUIGLEY, 1996; ALLINGHAM *et al.*, 2005).

Por meio de revisão de dados publicados com uso de modelos de prevalência, Quigley e Broman em 2006, estimaram que serão 60,5 milhões de pessoas com glaucoma em 2010, aumentando para 79,6 milhões de pessoas com

glaucoma em 2020, sendo que 74% terão glaucoma de ângulo aberto. Os autores também estimaram que a cegueira bilateral afetará 4,7 milhões de pessoas com glaucoma de ângulo aberto em 2010, aumentando para 5,9 milhões de pessoas em 2020.

O glaucoma primário de ângulo aberto é uma doença ocular de alta prevalência, justificando 85% a 90% de todos os glaucomas (ALLINGHAM *et al.*, 2005).

No estudo de “*Baltimore Eye Survey*”, a prevalência de glaucoma em pessoas acima de 40 anos foi significativamente mais alta em negros (4,7%) que em brancos (1,38%) (TIELSCH *et al.*, 1991). Nos Estados Unidos e Europa, a prevalência foi 11,4 vezes maior que a do glaucoma de ângulo fechado (0,2%), enquanto que na África e na Ásia, as razões de prevalência do glaucoma de ângulo aberto foram 0,27% e 0,11%, respectivamente (QUIGLEY, 1996). Salmon *et al.* (1993) relataram a prevalência de glaucoma de ângulo aberto na África do Sul de 1,5% (2,3% em homens e 1,0% em mulheres).

A incidência de glaucoma de ângulo aberto em negros em relação aos brancos é mais alta numa idade mais precoce, sendo maior nas quartas e quintas décadas de vida e similar aos 80 anos de idade (ALLINGHAM *et al.*, 2005). Portanto, os pacientes afro-americanos apresentam progressão de doença mais rápida, com maior dano ao nervo óptico e campo visual ao diagnóstico (HATANAKA *et al.*, 2003).

Em relação ao sexo, não houve diferença significativa nas razões de prevalência entre homens e mulheres (TIELSCH *et al.*, 1991; QUIGLEY, 1996; SHEN *et al.*, 2008); embora Quigley e Broman (2006) relataram que 59% de todos os glaucomas e 55% do glaucoma primário de ângulo aberto serão compostos por mulheres em 2010.

Os fatores de risco para o glaucoma primário de ângulo aberto são: idade acima de 40 anos, raça negra, miopia, história familiar de glaucoma (HERNDON; WEIZER; STINNETT, 2004) e doenças sistêmicas, tais como diabetes e anormalidades cardiovasculares (ALLINGHAM *et al.*, 2005; TOMAIS *et al.*, 2008).

3.2 Glaucoma primário de fechamento angular

O glaucoma crônico de fechamento angular é uma desordem anatômica do segmento anterior do olho. É caracterizado por fechamento permanente de parte do ângulo de filtração, como resultado de aposição da íris para a malha trabecular. A elevação subsequente da pressão intraocular, pode causar dano ao nervo óptico, que é indistinguível do achado no glaucoma crônico de ângulo aberto (SALMON, 1999).

A detecção precoce do glaucoma primário de fechamento angular é de grande importância porque, na maioria dos casos, a iridectomia a laser ou cirúrgica (restabelece a circulação do humor aquoso entre as câmaras anterior e posterior do olho) é indicada em pacientes com alto risco de ataque agudo (MÉRULA *et al.*, 2008). A cura é determinada se realizada antes que uma lesão permanente tenha ocorrido no seio camerular (LIN; WANG; HUNG, 1997).

3.2.1 Formas clínicas

O glaucoma primário de fechamento angular pode se apresentar nas formas aguda, subaguda ou crônica (SALMON, 1999; FOSTER *et al.*, 2002; ALLINGHAM *et al.*, 2005; SIHOTA *et al.*, 2005; MÉRULA *et al.*, 2008).

A forma aguda apresenta sintomas súbitos e severos, e os pacientes

apresentam-se com cefaleia unilateral, visão turva e olho vermelho doloroso, podendo ser associada com náusea e vômito. Ao exame, encontramos uma pressão intraocular elevada (geralmente maior que 40 mmHg) no olho com câmara anterior rasa, pupila em meia midríase, edema de córnea e seio camerular fechado.

Na forma subaguda, os sintomas são suaves ou ausentes. Episódios subagudos repetidos devem ocorrer antes de resultar em ataque agudo, ou do desenvolvimento de sinéquia anterior periférica, com elevação crônica da pressão intraocular. Entre os episódios, o ângulo é estreito com possibilidade de abertura, e a pressão intraocular é dentro da variação normal (SALMON, 1999).

A forma crônica é caracterizada por: elevação crônica da pressão intraocular (acima de 21 mmHg), sinéquia anterior periférica por mais de 180° no ângulo da câmara anterior confirmado gonioscopicamente e alterações típicas do campo visual e da cabeça do nervo óptico. É tipicamente assintomática, até que ocorra perda avançada do campo visual (SIHOTA *et al.*, 2005).

3.2.2 Patogenia

A causa fundamental do glaucoma primário de fechamento angular é a resistência aumentada ao fluxo do humor aquoso da câmara posterior para a anterior. Determina-se pela aposição da superfície anterior do cristalino à superfície posterior da íris, embora o mecanismo desencadeante do fechamento angular não seja bem esclarecido (SIHOTA *et al.*, 2005).

Parece haver três mecanismos envolvidos na patogenia: 1- Por bloqueio pupilar que leva a íris em bombé (uma pressão maior é requerida para forçar o humor aquoso entre as superfícies do cristalino e íris, causando abaulamento da íris

periférica) (SALMON, 1999); 2-Íris bloqueia o recesso angular durante a midríase, produzindo um fechamento direto da malha trabecular; 3- Por bloqueio ciliar (glaucoma maligno), devido a uma pressão aumentada na porção posterior do olho, empurrando o diafragma cristalino-íris ou vítreo-íris para frente (ALLINGHAM *et al.*, 2005).

Sihota *et al.* (2000a) estudaram ecobiometricamente 240 olhos de 90 pacientes, sendo 30 de cada subgrupo de glaucoma de ângulo fechado e 30 olhos normais. Concluíram que os olhos com glaucoma de ângulo fechado crônico tiveram uma câmara anterior mais profunda e cristalinos mais finos, quando comparados com olhos com glaucoma agudo. Este fato causou bloqueio pupilar relativo menos severo, mas de forma prolongada ou repetida e também, progressiva sinéquia anterior periférica.

Existem traços anatômicos que predisõem ao glaucoma de fechamento angular, que parecem ser “constitucionais” e, provavelmente, determinados por herança poligênica (LOWE, 1970; WILENSKY *et al.*, 1993): câmara anterior rasa com diâmetro corneano pequeno, cristalino mais espesso e localizado mais anteriormente em olhos com comprimento axial mais curto (VAN HERICK; SHAFFER; SCHWARTZ, 1969; SALMON, 1999; ALLINGHAM *et al.*, 2005; SIHOTA *et al.* 2005; SIHOTA *et al.*, 2008).

Ataque de ângulo fechado por bloqueio pupilar absoluto deve ser precipitado em indivíduos predispostos por fatores que induzem a midríase, tais como: “*stress*” emocional, iluminação e drogas (ALLINGHAM *et al.*, 2005). Por outro lado, Cronemberger *et al.* (2010) relataram que a dilatação pupilar causada pela contração do músculo dilatador da íris em situações como: distúrbio emocional, deficiência ou ausência de luz e após uso de drogas simpaticomiméticas, aumenta a

espessura na média periferia da íris, estreitando o seio camerular e impedindo a drenagem do humor aquoso.

A denominação mais adequada para o bloqueio pupilar, segundo Cronemberger *et al.* (2010), é “bloqueio ângulo-íris” devido à diminuição da amplitude do seio camerular corresponder somente ao aumento da espessura da íris. Após a iridectomia periférica, os olhos com fechamento angular primário agudo ou intermitente apresentam, com significância estatística, aumento da distância de contato entre a íris e o cristalino e diminuição do ângulo irido-cristaliniano, não ocorrendo alteração na profundidade central da câmara anterior do olho. Tais descobertas contradizem a teoria de que o fechamento angular primário agudo ou intermitente ocorre por bloqueio pupilar.

3.2.3 Epidemiologia

Nos Estados Unidos, Canadá e Europa, a prevalência de glaucoma de fechamento angular é de 0,2% em pessoas acima de 40 anos e 11,4 vezes menos comum do que o glaucoma de ângulo aberto primário (QUIGLEY, 1996). Já na Ásia, constatou-se alta prevalência de glaucoma de fechamento angular, principalmente entre os chineses, três vezes mais comum do que o glaucoma de ângulo aberto (QUIGLEY, 1996), representando 75% a 90% dos glaucomas (CONGDON *et al.*, 1999), sendo significativamente maior do que em brancos (CONGDON *et al.*, 1997).

No entanto, Shen *et al.* (2008) relataram baixa prevalência de glaucoma primário de ângulo fechado (0,12%), representando menos de 10% dos casos de glaucoma na população malaia.

Salmon *et al.* (1993) revelaram que na África do Sul, a prevalência do

glaucoma de ângulo fechado foi 2,3% comparado com 1,5% de glaucoma de ângulo aberto, sendo o glaucoma de ângulo fechado quatro vezes mais comum em mulheres. A proporção de casos de glaucoma primário de fechamento angular não diferiu significativamente entre africanos negros e brancos (17% x 20%), respectivamente.

Nos esquimós da Groelândia, a prevalência de glaucoma de ângulo fechado é, comparativamente, mais alta (3,9%) do que nos europeus (0,09%) (ALSBIRK, 1975). Resultados semelhantes foram encontrados por Allingham *et al.* (2005). A alta prevalência em esquimós e indianos tem sido atribuída para a configuração da câmara anterior rasa do olho (SOOD; JAIN; AGARWAL, 1988).

Em relação ao glaucoma de ângulo fechado agudo, ocorre uma maior incidência nos esquimós e asiáticos do que nos brancos e negros. Considerando o glaucoma de ângulo fechado crônico, os negros têm uma maior incidência em relação aos asiáticos e brancos (KHATANA; SPAETH, 2001).

A incidência do glaucoma primário de fechamento angular aumenta com a idade, ocorrendo dois picos de crise aguda de glaucoma; o primeiro, de 53 a 58 anos e o segundo, de 63 a 70 anos de idade (MARKOWITZ; MORIN, 1984), embora Khatana e Spaeth (2001) relataram o pico de incidência entre 55 a 65 anos.

O glaucoma primário de fechamento angular está frequentemente associado à hipermetropia, principalmente em mulheres acima de 50 anos de idade, com câmara anterior rasa (SALMON *et al.*, 1993), leucodérmicas e sem história familiar positiva para glaucoma (MÉRULA *et al.*, 2008). Uma profundidade da câmara anterior menor que 2,5 mm, possui maior predisposição para o fechamento angular (AL-MUBRAD; OGBUEHI, 2006).

No estudo realizado por Quigley e Broman em 2006, os autores estimaram

que, 3,9 milhões de pessoas com glaucoma primário de fechamento angular em 2010 e 5,3 milhões de pessoas com o mesmo tipo de glaucoma em 2020, serão cegas bilateralmente.

3.3 Gonioscopia

O exame gonioscópico é um estudo da topografia do ângulo da câmara anterior. A identificação de todos os detalhes anatômicos, permite que se analisem vários aspectos de fundamental importância no diagnóstico, classificação e tratamento dos vários tipos de glaucomas. Baskaran *et al.* (2007) e He *et al.* (2008) revelaram algumas desvantagens desta técnica: requer habilidade na execução, requer contato com o olho, depende da interpretação do observador e está sujeita à variabilidade.

3.3.1 Classificação

SHAFFER: Esse sistema de graduação é baseado na comparação da largura de diferentes ângulos da câmara anterior. Avalia, em graus numéricos, a largura do ângulo de acordo com a descrição anatômica (SHAFFER *apud* CHAN; SMITH; RICHARDSON, 1981; KHATANA; SPAETH, 2001; ALLINGHAM *et al.*, 2005; KENJI *et al.*, 2005):

- Ângulo aberto - grau 4 - largura do ângulo 35-45° - impossível fechamento;
- Ângulo aberto - grau 3 - largura do ângulo 20-35° - impossível fechamento;
- Ângulo moderadamente estreito - grau 2 - largura 20° - possível

fechamento;

- Ângulo extremamente estreito - grau 1 - largura 10° - provável fechamento;
- Ângulo completamente ou parcialmente fechado - grau 0 - largura 0° - fechamento presente ou iminente.

SCHEIE: Esse sistema é baseado na extensão de estruturas do ângulo da câmara anterior, que pode ser visibilizada (SCHEIE *apud* KHATANA; SPAETH, 2001; ALLINGHAM *et al.*, 2005):

- Ângulo aberto - todas as estruturas são visíveis (linha de Schwalbe até raiz da íris);
- Grau I (aberto) - visualização difícil sobre a raiz da íris para o recesso angular;
- Grau II - visualização até o esporão escleral, banda do corpo ciliar obscurecida;
- Grau III - visualiza até malha trabecular anterior;
- Grau IV (fechado) - somente a linha de Schwalbe é visível.

Os graus III e IV têm alto risco de fechamento angular.

SPAETH: Nesse sistema, a configuração do ângulo é graduada em três aspectos: largura do ângulo, configuração da periferia da íris como “S” (curva convexa); “R” (curva angular); “Q” (curva côncava) e inserção aparente da raiz da íris, sendo graduada como:

- “A” - anterior à linha de Schwalbe;
- “B” - área da malha trabecular atrás da linha de Schwalbe;
- “C” - ao nível do esporão escleral;
- “D” - recesso angular profundo com corpo ciliar anterior visível;

- “E” - extremamente profundo- parte posterior do corpo ciliar (SPAETH *apud* OH *et al.*, 1994; KHATANA; SPAETH, 2001; ALLINGHAM *et al.*, 2005).

Chan, Smith e Richardson (1981) estudaram a correlação da configuração do segmento anterior do olho com o sistema de graduação de Shaffer, em 110 olhos fáticos de 66 pacientes glaucomatosos. Concluíram que a profundidade da câmara anterior periférica é o melhor fator em predizer a largura do ângulo da câmara anterior neste sistema de graduação. Resultados semelhantes foram encontrados por He *et al.* (2008), que relataram uma diminuição na profundidade da câmara anterior do olho de 2,73 mm no grau 4 do sistema de graduação de Shaffer para 1,94 mm no grau 0 deste sistema de graduação.

Oh *et al.* (1994) avaliaram gonioscopicamente, o ângulo da câmara anterior em diferentes grupos raciais e relataram a inserção da íris mais anteriormente na parede escleral (convexa) em asiáticos, ligeiramente posterior em afro-americanos e mais posteriormente (côncava) em caucasianos. Os autores concluíram que, a diferença na configuração do ângulo deve justificar a diferença racial na incidência de glaucoma de ângulo fechado, sendo mais comum em asiáticos em relação aos afro-americanos e caucasianos, respectivamente. Os autores observaram, também, que o erro refrativo foi positivamente relacionado com a posição de inserção da íris, sendo uma inserção mais anterior da íris em olhos hipermetropes.

A técnica de Van Herick é um método simples, que utiliza o feixe de luz fino focado no limbo, visando a avaliar a largura do ângulo de câmara anterior, por comparação da profundidade da periferia da câmara anterior com a espessura corneana. No grau 4, a profundidade da periferia da câmara anterior é maior ou igual à espessura corneana (a razão da profundidade da câmara anterior para a

espessura corneana é maior que 1); no grau 3, a profundidade da câmara anterior é metade da espessura corneana (a razão da profundidade da câmara anterior para a espessura corneana é 1:2); no grau 2, é um quarto da espessura corneana (a razão da profundidade da câmara anterior para a espessura corneana é 1:4); no grau 1, é menor do que um quarto da espessura da córnea (a razão da profundidade da câmara anterior para a espessura corneana é menor que 1:4). Os pacientes que têm grau 1 ou 2, certamente, têm ângulos estreitos (VAN HERICK; SHAFFER; SCHWARTZ, 1969; CONGDON *et al.*, 1999; KHATANA; SPAETH, 2001; ALLINGHAM *et al.*, 2005; KENJI *et al.*, 2005).

Van Herick, Shaffer e Schwartz (1969) avaliaram 400 olhos normais pela gonioscopia, para determinar a correlação com a largura do ângulo estimado. Os autores concluíram que, a correlação mais acurada com a graduação do ângulo gonioscópica, foi possível com a biomicroscopia da lâmpada de fenda da periferia da câmara anterior.

Kenji *et al.* (2005) examinaram a correlação entre o sistema de Van Herick e o sistema de Shaffer em estudo epidemiológico conduzido por japoneses saudáveis. Os autores relataram boa concordância entre os dois métodos. Portanto, a técnica de Van Herick pode ser considerada eficiente para avaliação da largura do ângulo, durante o exame de rotina oftalmológica.

O diagnóstico definitivo de glaucoma de fechamento angular em um olho normotenso com ângulo estreito é difícil de ser feito, baseando-se apenas em achados gonioscópicos (GORIN, 1971). Entretanto, o diagnóstico é certo na presença de sinéquias anteriores de base alargada, com história de crise congestiva aguda ou crises não congestivas associada em olho com seio camerular estreito.

3.4 Paquimetria da córnea

3.4.1 Indicação clínica

A paquimetria é indicada em doenças que apresentam alterações de espessura corneana, como distrofia endotelial de Fuchs, traumas pós cirurgias intra-oculares, uso de lente de contato, doenças ectásicas e degenerações da córnea. É essencial no planejamento de cirurgia refrativa e auxilia na estimativa de reserva funcional do endotélio em uma córnea transparente (ROSSINI; ALLERMANN, 2006). A paquimetria corneana deve ser considerada em todos os portadores ou suspeitos de glaucoma, no diagnóstico e na avaliação da eficácia do tratamento do glaucoma (SAKATA *et al.*, 2000; LEE *et al.*, 2002).

3.4.2 Métodos de avaliação da espessura corneana

3.4.2.1 *Paquimetria óptica*

Os paquímetros ópticos são utilizados desde 1949, baseados nos princípios de Helmholtz, de reflexão da luz (ROSSINI; ALLERMANN, 2006). O aparelho é acoplado à lâmpada de fenda e é constituído por duas lâminas de vidro dispostas verticalmente, que medem a espessura corneana e dividem a imagem em fenda da córnea em duas metades, superior e inferior, sendo necessário colocar o endotélio corneano de imagem superior em contato com o epitélio da córnea de imagem inferior. Para se ter o valor da espessura corneana, é necessário recorrer a uma tabela (MISHIMA, 1968).

O "Orbscan" é um aparelho muito empregado na avaliação da superfície

corneana. Apresenta possibilidade de realização de imagens tridimensionais da córnea, fornecendo inclusive, um mapa paquimétrico (ROSSINI; ALLERMANN, 2006). Este aparelho pode medir a espessura e curvatura corneana e fornecer mapas de elevação de curvatura das superfícies anterior e posterior da córnea (CHRISTENSEN; NARVÁEZ; ZIMMERMAN, 2008).

3.4.2.2 *Paquimetria eletromecânica*

Utiliza o microscópio especular e mede a espessura central e apical da córnea. A avaliação da espessura corneana por este método mede desde a superfície posterior do filme lacrimal à superfície posterior da membrana de Descemet (OLSEN; EHLERS, 1984). Embora seja um método mais preciso que a paquimetria óptica, é menos prático e mais demorado, além de não poder ser realizado com o paciente deitado (MILANI; KARA-JOSÉ, 1996).

3.4.2.3 *Paquimetria ultrassônica*

A paquimetria ultrassônica foi descrita por Henderson, Gillian e Deetuelier em 1980. Este método utiliza o princípio da ultrassonografia de modo A, para determinar a espessura da córnea (ROSSINI; ALLERMANN, 2006). Esta paquimetria é realizada por meio de um transdutor acoplado a um sistema computadorizado que mede o tempo necessário para que o som (frequência de 10 a 20 MHz, comprimento de onda de 150 mm) passe do final do transdutor à membrana de Descemet e retorne ao transdutor (MILANI; KARA-JOSÉ, 1996), sendo a espessura corneana calculada pela seguinte fórmula:

$$C = \frac{T \times V}{2}$$

Onde: C = espessura corneana
 T = tempo de trânsito do som
 V = velocidade de propagação do som na córnea

A velocidade do som é ajustada entre 1.620 a 1.650 m/seg, a precisão é de 5 µm (HARPER *et al.*, 1996).

As medidas da espessura corneana podem ser tomadas na área central, para-central e periférica, nos vários meridianos da córnea. A sonda deve permanecer em sentido perpendicular à córnea, e o diâmetro da ponta da sonda deve ser menor que 2 mm, a fim de diminuir a área de difusão do som, permitindo melhor observação do ponto de colocação da sonda (ROSSINI; ALLERMANN, 2006).

A paquimetria ultrassônica é considerada o método padrão-ouro de medida da espessura corneana, sendo o mais comumente usado (CHRISTENSEN; NARVÁEZ; ZIMMERMAN, 2008; AL-MEZAINE *et al.*, 2008).

A acurácia do método ultrassônico depende da perpendicularidade da aplicação da sonda na córnea e a reprodutibilidade depende do local preciso da sonda no centro da córnea (KIM *et al.*, 2008).

A reprodutibilidade é definida como a habilidade do instrumento em obter valores constantes com medidas repetidas da córnea. A validade é produzir resultados comparáveis a outros métodos à técnica padrão (paquimetria ultrassônica) (CHRISTENSEN; NARVÁEZ; ZIMMERMAN, 2008).

Em estudo realizado em 984 olhos com córneas saudáveis, a medida da espessura corneana central efetuada pelo paquímetro óptico foi 8.2 µm maior em relação ao método ultrassônico. Ambos os métodos apresentaram boa concordância em relação às medidas de espessura corneana. Portanto, o paquímetro óptico pode ser considerado uma alternativa confiável ao método ultrassônico. Ambos devem ser

usados para a avaliação da medida de espessura corneana em córneas saudáveis (AL-MEZAINI *et al.*, 2008).

A espessura corneana central para os paquímetros ópticos é considerada como sendo 530 μm , para os paquímetros eletromecânicos 490 μm e de 500 a 525 μm para os métodos ultrassônicos, dependendo da velocidade do som empregada (DOMINGUES; PENA; GONÇALVES NETO, 1990).

3.4.3 Valor normal da espessura corneana e suas variações

A espessura normal central da córnea do adulto mede entre 500 e 570 μm , sendo que na área central (3mm), a espessura permanece constante, aumentando até a periferia, onde mede 660 μm (MISHIMA, 1968).

Após os 50 anos de idade, a córnea periférica apresenta redução da espessura, enquanto que a espessura central permanece constante (MARTOLA; BAUM, 1968). No entanto, Su *et al.* (2009) revelaram uma diminuição da espessura corneana central com o aumento da idade (5,1 μm por década). Por outro lado, Siu e Herse (1993) não relataram correlação significativa entre a idade e a espessura no centro, na média periferia ou na periferia da córnea entre os indivíduos com 16 a 75 anos.

Su *et al.* (2009) relataram que a espessura corneana central é maior em indivíduos com maior índice de massa corporal, com níveis elevados de glicose sérica e com síndrome metabólica.

Existe variação diurna da espessura corneana em um indivíduo normal, dependendo das condições de umidade do ar, variação hormonal ou até durante a gravidez (embebição gravídica) (ROSSINI; ALLERMANN, 2006).

A espessura corneana é altamente variável durante o período de 24 horas (HARPER *et al.*, 1996), sendo mais espessa pela manhã, diminuindo até o entardecer, por volta das 17 horas, quando volta a aumentar sua espessura (MILANI; KARA-JOSÉ, 1996). Esta variação parece estar relacionada ao nível sérico de corticoide. Por outro lado, Cronemberger *et al.* (2005) não encontraram variação significativa da espessura corneana central durante o dia, quando avaliaram pacientes com suspeita de glaucoma e glaucomatosos. Os autores concluíram que somente uma medida da espessura corneana seria suficiente.

3.4.4 Paquimetria e tonometria

O tonômetro de aplanção de Goldmann é o principal método para determinar a medida da pressão intraocular (SHAH *et al.*, 1999; LEE *et al.*, 2002; FRANCIS *et al.*, 2008).

A ponta do tonômetro de aplanção de Goldmann aplanar a área da córnea com diâmetro de 3,06 mm, de tal maneira que a força de 0,1g aplicada corresponde a 1 mmHg. No entanto, esta relação é somente verdadeira para córneas com espessamento central por volta de 520 μm (SHAH *et al.*, 1999; LEE *et al.*, 2002)

O tonômetro de Goldmann é calibrado para uma espessura corneana central de 500 μm . Portanto, espessuras corneanas acima deste valor, teoricamente, resultam em valores falsamente elevados (superestimação da pressão intraocular), enquanto que córneas finas (menor que 500 μm) levam a uma subestimação da pressão intraocular verdadeira (THOMAS; KORAH; MULIYIL, 2000; QUARANTA *et al.*, 2002).

A importância da espessura corneana central sobre a medida da pressão

intraocular é baseada na resistência da córnea (valores de pressão intraocular superestimados pela tonometria de aplanção, ocorrem em córneas mais espessas e com maior resistência) (HATANAKA *et al.*, 2003; FRANCIS *et al.*, 2008).

Em duas medidas tonométricas consecutivas, o erro de 1 a 2 mmHg pode ocorrer, considerando interpretação subjetiva inerente ao método (BETINJANE, 1990).

Diversos estudos têm mostrado a importância da espessura corneana na determinação de leituras com o tonômetro de aplanção.

Ehlers, Bransen e Sperling (1975), ao compararem a pressão intraocular medida pelo tonômetro de aplanção com a pressão hidrostática, medida através de uma cânula introduzida na câmara anterior, em pacientes que seriam submetidos a cirurgia de catarata, encontraram variações na tonometria de aplanção de ± 5 mmHg dentro da variação normal de espessura corneana (460 a 500 μm).

Whitacre, Stein e Hassanein (1993) realizaram tonometria de aplanção com tonômetro de Perkins e manometria em pacientes que seriam submetidos à cirurgia intraocular, relacionando-as com a espessura corneana. As córneas mais espessas produziram uma superestimação de pressão intraocular de até 6,8 mmHg; as córneas finas, uma subestimação de até 4,9 mmHg.

Foster *et al.* (1998) encontraram uma correlação significativamente positiva entre pressão intraocular e espessura corneana central em 1242 pessoas residentes da Mongólia acima de 40 anos, sugerindo que um aumento de 10 μm na espessura corneana, corresponde a um aumento de 0,18 mmHg nos olhos direitos e de 0,24 mmHg nos olhos esquerdos. Os autores relataram uma diminuição altamente significativa da espessura corneana com aumento da idade: 5 μm /década em homens e 6 μm /década em mulheres.

Meirelles *et al.* (2001) mediram a espessura central da córnea em 156 olhos de 80 pacientes, sendo a amostra dividida em três grupos: glaucoma de pressão normal, glaucoma primário de ângulo aberto e olhos normais. Os resultados mostraram respectivamente, nos olhos direito e esquerdo, uma espessura corneana central de 530 μm e 527 μm no glaucoma de pressão normal; 542 μm e 542 μm no glaucoma primário de ângulo aberto e 538 μm e 542 μm nos olhos normais. Os autores concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa da espessura corneana entre os três grupos, embora a espessura central de córnea fosse menor nos olhos com glaucoma de pressão normal.

O estudo da espessura central da córnea no “*Ocular Hypertension Treatment Study*” (OHTS) foi composto por 1230 indivíduos, sendo 912 brancos e 318 afro-americanos. A média da espessura central da córnea dos afro-americanos foi 555,7 \pm 40 μm , sendo 23 μm mais fina que a dos indivíduos brancos (579 \pm 37 μm). Outros fatores associados à média elevada da espessura corneana central foram: idade jovem, sexo feminino e diabetes. Houve correlação negativa entre a idade e a espessura corneana, ocorrendo um afinamento de 6,3 μm por década relacionado à idade. A idade avançada, o sexo masculino, a raça negra e a espessura corneana fina foram associados ao maior risco de hipertensão ocular. (BRANDT *et al.*, 2001).

La Rosa, Gross e Orengo-Nania (2001) mediram a espessura corneana central de afro-americanos e caucasianos. Uma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre a média da espessura corneana de afro-americanos (OD: 531 \pm 36,3 μm e OE: 530 \pm 34,6 μm) e caucasianos (OD: 558 \pm 34,5 μm e OE: 557,6 \pm 34,5 μm). Os africanos apresentaram uma média de espessura corneana menor, quando comparados aos caucasianos. Resultados semelhantes foram encontrados por Herndon, Weizer e Stinnett (2004) em que a média da espessura

corneana central foi 19 μm menor em negros (537 μm), quando comparada a dos brancos (556 μm).

“*Barbados Eye Studies*” foi composto por 1142 participantes, nos quais tiveram a espessura corneana e a pressão intraocular medidas e comparadas entre os negros e brancos. Os negros apresentaram uma média de espessura corneana de 529,8 μm e os brancos, de 545,2 μm . A média da pressão intraocular em negros foi 16,7 mmHg e em brancos, 14,6 mmHg. Uma correlação positiva entre a espessura corneana e a pressão intraocular ocorreu entre os participantes brancos, mas não entre os descendentes africanos (NEMESURE *et al.*, 2003).

Hatanaka *et al.* (2003) avaliaram a espessura central da córnea de 39 indivíduos negros e 30 indivíduos brancos residentes no Brasil, sem qualquer patologia ocular. A média da espessura corneana em brancos foi de 552,2 \pm 35 μm e em negros, 535,4 \pm 29 μm . Esta diferença foi estatisticamente significativa.

Shimmyo *et al.* (2003) avaliaram a espessura central da córnea em 1976 olhos (1482 caucasianos, 172 asiáticos, 204 hispânicos e 118 afro-americanos). A média da espessura corneana em africanos foi 535,46 \pm 33,39 μm e caucasianos foi 552,59 \pm 34,48 μm . Asiáticos e hispânicos apresentaram uma espessura corneana de 550 μm . Não houve correlação entre a espessura corneana e a idade neste estudo. Os autores concluíram que os africanos possuíam espessura corneana significativamente mais fina, quando comparados com os outros grupos raciais.

Kohlhaas *et al.* (2006) examinaram a pressão intraocular de 125 olhos de pacientes preparados para a cirurgia de catarata, por meio de uma cânula introduzida na câmara anterior, e compararam com a pressão intraocular medida pelo tonômetro de aplanção. Os autores relataram uma variação de até 0,4 mmHg na tonometria de aplanção, por desvio de 10 μm numa espessura corneana de 550

µm e concluíram que a influência da espessura corneana na leitura da pressão intraocular pelo tonômetro de aplanção, é um forte adicional de importância clínica.

Hamilton *et al.* (2007) estudaram 25 olhos de jovens saudáveis entre 18 e 21 anos, quanto à pressão intraocular, espessura corneana e curvatura da córnea, durante o período de 24 horas. Houve um aumento tanto na espessura corneana, quanto na pressão intraocular às 7 horas, quando ambas diminuíram rapidamente para níveis de base às 9 horas. A curvatura corneana correlacionou com a pressão intraocular e espessura corneana entre 7 e 9 horas; após 9 horas, nenhuma correlação foi encontrada.

Mosaed *et al.* (2008) avaliaram a associação entre a espessura corneana central e a flutuação da pressão intraocular no período de 24 horas nos glaucomatosos e indivíduos normais. Verificaram que a média e o pico da pressão intraocular foram significativamente maiores nos portadores de glaucoma. No entanto, a flutuação da pressão intraocular e a espessura corneana não variaram de modo significativo entre os grupos. Não houve correlação significativa entre essas variáveis em ambos os grupos. Portanto, são fatores de risco independentes para a progressão glaucomatosa.

Vários estudos têm procurado avaliar a espessura corneana em pacientes glaucomatosos.

Ehlers e Hansen (1976) analisaram 126 jovens masculinos com idade entre 18 e 21 anos, por meio dos exames de refração, acuidade visual, biomicroscopia, oftalmoscopia (anormalidade do disco óptico, vasos ou retina) e espessura corneana. Nenhuma correlação foi encontrada entre a espessura da córnea e essas variáveis, o que justifica a independência relativa da espessura corneana central.

Argus (1995), ao comparar a espessura central corneana de 36 pacientes

hipertensos oculares com 29 indivíduos do grupo controle e 31 pacientes glaucomatosos, encontrou espessura corneana significativamente maior em hipertensos oculares, quando comparados com outros grupos. Resultados semelhantes foram encontrados por Herndon *et al.* (1997); Thomas, Korah e Muliylil (2000); Xu *et al.* (2008b).

Copt, Thomas e Mermoud (1999) mediram e compararam a espessura corneana central de 22 pacientes com glaucoma de pressão normal, 49 com glaucoma primário de ângulo aberto, 44 hipertensos oculares e 18 pessoas do grupo controle. A espessura corneana central foi significativamente maior em hipertensos oculares e significativamente menor em glaucoma de pressão normal, quando comparados aos grupos controle e glaucoma de ângulo aberto. A pressão intraocular nos pacientes com glaucoma de pressão normal foi subestimada 2,2 mmHg, enquanto que em hipertensos oculares, foi superestimada 2,3 mmHg.

Shah *et al.* (1999) também encontraram espessura central corneana significativamente menos espessa em pacientes com glaucoma de pressão normal, comparados a pacientes com glaucoma primário de ângulo aberto, glaucoma crônico de fechamento angular, suspeitos de glaucoma e indivíduos normais. Não houve diferença significativa na espessura corneana entre pacientes com glaucoma de pressão normal e glaucoma pseudoesfoliativo. Os pacientes suspeitos de glaucoma apresentaram uma córnea significativamente mais espessa.

Herman, Hodge e Bourne (2001) compararam a espessura corneana de hipertensos oculares com indivíduos normais e encontraram correlação entre a pressão intraocular e a espessura corneana no grupo de hipertensos oculares, mas não no grupo controle. Concluíram que a espessura corneana deve ser um fator de confundimento na medida da pressão intraocular, e isto deve modificar o risco de

progressão para o glaucoma em pacientes com hipertensão ocular.

Sakata *et al.* (2002) avaliaram 113 pacientes, sendo 40 com glaucoma de pressão normal, 51 grupo controle e 22 com glaucoma crônico simples. Relataram que a espessura corneana foi significativamente menor no grupo de glaucoma de pressão normal em relação aos outros grupos, e nenhuma diferença significativa foi encontrada entre o grupo controle e glaucoma crônico simples.

Brogliatti *et al.* (2002) estudaram 60 pacientes portadores de glaucoma primário de ângulo aberto com acompanhamento perimétrico durante três anos. Relataram que a porcentagem de pacientes com compensação tonométrica foi significativamente maior no grupo com campo visual estável. Concluíram que a redução da pressão intraocular tem um papel essencial na progressão do campo visual.

Medeiros, Sample e Weinreb (2003) estudaram 68 olhos de pacientes hipertensos oculares. Constataram que os possuidores de córneas mais finas, apresentaram defeitos de campo visual na perimetria azul-amarelo, enquanto que aqueles sem defeitos de campo visual apresentaram córneas mais espessas.

Medeiros *et al.* (2003), ao estudarem 98 olhos de pacientes com glaucoma pré-perimétrico, observaram um risco duas vezes maior de conversão para anormalidade no campo visual nos pacientes com espessura corneana menor que 545 μm e um afinamento de 40 μm na espessura corneana, conferindo um risco aumentado em 60% de anormalidade perimétrica.

Kim e Chen (2004) também relataram, que a média da espessura corneana em pacientes com glaucoma, que apresentavam progressão no campo visual, foi significativamente menor quando comparada com aqueles que não tiveram progressão de campo visual ($529 \pm 36 \mu\text{m}$ x $547 \pm 35 \mu\text{m}$), respectivamente. No

entanto, a espessura central corneana foi um fator de risco significativamente associado com a progressão do campo visual.

Hewitt e Cooper (2005) avaliaram 554 olhos de 281 pacientes com glaucoma, quanto à espessura corneana central e dano ao disco óptico. Encontraram uma correlação estatisticamente significativa entre a severidade da escavação do disco óptico glaucomatoso e a espessura corneana, sendo que um aumento de 10 μm na espessura corneana, resultou no aumento de 0,03 mm^2 na borda neurorretiniana.

Congdon *et al.* (2006) estudaram a espessura corneana central e a histerese corneana associadas à lesão glaucomatosa e relataram que as córneas finas estavam relacionadas a um maior grau de lesão glaucomatosa, quando considerada a relação escavação sobre o disco óptico (E/D). Já o comprimento axial do olho longo associado à histerese diminuída da córnea, estava relacionado à progressão glaucomatosa.

Kniestedt *et al.* (2006), no estudo da espessura corneana central em pacientes glaucomatosos e de diferentes raças, verificaram que os africanos e pacientes com glaucoma de pressão normal, apresentaram valores mais baixos (518 μm e 522 μm , respectivamente) quando comparados aos caucasianos (549 μm) e hipertensos oculares (564 μm). Uma correlação significativa foi encontrada entre a espessura corneana e a razão escavação/disco, indicando que pacientes com córneas mais finas foram mais propensos ao estágio avançado glaucomatoso.

Por outro lado, Torres *et al.* (2008) relataram que córneas finas não foram associadas com o dano glaucomatoso em indianos nativos do Alaska. Os indianos apresentaram espessura corneana central (554,8 μm) mais espessa em relação aos afro-americanos (528,5 μm), mas similar aos caucasianos (551,9 μm). Nenhuma

diferença significativa foi encontrada entre a média da espessura corneana dos indianos com glaucoma (556,2 μm) e aqueles sem a doença (556,6 μm).

Meirelles *et al.* (2006) avaliaram 85 olhos com glaucoma primário de ângulo aberto que estavam em tratamento antiglaucomatoso. A amostra foi dividida em três grupos, de acordo com a classificação da gravidade de defeito de campo visual em leve, moderado e grave. A média da espessura corneana dos olhos com defeito de campo visual grave, foi estatisticamente menor que a espessura corneana dos pacientes com defeitos leve e moderado. No estudo, não houve diferença significativa entre as espessuras corneanas dos grupos leve e moderado.

Sullivan-Mee *et al.* (2006b), ao compararem 84 olhos de indivíduos suspeitos de terem glaucoma de pressão normal com 56 olhos de pessoas com glaucoma de pressão normal, observaram que a média da espessura corneana central foi significativamente mais alta no grupo sem perda de campo visual (glaucoma suspeito), quando comparada com o grupo com perda glaucomatosa (glaucoma de pressão normal). Todavia, a associação entre espessura corneana é em relação à perda de campo visual e não com a severidade de perda perimétrica no glaucoma de pressão normal.

Sullivan-Mee *et al.* (2006a) analisaram o relacionamento entre a espessura corneana central e a severidade de perda do campo visual glaucomatoso na população com glaucoma primário de ângulo aberto. Concluíram que o desenvolvimento de perda perimétrica glaucomatosa ocorreu, mais freqüentemente, em pacientes com córneas finas, ainda que esses pacientes não fossem mais propensos a terem níveis avançados de perda de campo visual. Resultados semelhantes foram encontrados por Rogers *et al.* (2007).

Hong *et al.* (2007) relacionaram a espessura corneana central com a

progressão de campo visual de pacientes com glaucoma primário crônico de ângulo fechado. Verificaram que os pacientes glaucomatosos com espessura corneana menor que 540 μm , apresentaram grandes riscos na progressão de campo visual.

Por outro lado, Xu *et al.* (2008b) relataram que a espessura corneana central não variou significativamente entre os olhos glaucomatosos (551 μm) e olhos normais (556 μm) de 3100 chineses. Verificaram que o grupo com progressão glaucomatosa apresentou a espessura corneana ligeiramente maior (555 μm) em relação ao grupo estável (546 μm). Porém, esta diferença não foi significativa. Concluíram que não houve correlação significativa entre o dano glaucomatoso e a espessura corneana central e esta com o risco de progressão da doença.

Francis *et al.* (2008) estudaram a relação entre a prevalência de glaucoma de ângulo aberto, pressão intraocular e o impacto da espessura corneana central nesta relação em 5970 latinos. O grupo com córneas mais finas (menor ou igual 510 μm) apresentou uma prevalência de glaucoma de ângulo aberto significativamente maior em relação ao grupo com córneas de espessura normal (511-580 μm) e córneas mais espessas (acima de 580 μm) para todos os níveis de pressão intraocular. Concluíram que a espessura corneana central é um fator de risco independente para a prevalência de glaucoma. A relação entre a pressão intraocular e a espessura corneana não é linear, e a espessura da córnea é tão importante quanto a hidratação ou rigidez corneana.

3.5 Ecobiometria

A ecobiometria é a medida do comprimento axial do globo ocular e das estruturas intraoculares. Pode ser realizada por dois diferentes métodos: o

ultrassônico e o óptico, os quais utilizam o som e a luz na obtenção das medidas, respectivamente.

3.5.1 Ecobiometria ultrassônica

As indicações da biometria ocular ultrassônica são: na semiologia do glaucoma (principalmente o glaucoma infantil e de ângulo estreito do adulto), na cirurgia de catarata (para cálculo de lente intraocular), no acompanhamento de tumores intraoculares, na miopia maligna para acompanhamento do crescimento do globo ocular (ROSSINI; ALLERMANN, 2006).

A ultrassonografia modo “A” aplicada na ecobiometria, emprega a amplificação linear com sondas que operam nas freqüências de 10-12 Mhz. A sonda requer um transdutor achatado, que emite feixe de ultrassom unidimensional que localiza as interfaces refletidas em cada estrutura dentro do globo ocular, cujos ecos são representados por “picos” verticais a uma linha de base. Esses ecos são dispostos em um gráfico, cuja amplitude dos picos é medida em decibéis e a distância entre eles em milissegundos ou milímetros. A velocidade de propagação do ultrassom varia de acordo com a densidade do meio, logo, a medida do comprimento axial é determinada pelo tempo em que os ecos emitidos pela sonda necessitam para ultrapassar as interfaces da córnea à retina e retornarem à sonda (MURALHA, 2006).

Para evitar erros de medidas, recomenda-se que o exame seja sempre bilateral e que os dois olhos sejam medidos novamente se: o comprimento axial do olho for menor que 22,0 mm ou maior que 25,0 mm em um dos olhos; a diferença entre os dois olhos for maior que 0,3 mm; o comprimento axial do olho não se

relaciona com a refração do paciente, ou seja: hipermetropes devem ter olhos pequenos e míopes, olhos grandes; má cooperação do paciente (ZACHARIAS, 2002).

Quando o aparelho de ultrassom é acoplado à sonda B-modo A/B de 20 Mhz, a biometria pode ser realizada através das técnicas de imersão ou transpalpebral, podendo ser acoplada à sonda A- modo A. Em ambos os modos A ou B, obtêm-se as medidas da profundidade da câmara anterior, espessura do cristalino, comprimento da cavidade vítrea e comprimento axial (MURALHA, 2006).

Existem duas técnicas para obtenção dos dados sobre a medida do comprimento axial, quando utilizamos o modo-A: biometria de contato e de imersão.

3.5.1.1 *Biometria de contato*

Na técnica de contato, o comprimento axial é medido com a sonda levemente posicionada no centro da córnea por meio de dois métodos: no método de aplanção, a sonda é posicionada à frente de uma queixeira, semelhante à aferição feita na tonometria de aplanção e a medida é feita com o paciente sentado; na técnica manual, a sonda é segurada pela mão do operador que a posiciona sobre a córnea do paciente. Neste caso, o paciente pode estar sentado, deitado ou levemente reclinado. Este procedimento deve ser repetido até se obter pelo menos três medidas de alta qualidade e que sejam confiáveis. É importante solicitar ao paciente fixar-se na luz existente no centro da sonda, a fim de posicioná-la corretamente em relação à mácula. Observa-se, inicialmente, o pico de contato da sonda com a córnea, posteriormente, os picos correspondentes às faces anterior e posterior do cristalino, nos pacientes fácicos. Mais posteriormente, observam-se os

picos de interfaces retinianas e da esclera (MURALHA, 2006).

3.5.1.2 *Biometria de imersão*

É utilizado um recipiente ou concha escleral que são inseridos entre as pálpebras, mantendo os olhos abertos e preenchida com substância viscoelástica (metilcelulose). A sonda do ultrassom é imersa na solução, mantendo-a entre 5 e 10 mm de distância da córnea. É importante a orientação quanto a perpendicularidade da sonda, mantendo-a direcionada para a mácula (MURALHA, 2006).

3.5.2 Biometria óptica

Recentemente, a biometria óptica ou interferometria de coerência parcial trouxe grande benefício, em razão de maior precisão e acurácia, se comparada às técnicas ultrassônicas de contato e de imersão, principalmente em olhos com miopia extrema portadores de estafiloma e olhos preenchidos por substâncias substitutas do corpo vítreo (HAIGIS *et al.*, 2000; MONTEIRO, 2001; CONNORS; BOSEMAN; OLSON, 2002; MURALHA, 2006).

A biometria óptica consiste no emprego de um feixe de laser infravermelho de 780 nanômetros, que é emitido para um divisor de feixes. Este divisor gera dois feixes coaxiais, que são refletidos na superfície anterior da córnea e no epitélio pigmentar da retina, sendo registradas por um fotodetector (HAIGIS *et al.*, 2000; LAM; CHAN; PANG, 2001; SANTODOMINGO-RUBIDO *et al.*, 2002; ROSE; MOSHEGOV, 2003; LEAL, 2003).

Este biômetro possui um índice que mensura a qualidade da medida do comprimento axial, denominado SNR (“*signal to noise ratio*”), que torna o exame

impossível, se o índice for menor que 1,6, resultado duvidoso se estiver entre 1,6 e 2,0 e confiável se maior que 2,0 (MONTEIRO, 2001; LAM; CHAN; PANG, 2001).

Na avaliação da profundidade da câmara anterior do olho (distância entre as superfícies corneana posterior e anterior do cristalino), a ecobiometria não oferece vantagem alguma sobre a paquimetria óptica (CALIXTO; CRONEMBERGER, 1986).

Para a medida do comprimento axial ocular, a biometria óptica mensura a distância entre o vértice corneano anterior e o epitélio pigmentar da retina (LAM; CHAN; PANG, 2001; FOTEDAR *et al.*, 2010). A biometria ultrassônica mede a distância entre o vértice anterior da córnea e a membrana limitante interna. Ambas avaliam o eixo geométrico do globo ocular (HAIGIS *et al.*, 2000; ROSE; MOSHEGOV, 2003; MURALHA, 2006).

3.5.3 Ecobiometria no glaucoma

A biometria ocular ultrassonográfica, ou ecobiometria, constitui um método propedêutico de grande importância na semiologia do glaucoma. Dentre os vários tipos de glaucoma, a ecobiometria tem particular interesse no glaucoma infantil (congenito e secundário) e no glaucoma de fechamento angular do adulto (crônico e agudo).

Enquanto os olhos normais do indivíduo adulto apresentam valores médios referidos em literatura de 23 a 24 mm para o diâmetro axial, os olhos portadores de glaucoma de fechamento angular têm como referência valores em torno de 21 a 22 mm para o diâmetro axial do globo ocular (MALTA *et al.*, 1983).

O valor médio da profundidade da câmara anterior em adultos europeus é aproximadamente 3,0 mm (OSUOBENI; HEGARTZ; GUNVANT, 2003; FOTEDAR *et*

al., 2010) e em chineses com idade superior a 50 anos é de 2,49 mm (HE *et al.*, 2008).

A câmara anterior pode tornar-se cada vez mais rasa, devido ao aumento, embora lento, da espessura do cristalino que ocorre com o passar dos anos, aumentando o risco do desenvolvimento de uma crise de glaucoma agudo por bloqueio pupilar (LOWE, 1970; LEIGHTON; TOMLINSON, 1972; PANEK *et al.*, 1990; MARCHINI *et al.*, 1998; SIHOTA *et al.*, 2000a; RAMANI *et al.*, 2007; KIM *et al.*, 2008; HE *et al.*, 2008).

O glaucoma primário de fechamento angular é extremamente incomum em olhos com profundidade da câmara anterior maior do que 2,4 mm (LOWE, 1970).

Em relação à espessura do cristalino, Marchini *et al.* (1998) e George *et al.* (2003), referiram um aumento estatisticamente significativo deste parâmetro em olhos que tiveram glaucoma agudo em relação aos olhos normais. Outros autores (LOWE, 1970; MALTA *et al.*, 1983; SIHOTA *et al.*, 2005) não revelaram tais diferenças.

O cristalino continua a crescer durante toda a vida, aumentando em espessura como no diâmetro. O aumento da espessura é uniforme e gradual, cerca de 0,02 mm/ano. O padrão de crescimento do cristalino é anormal em pacientes com glaucoma primário de ângulo fechado, com aumento acelerado da espessura entre a 4ª e 6ª décadas de vida, medindo 0,046 mm/ano, mais que o dobro da velocidade dos olhos normais (MARKOWITZ; MORIN, 1984).

O traço biométrico mais importante que predispõe ao ângulo fechado é a câmara anterior mais rasa (MARCHINI *et al.*, 1998; SIHOTA *et al.*, 2008; HE *et al.*, 2008).

Se a espessura do cristalino aumentar ou o comprimento axial do olho

diminuir, o ângulo da câmara anterior tornará mais estreito, por causa do deslocamento da íris para frente (MARKOWITZ; MORIN, 1985).

A profundidade da câmara anterior do olho, o diâmetro corneano e o comprimento axial ocular (0,12mm por década em mulheres e 0,02 mm por década em homens) diminuem com o aumento da idade (FOTEDAR *et al.*, 2010).

Alsbirk *et al.* (1975) revelaram que o valor médio da profundidade da câmara anterior do olho em pacientes esquimós com glaucoma primário de fechamento angular é mais rasa, como ocorre em pacientes caucasianos e japoneses. Porém, Wojciechowski *et al.* (2003) relataram que os esquimós apresentaram câmara anterior significativamente mais rasa e o cristalino mais espesso, quando comparados com os outros grupos raciais.

A média do comprimento axial do olho e a profundidade da câmara anterior não foram significativamente diferentes entre chineses, brancos e negros (CONGDON *et al.*, 1997; WOJCIECHOWSKI *et al.*, 2003).

Os olhos com glaucoma crônico de fechamento angular e congestivo agudo têm diferenças biométricas em relação aos olhos normais. Comparando-os, observamos as seguintes diferenças: raio de curvatura corneal menor (TOMLINSON; LEIGHTON, 1973); diâmetro corneano menor; córneas mais curvas (TOMLINSON; LEIGHTON, 1973); câmara anterior mais rasa (LOWE, 1970; CALIXTO; CRONEMBERGER, 1986; RAMANI *et al.*, 2007; SIHOTA *et al.*, 2008); cristalino intumescido (LOWE, 1970; CLEMMESSEN, 1976; SIHOTA *et al.*, 2008); posição anteriorizada do cristalino (LOWE, 1970; TOMLINSON; LEIGHTON, 1973; RAMANI *et al.*, 2007); menor comprimento axial do olho (TOMLINSON; LEIGHTON, 1973; CALIXTO; CRONEMBERGER, 1986; SUSANNA JR; NICOLELA; FUKUSHIMA, 1988; WILENSKY *et al.*, 1993; GEORGE *et al.*, 2003; RAMANI *et al.*,

2007; SIHOTA *et al.*, 2008).

Por outro lado, Mérula *et al.* (2008) relataram que os olhos com glaucoma agudo primário apresentaram, de modo estatisticamente significativo, as seguintes características: pior acuidade visual, menor equivalente esférico hipermetrópico, maior escavação do disco óptico, maior medida ceratométrica e menor profundidade da câmara anterior do olho em relação aos olhos contralaterais. No entanto, a espessura corneana central, o comprimento axial ocular, a espessura do cristalino e a relação espessura do cristalino/comprimento axial não diferiram de modo significativo entre os olhos com crise de glaucoma agudo e os contralaterais.

Vale referir a importância da ecobiometria ocular na avaliação dos riscos cirúrgicos de certos olhos com determinadas características biométricas. Por meio do conhecimento do diâmetro axial de um olho, que deverá submeter-se a uma cirurgia, podemos avaliar o maior ou menor risco de ocorrência de certos tipos de complicações cirúrgicas, comuns a olhos de pequenas dimensões biométricas, como os microftálmicos (diâmetro axial menor que 23 mm) e os nanofthalmos (diâmetro axial se aproxima de um olho recém – nascido, em torno de 16 a 17 mm). Nestes olhos, não somente o risco de ocorrência de glaucoma de fechamento angular é grande, como também, o risco de ocorrência de complicações intra e pós-operatórias é muito freqüente (descolamento de coróide, hemorragia intraocular, glaucoma maligno) (BETINJANE, 2002).

Em relação ao glaucoma maligno, vale referir que é uma condição que incide mais comumente em olhos que apresentaram glaucoma agudo e com diâmetros axiais menores que os normais. Mas, há referências de literatura que relatam casos de olhos com glaucoma maligno com diâmetros de até 23 mm (MALTA *et al.*, 1990).

Lowe (1970), fazendo um estudo comparativo de olhos normais e com

glaucoma primário de fechamento angular, relatou que em olhos normais, a espessura do cristalino é inversamente correlacionada com o comprimento axial do olho, enquanto que a posição do cristalino foi diretamente correlacionada. Correlação inversa foi encontrada entre os erros refrativos e a profundidade da câmara anterior. No glaucoma primário de fechamento angular, não foi observada correlação significativa entre a espessura, a posição do cristalino e o comprimento axial do olho. Portanto, a câmara anterior mais rasa, foi devido a um cristalino espesso e situado mais anteriormente.

Tomlinson e Leighton (1972), estudando ecograficamente pacientes com glaucoma de ângulo aberto, glaucoma de pressão normal e grupo controle normal, constataram que a profundidade da câmara anterior nos olhos com glaucoma primário de ângulo aberto foi similar ao que foi achado naqueles com glaucoma de pressão normal (3,01 mm e 3,13 mm), respectivamente. Porém, o primeiro grupo apresentou câmara anterior estatisticamente mais rasa, quando comparada ao grupo controle normal (3,43 mm). Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre os três grupos, em relação à espessura do cristalino e ao comprimento axial do olho.

Leighton e Tomlinson (1972), ao estudarem as correlações das dimensões oculares com o aumento da idade, concluíram que o comprimento axial do olho, o diâmetro corneano, o raio corneano horizontal e vertical e a profundidade da câmara anterior foram significativamente menores com o aumento da idade. O astigmatismo corneano transformou-se de com a regra para contra a regra, com o aumento da idade.

Clemmesen e Luntz (1976) compararam a profundidade da câmara anterior, espessura do cristalino, profundidade da câmara vítrea e comprimento axial dos

olhos normais com o glaucoma agudo de um grupo de negros em relação à população dinamarquesa normal. Observaram que a população branca e a população negra com glaucoma agudo apresentaram o cristalino mais espesso do que a população negra normal. Os dois primeiros grupos tiveram a espessura similar do cristalino. Portanto, essa diferença poderia explicar a incidência baixa de crises de fechamento angular na população negra normal.

Malta *et al.* (1983) estabeleceram dados de comparações ecobiométricas em olhos portadores de glaucoma crônico de fechamento angular e glaucoma agudo primário. Concluíram que os olhos com glaucoma agudo são menores do que aqueles com glaucoma crônico (diâmetro ântero-posterior total do olho significativamente menor), apesar de não apresentarem câmara anterior e cristalino significativamente diferentes.

Lee, Brubaker e Ilstrup (1984), ao estudarem as dimensões da câmara anterior em olhos com glaucoma de fechamento angular e ângulo fechado, relataram que os olhos com fechamento angular e íris convexa (inserção mais anteriormente na parede escleral) tiveram dimensões menores de câmara anterior do que os olhos com íris em platô. Os autores analisaram o efeito da iridectomia periférica, comparando as dimensões da câmara anterior antes e após o tratamento. Concluíram que a iridectomia aprofunda a câmara anterior periférica, sem alterar a profundidade da câmara anterior central e aumenta o volume da câmara anterior por aproximadamente 14 ml.

Markowitz e Morin (1985) usaram a relação entre a espessura do cristalino e o diâmetro ântero-posterior do olho, como unidade de avaliação biométrica do olho. Os autores consideraram que este fator definiria a relação entre o cristalino, a íris e a córnea, desse modo, a configuração do ângulo de câmara anterior. Verificaram

que este fator era idade dependente e era maior no glaucoma de ângulo fechado em relação aos indivíduos normais.

Calixto e Cronemberger (1986) compararam ecobiometricamente 40 olhos portadores de glaucoma crônico simples com 40 olhos portadores de glaucoma agudo primário. Relataram diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos, quanto à profundidade da câmara anterior e o diâmetro axial total do olho, com valores médios maiores nos olhos portadores de glaucoma crônico simples. Não foram encontradas diferenças significantes na curvatura da córnea, e na espessura do cristalino entre os grupos.

Caprioli, Spaeth e Wilson (1986) mediram a profundidade da câmara anterior em quatro grupos de pacientes: glaucoma suspeito, glaucoma primário de ângulo aberto, glaucoma de pressão normal e síndrome de dispersão pigmentária. Relataram que a média da profundidade da câmara anterior foi significativamente maior no sexo masculino, comparado com o sexo feminino em cada grupo. Os homens com síndrome de dispersão pigmentária tiveram uma média significativamente maior na profundidade da câmara anterior em relação aos outros grupos. Nenhuma diferença significativa na profundidade da câmara anterior foi achada entre os grupos de pacientes para o mesmo sexo, com glaucoma primário de ângulo aberto, glaucoma de pressão normal e glaucoma suspeito.

Susanna, Nicolela e Fukushima (1988) estudaram pela ecobiometria 93 olhos classificados em sete grupos: olhos normais, olhos hipermetropes maior ou igual a seis dioptrias, glaucoma crônico de ângulo aberto, glaucoma agudo, glaucoma maligno, com íris em platô e glaucoma de ângulo estreito. Concluíram que a ecobiometria é incapaz de separar as diferentes formas de glaucoma de ângulo estreito, não diferenciando os olhos afetados de seus contralaterais não afetados,

embora diferencie os pacientes com glaucoma de ângulo estreito dos pacientes normais e com glaucoma de ângulo aberto.

Chisholm, Drance e Chauhan (1989) avaliaram 34 pacientes com suspeita de glaucoma, 32 pacientes com glaucoma crônico de ângulo aberto e 38 indivíduos normais. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre os três grupos, quanto à idade dos pacientes, a espessura central da córnea, o comprimento axial do olho e o raio de curvatura da córnea.

Panek *et al.* (1990), ao revisarem dados biométricos de 56 pacientes com ângulo da câmara anterior oclusível, sugeriram que a relação entre a espessura do cristalino e o comprimento axial do olho, deve ser útil como valor preditivo em glaucoma de fechamento angular. Concluíram que o aumento da espessura do cristalino em um olho de comprimento axial curto, seria um importante fator precipitante no bloqueio pupilar. Adicionalmente, este fator deve ser útil em predizer quais olhos seriam mais propensos à necessidade de iridotomia.

Pavlin *et al.* (1992) desenvolveram a biomicroscopia ultrassônica, que é um método de imagem do segmento anterior do olho, usando ultrassom de alta frequência, que permite visualizar e medir “in vivo” detalhes estruturais do seio cameralar, íris, zônula, corpo ciliar e câmara posterior do olho. Permite definir o perfil da íris, desde a borda pupilar até sua raiz. Possibilita observar os movimentos das estruturas internas do olho em tempo real. No glaucoma agudo, a íris assume um perfil convexo, por causa da diferença de pressão entre as câmaras anterior e posterior do olho. Este sinal pode ser útil em predizer um fechamento do seio cameralar.

Wilensky *et al.* (1993) acompanharam 129 pacientes de alto risco de desenvolver glaucoma primário agudo, durante 2,7 a 6 anos. Os autores relataram

que tanto o teste provocativo, quanto a biometria ocular e a gonioscopia não mostraram alta sensibilidade e acurácia preditiva positiva na detecção de olhos que desenvolveram glaucoma de ângulo fechado.

Yamane (1994) comparou a profundidade da câmara anterior, a espessura do cristalino, o comprimento axial total do olho e a relação espessura do cristalino com o comprimento axial do olho (CR/AXL) em olhos com glaucoma agudo primário, glaucoma primário de ângulo aberto e em olhos normais e de olhos afetados com os respectivos contralaterais de pacientes que sofreram crise de glaucoma unilateral. O autor concluiu que, embora a relação CR/AXL traduza bem as condições anatômicas predisponentes ao glaucoma agudo, não consegue quantificar o risco, ou predizer que olhos poderão sofrer crise aguda glaucomatosa.

Lin, Wang e Hung (1997) relataram que os valores biométricos de sensibilidade e especificidade proporcionam um roteiro útil para identificar pacientes com glaucoma primário de ângulo fechado com alto risco de ataque agudo, tais como: comprimento axial menor que 22,80 mm, profundidade da câmara anterior menor que 2,70 mm ou razão da profundidade da câmara anterior sobre o comprimento axial menor que 0,12, poderiam ser bons indicadores para iridectomia profilática a laser.

Marchini *et al.* (1998), ao estudarem olhos de pacientes com glaucoma primário de ângulo fechado, por meio da biomicroscopia ultrassônica, relataram que não houve diferença significativa entre os olhos tratados com pilocarpina e aqueles que nunca receberam terapia miótica. Concluíram, portanto, que o uso de miótico não modificou a rotação anterior progressiva gradual dos processos ciliares de olhos normais, para as formas de glaucoma primário de ângulo fechado.

Sihota *et al.* (2000a) compararam os parâmetros anatômicos dos subgrupos

de glaucoma de ângulo fechado. Observaram que os olhos com glaucoma de ângulo fechado agudo foram ligeiramente hipermétropes, possuíam cristalinos mais espessos, diâmetros corneanos e profundidade da câmara anterior diminuídos, quando comparados com o subgrupo de glaucoma de ângulo fechado subagudo e controle.

Sihota *et al.* (2000b) determinaram traços clínicos e parâmetros anatômicos entre os grupos de glaucoma primário de ângulo fechado crônico sintomático e assintomático, comparando-os com os grupos de glaucoma primário de ângulo aberto e olhos normais. A espessura corneana central foi significativamente mais espessa, em todos os grupos de glaucoma, em relação aos olhos normais. A profundidade da câmara anterior foi, significativamente, mais rasa e a espessura do cristalino maior, nos grupos de glaucoma de ângulo fechado crônico. O comprimento axial do olho foi menor nos dois grupos com glaucoma crônico de ângulo fechado, em relação aos olhos com glaucoma de ângulo aberto. Entretanto, aqueles com glaucoma de ângulo fechado crônico assintomático, não diferiram significativamente do comprimento axial dos olhos normais.

Németh, Michelson e Harazny (2001) relataram que os olhos míopes têm comprimento axial mais longo e parede ocular mais fina, em relação aos olhos emétopes. Nos pacientes glaucomatosos, o comprimento axial do olho é mais longo, a parede ocular é mais fina e uma maior redução da microcirculação da retina. A redução da microcirculação da retina em olhos míopes glaucomatosos, pode contribuir para o desenvolvimento de dano glaucomatoso nestes olhos.

Osuobeni, Hegarty e Gunvant (2003), ao estudarem o efeito da espessura central da córnea na estimativa da profundidade da câmara anterior em 50 indivíduos normais, verificaram que a profundidade da câmara anterior do olho e a

espessura corneana central foram negativamente relacionadas com o erro refrativo. Os valores médios de todos os indivíduos quanto à profundidade da câmara anterior foram 3,32 mm e da espessura corneana, 535 μm .

George *et al.* (2003) compararam valores ecobiométricos entre os grupos de glaucoma de ângulo oclusível, ângulo fechado e grupo controle. Nenhuma diferença foi notada no comprimento axial, na profundidade da câmara anterior e na espessura do cristalino entre os dois grupos de glaucoma. Todavia, os grupos de glaucoma apresentaram diferenças estatisticamente significativas em relação ao grupo controle.

Sihota *et al.* (2005) estudaram traços biométricos oculares em cinco grupos de pacientes: glaucoma primário de ângulo fechado subagudo, agudo e crônico; glaucoma primário de ângulo aberto e olhos normais. A profundidade da câmara anterior de todos os três grupos de glaucoma primário de ângulo fechado, foi significativamente menor em relação ao grupo com glaucoma de ângulo aberto e olhos normais. O comprimento axial do grupo controle e do glaucoma de ângulo aberto foi significativamente maior em relação ao grupo de glaucoma de ângulo fechado. Não houve diferença significativa na espessura do cristalino entre os grupos estudados.

Eysteinson *et al.* (2005) estudaram o relacionamento entre a estatura do adulto, idade e dimensões oculares, numa população branca acima de 50 anos. Relataram que, indivíduos mais altos tiveram uma maior profundidade de câmara anterior e cavidade vítrea, comprimento axial e curvatura corneana maiores em relação aos indivíduos mais baixos. Os homens foram mais altos que as mulheres, portanto, as mulheres foram mais hipermétropes e apresentaram câmara anterior mais rasa (2,73 mm x 2,86 mm), respectivamente.

Ramani *et al.* (2007) compararam dados ecobiométricos de 57 olhos suspeitos de glaucoma primário de ângulo fechado com 57 olhos normais. Em ambos os sexos, o grupo com suspeita de glaucoma de ângulo fechado teve, significativamente, comprimento axial mais curto e profundidade da câmara anterior mais rasa. Neste grupo de glaucoma, as mulheres tiveram cristalino mais espesso, câmara anterior mais rasa e os homens tiveram o cristalino deslocado mais anteriormente em relação ao grupo normal. Os dados biométricos oculares não mostraram significância estatística na variação de gênero entre o grupo normal.

Kim *et al.* (2008) avaliaram a profundidade da câmara anterior do olho em 226 olhos com glaucoma e 530 olhos normais. Revelaram que os homens apresentaram a câmara anterior do olho significativamente mais profunda em relação às mulheres (2,90 mm e 2,74 mm, respectivamente). Os autores observaram uma relação inversa entre a idade e a profundidade da câmara anterior do olho (diminuição de 0,12 mm por década). Resultados semelhantes foram encontrados por He *et al.* (2008) que além disso, relataram associação inversa entre o erro refrativo e a profundidade da câmara anterior do olho (diminuição 0,030 mm por década).

Sihota *et al.* (2008) analisaram parâmetros biométricos de familiares de pacientes com glaucoma primário de ângulo fechado e concluíram que os parentes de primeiro e segundo grau com glaucoma de ângulo fechado apresentaram câmara anterior do olho mais rasa, cristalino mais espesso e comprimento axial do ocular menor em relação aos parentes não afetados ou suspeitos de terem glaucoma.

Xu *et al.* (2008a) relataram que a média da profundidade da câmara anterior do olho em adultos chineses foi de 2,42 mm e do ângulo da câmara anterior de 38,3 graus. A câmara anterior rasa e o seio camerular estreito foram significativamente

associados com idade avançada, hipermetropia, sexo feminino, baixa estatura, catarata nuclear, córnea mais espessa, disco óptico pequeno e glaucoma crônico de ângulo fechado. Os autores concluíram que estes dados devem explicar a relação anatômica do segmento anterior do olho e elucidar fatores de risco para o glaucoma de ângulo fechado.

Fotedar *et al.* (2010) estudaram traços biométricos oculares na população australiana caucasiana com idade superior a 49 anos. A média do comprimento axial ocular, curvatura corneana, profundidade da câmara anterior do olho e diâmetro corneano foram, respectivamente: 23,44mm, 43,42 dioptrias, 3,10 mm, 12,06 mm. Os homens apresentaram comprimento axial do olho maior do que as mulheres (23,76 x 23,19 mm). Correlação negativa foi encontrada entre o comprimento axial ocular e o equivalente esférico e este com a profundidade da câmara anterior. Houve também relação inversa entre o comprimento axial ocular e a curvatura corneana. Correlação positiva ocorreu entre o comprimento axial e a profundidade da câmara anterior do olho.

Alguns autores estudaram a relação entre o comprimento axial do olho, a pressão intraocular e o glaucoma.

Tomlinson e Phillips (1970), ao estudarem 94 pessoas normais com idade entre 18 a 72 anos, relataram uma correlação positiva entre a pressão intraocular e o comprimento axial do olho. No grupo de 37 pessoas míopes, a média da pressão intraocular pela tonometria de aplanção foi significativamente mais alta (15,49 mmHg), do que a média da pressão (13,91 mmHg) no grupo de 22 hipermétropes. A média da pressão intraocular de 35 emétopes foi de 14,74 mmHg, não diferindo estatisticamente dos outros grupos. Em relação ao sexo, verificaram que, os homens tiveram uma pressão intraocular significativamente mais alta, e um comprimento

axial do olho maior do que as mulheres, entre as idades de 18 e 27 anos. Os autores sugerem que a miopia é mais comum entre os pacientes com glaucoma primário de ângulo aberto do que entre os indivíduos normais.

Tomlinson e Phillips (1972) relataram, novamente, correlação estatisticamente positiva entre o comprimento axial e a pressão intraocular, quando compararam ecobiometricamente 13 crianças anisométricas entre 8 e 16 anos.

No entanto, Leighton e Tomlinson (1973) observaram que os olhos com glaucoma de pressão normal foram significativamente mais míopes, em relação aos olhos com glaucoma primário de ângulo aberto crônico. Portanto, concluíram que os olhos com comprimento axial curto, tenderam a uma pressão intraocular alta, enquanto que os olhos com comprimento axial longo, a uma pressão intraocular mais baixa.

Esta correlação negativa entre o comprimento axial do olho e a pressão intraocular, também foi observada por Mark, Robbins e Mark (2002), ao relatarem que o aumento de 1,0 mm no comprimento axial do olho, correspondeu a um decréscimo de 0,29 mmHg no valor tonométrico. No entanto, os autores certificaram que os olhos longos registram valores tonométricos mais baixos, sendo mais suscetíveis a glaucoma de pressão normal, enquanto que os olhos curtos, são mais prováveis a terem hipertensão ocular, sendo mais propensos a glaucoma de ângulo fechado. Em mulheres, a média do comprimento axial foi 1,04 mm menor do que a dos homens (23,88 mm x 24,92 mm), respectivamente. A média da pressão intraocular nas mulheres foi 0,54 mmHg mais alta do que a dos homens (16,00 mmHg x 15,46 mmHg), respectivamente.

Chen *et al.* (1997), ao analisarem a relação entre o comprimento axial do olho e o defeito de campo visual em pacientes com glaucoma primário de ângulo

aberto, relataram que os pacientes neste grupo de glaucoma, apresentaram um comprimento axial mais longo e que os defeitos de campo visual foram mais severos em olhos acima ou igual a 26 mm de comprimento axial. Os autores concluíram que o comprimento axial longo é fator prognóstico pobre para os pacientes com glaucoma primário de ângulo aberto.

Oku *et al.* (2009) relataram que os olhos com o comprimento axial longo (maior que 25 mm) tiveram 2,29 vezes mais chances de terem glaucoma de ângulo aberto em relação aos que apresentaram comprimento axial menor que 25 mm. Verificaram, também, que a especificidade dos olhos com comprimento axial acima de 25 mm como tendo glaucoma de ângulo aberto foi 83,7% e para os casos de glaucoma de pressão normal foi de 92,6%. Concluíram que o comprimento axial longo pode ser considerado fator de risco para o glaucoma de ângulo aberto primário e de pressão normal.

Loewen, Liu e Weinreb (2010) observaram que a flutuação da pressão intraocular durante 24 horas foi negativamente correlacionada com o comprimento axial ocular em adultos jovens saudáveis. A flutuação da pressão intraocular de 12,8 mm Hg foi encontrada no grupo hipermetrope, significativamente maior em relação à flutuação de 9,1 mmHg no grupo emétrope e de 8,3 mmHg no grupo míope. Os autores concluíram que os olhos com comprimento axial curto apresentaram variação maior da pressão intraocular durante 24 horas em relação aos olhos com o comprimento axial longo. Esta correlação não foi observada quando a pressão intraocular foi avaliada na posição supina.

3.6 Correlação entre o comprimento axial do olho e a espessura corneana central

Ehlers, Hansen e Aasved (1975) comparam ecobiometricamente 16 pessoas com glaucoma em tratamento, com 25 hipertensos oculares sem tratamento e 26 com fibrilopatia sem glaucoma. A espessura corneana no grupo com glaucoma e no grupo com fibrilopatia não diferiu significativamente da espessura normal da córnea. Em hipertensos oculares, a espessura corneana central foi significativamente maior em relação à espessura normal da córnea e ao grupo com glaucoma. Quanto à profundidade da câmara anterior, espessura do cristalino, comprimento do vítreo e comprimento axial do olho, nenhuma diferença significante foi encontrada entre os grupos. Nenhuma correlação entre a espessura central corneana e outras dimensões oculares foi observada. Correlações significativamente positivas foram entre a profundidade da câmara anterior e o comprimento axial do olho; entre o comprimento do vítreo e o comprimento axial; e entre a espessura do cristalino e a pressão intraocular. A espessura do cristalino e o comprimento axial do olho foram positivamente correlacionados com a idade.

Singh *et al.* (2001), ao estudarem comparativamente parâmetros de dimensões oculares entre grupos de glaucoma primário de ângulo aberto, glaucoma de pressão normal, hipertensos oculares e indivíduos saudáveis, relataram que a espessura central da córnea foi menor em pacientes com glaucoma de pressão normal e maior em pacientes hipertensos oculares, sendo similar em glaucoma primário de ângulo aberto e pessoas saudáveis. Outras medidas de dimensões oculares não foram significativamente diferentes entre os grupos. As correlações ecobiométricas encontradas foram entre a espessura do cristalino e a idade; a

profundidade da câmara anterior e o comprimento axial do olho; e o comprimento axial do olho e a idade. A pressão intraocular não correlacionou significativamente com a espessura central da córnea. Não houve correlação entre a espessura corneana e o comprimento axial ocular nos grupos estudados.

Shimmyo e Orloff (2005) avaliaram a relação entre a espessura corneana central e o comprimento axial do olho em 546 pacientes glaucomatosos (1084 olhos). A média da espessura corneana foi $543,1 \pm 40,1 \mu\text{m}$ (variação de 367 a 745 μm) e a média do comprimento axial foi $23,44 \pm 1,54 \text{ mm}$ (variação de 17,05 a 34,64 mm). Os autores concluíram que não houve significância estatística na associação entre o comprimento axial do olho e a espessura corneana central. As córneas delgadas não foram associadas a olhos longos. Relataram, também, que a espessura corneana mais fina é um fator preditivo na progressão para o glaucoma em hipertensos oculares.

Oliveira *et al.* (2006) estudaram a correlação entre a espessura central da córnea, a espessura escleral, o erro refrativo e o comprimento axial em 140 olhos de 140 pacientes glaucomatosos, sem história prévia de cirurgia intraocular. Houve correlação significativamente positiva entre a espessura central da córnea e a espessura escleral, mas não entre o erro refrativo ou o comprimento axial do olho. A média do comprimento axial foi $23,7 \pm 2,4 \text{ mm}$ (variação de 15,5 a 30,55 mm) e da espessura corneana foi $547,3 \pm 42 \mu\text{m}$ (variação de 452 a 728 μm). Os autores não sustentaram a hipótese que o afinamento da espessura central da córnea é feito por anormalidade escleral, ou espessamento laminar, como uma causa independente de aumento no risco glaucomatoso.

Tomais *et al.* (2008) estudaram a relação entre a espessura corneana central, comprimento axial ocular, área de disco óptico, atrofia peripapilar em 30

olhos saudáveis, 30 olhos com glaucoma primário de ângulo aberto e 30 olhos com hipertensão ocular. Concluíram que a espessura corneana central não correlacionou com o comprimento axial ocular ou com a atrofia peripapilar. Os olhos com hipertensão ocular apresentaram maior estabilidade de disco óptico e área peripapilar, quando comparados aos olhos saudáveis ou com glaucoma.

Chen *et al.* (2009) ao avaliarem a relação entre a espessura corneana central, erro refrativo, curvatura corneana, profundidade da câmara anterior e comprimento axial ocular em 500 indivíduos chineses normais, verificaram que a espessura corneana central é um fator independente não relacionado a outros parâmetros oculares. Os homens apresentaram comprimento axial mais longo e córnea mais achatada em relação às mulheres. A média da espessura corneana foi de 555 μm no sexo masculino e 553 μm no sexo feminino. O comprimento axial ocular foi de 23,5 mm em homens e de 23,0 mm em mulheres.

Su *et al.* (2009) ao analisarem a associação entre a espessura corneana central e outros parâmetros oculares em 3239 indivíduos com a idade entre 40 a 80 anos na população asiática, verificaram que para cada 1 mm de aumento no comprimento axial ocular houve aumento de 1,9 μm na espessura corneana central; para cada 19,1 μm de aumento na espessura corneana central, houve aumento de 1mm no raio de curvatura corneana e, para cada 1,9 μm de aumento da espessura corneana houve aumento de 1 mmHg na pressão intraocular. A associação entre a espessura corneana central e o comprimento axial ocular não foi relacionada com a profundidade da câmara anterior do olho ou equivalente esférico.

Park *et al.* (2010) investigaram a relação entre o comprimento axial ocular e outros parâmetros oculares em 291 olhos saudáveis de coreanos. A média do comprimento axial ocular foi de 24,35 mm e da espessura corneana central de

537 μm . Os autores relataram que os olhos com o comprimento axial longo foram associados à miopia, córneas mais achatadas, diminuição da espessura da camada de fibras nervosas da retina, câmara anterior mais profunda e em pessoas mais jovens. Relação inversa foi observada entre a idade avançada e os olhos com o comprimento axial menor. Não houve correlação entre a espessura corneana central e comprimento axial ocular.

4 MÉTODOS

A amostra foi constituída por pacientes glaucomatosos acompanhados no serviço de oftalmologia do Hospital Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Foram recrutados, também, indivíduos não glaucomatosos voluntários do corpo de funcionários deste hospital. Todos os pacientes e pessoas com olhos normais, voluntários a participar deste estudo, foram orientados quanto aos objetivos e a metodologia empregada, assinando após esta orientação, o termo de consentimento livre e esclarecido. O tipo de estudo utilizado foi o transversal, sendo que os indivíduos glaucomatosos e não glaucomatosos foram avaliados uma única vez, durante o período de dezembro de 2006 a julho de 2007. O protocolo da pesquisa (número 229/06) foi aprovado pelo comitê de ética do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho, onde foi realizado o trabalho.

4.1 Critérios de inclusão e exclusão

Como critérios de inclusão, tivemos idade maior que 35 anos, ausência de uso prévio de colírios mióticos ou midriáticos, história negativa de cirurgia intraocular ou procedimentos a laser, ausência de catarata e qualquer patologia intraocular, ou não, que pudesse interferir com os resultados campimétricos e fundoscópicos de glaucoma. Foram excluídos os pacientes que apresentavam outros tipos de glaucoma, hipertensão ocular sem diagnóstico confirmado de glaucoma, diabetes mellitus com glicemia acima de 120 mg/dl e hipertensão arterial sem tratamento.

Os pacientes com glaucoma primário de ângulo aberto apresentaram

alterações glaucomatosas características do nervo óptico e campo visual, com pelo menos duas medidas da pressão intraocular maior ou igual a 22 mmHg, em ocasiões diferentes. Todos apresentavam ao exame gonioscópico, ângulo aberto sem anormalidades e não possuíam nenhuma outra doença ocular, sistêmica ou neurológica ou história de cirurgia ocular que alterassem o nervo óptico e campo visual.

Os pacientes com glaucoma e ângulo estreito apresentavam alterações glaucomatosas características do nervo óptico e campo visual, com medida da pressão intraocular acima de 22 mmHg. Os pacientes apresentavam à gonioscopia, com ângulo estreito (classificação de Shaffer grau 0, 1 ou 2) e presença, ou não, de sinéquia anterior periférica. Não possuíam doença ocular, sistêmica ou neurológica ou história de cirurgia ocular que justificassem as alterações do nervo óptico e campo visual. Os pacientes apresentavam, ou não, sinais de fechamento angular (sinéquia anterior periférica, recesso angular estreito menor que 20°, com malha trabecular posterior, não sendo visualizada por mais que 180°) (GEORGE *et al.*, 2003; SIHOTA *et al.*, 2005).

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

Consideramos como alterações características de glaucoma do nervo óptico, assimetria da relação escavação/ disco óptico maior que 0,2 entre os olhos, afinamento do anel neuroretiniano com diâmetros da rima neural menor ou igual a 0,1, aumento da escavação (acima de 0,6), “*notching*”, hemorragias do disco óptico (JONAS *et al.*, 2000).

Como critério de defeito de campo visual glaucomatoso, adotamos o

seguinte: presença de escotomas paracentrais ou arqueados, de grau nasal maior que 10 graus de extensão e aumento dos índices do campo visual na perimetria computadorizada. Ainda em relação ao campo visual, adotamos: defeito de pelo menos três pontos adjacentes não periféricos, diminuição de sensibilidade de 5 db, com um dos pontos apresentando baixa sensibilidade de pelo menos 10 db (COSTA; CARVALHO, 1995). O defeito campimétrico deve corresponder à lesão do nervo óptico. Todos os pacientes realizaram no mínimo dois exames de campo visual confiáveis e reprodutíveis, usando o programa 24-2, estratégia Full-threshold do aparelho Humphrey, com estímulo branco em fundo branco.

Todos os pacientes tiveram uma avaliação oftalmológica que constou dos seguintes exames: medida da acuidade visual com optotipo de Snellen e tabela para perto de Jaegger, refração ocular com pupilas dinâmicas, biomicroscopia do segmento anterior do olho, tonometria de aplanção, fundoscopia, gonioscopia, paquimetria ultrassônica, ecobiometria (USGmodo-A) e perimetria computadorizada.

4.2 Técnica do exame de gonioscopia

O exame gonioscópico foi realizado com o auxílio de lentes com espelhos (lente de Goldman), que foram colocadas em contato com a córnea, intermediadas por substância viscoelástica (metilcelulose 2%). Os olhos foram anestesiados com colírio de cloridrato de proparacaína a 0,5%. O exame foi realizado sob visualização por meio de microscópio (lâmpada de fenda) sempre pelo mesmo examinador e confirmado por um segundo examinador e em sala iluminada, entre 13 h e 30 min e 15h e 30 min. Para a comparação da amplitude de diferentes ângulos da câmara anterior do olho, foi utilizada a classificação de Shaffer. Esta classificação já foi

descrita anteriormente, na revisão da literatura (páginas 13 e 14).

4.3 Técnica do exame de paquimetria ultrassônica

As medidas paquimétricas foram realizadas utilizando o princípio da ultrassonografia de modo A, com o paquímetro DGH technology, INC 5100 (EUA).

O exame procedeu-se com os pacientes deitados em posição supina, com o olhar direcionado para o teto. Os olhos foram anestesiados com colírio de cloridrato de proparacaína a 0,5%, dois minutos antes do exame. O aparelho foi ajustado para a velocidade de 1636 m/seg e uma precisão de 5 μ m. A sonda foi colocada perpendicularmente ao ápice da córnea. Foram realizadas, no mínimo, 5 medidas com valores mais frequentes e calculada a espessura corneana central.

4.4 Técnica do exame de ecobiometria

As medidas biométricas foram efetuadas nos olhos dos pacientes usando o método de ultrassonografia de contato (Accutome/Accusonic).

O exame foi realizado com os pacientes sentados e o médico posicionado lateralmente ao doente. Após a instilação de colírio anestésico (cloridrato de proparacaína a 0,5%), a sonda A foi encostada axialmente à superfície central da córnea, ou seja, perpendicular, tocando-a de modo delicado, evitando indentação. O aparelho foi ajustado para a velocidade média de 1550 m/seg e frequência de 10 Mhz.

Durante o exame, o paciente manteve-se em posição primária do olhar e o examinador indicou um ponto de fixação para o olho contralateral.

Este procedimento foi repetido até se obter pelo menos 5 medidas confiáveis

e de alta qualidade. Foram calculados os valores do comprimento axial e da profundidade da câmara anterior do globo ocular.

Os exames de paquimetria e ecobiometria foram realizados sempre pelo mesmo examinador entre 13 h 30min e 15 h 30 min.

4.5 Material utilizado

Foram utilizados para a realização deste trabalho, os seguintes materiais:

- Autorrefrator topcon Kr-8000
- Projetor de optotipos Topcon CP-5D
- Greens Baush Lomb
- Lâmpada de fenda Takagi 5M-70
- Tonômetro de aplanção de Goldmann
- Lente de três espelhos ocular
- Lente de Volk +90 dioptrias
- Perímetro computadorizado Humphrey
- Paquímetro ultrassônico DGH
- Ultrassom de modo A Accutome/ Accusonic

4.6 Métodos estatísticos

A análise estatística foi efetivada pelos seguintes testes:

- ✓ Para comparações de variáveis contínuas (numéricas) entre os três grupos (glaucoma primário de ângulo aberto, glaucoma e ângulo estreito e controle) foi utilizada a Análise de Variância “*one-way*”. Este

teste estatístico, cujo modelo de distribuição de probabilidades é o de variância para K amostras ou tratamentos independentes. As amostras podem ser do mesmo tamanho ou desiguais, no caso de k tratamentos (1 critério). O teste de comparações múltiplas de Tukey foi aplicado para identificar quais os grupos que diferem entre si;

- ✓ para comparações de variáveis categóricas (qualitativas) entre os grupos foi aplicado o teste de qui-quadrado (χ^2);
- ✓ para medir o grau de associação linear entre duas variáveis mensuradas (espessura corneana e comprimento axial do olho), a nível intervalar ou de razões, medindo-se o grau e a direção pelo coeficiente de correlação linear r, foi usado o coeficiente de correlação de Pearson (r).

O critério de determinação de significância foi o nível de 5%, isto é, quando o *p-valor* do teste estatístico for menor ou igual a 0,05, há significância estatística. A análise estatística foi processada pelo “*software*” R para Windows, versão 2.4.0, ano 2006.

5 RESULTADOS

5.1 Caracterização da amostra

Foram incluídos no trabalho, 94 olhos de 94 pacientes, sendo distribuídos em três grupos: glaucoma primário de ângulo aberto, glaucoma e ângulo estreito e indivíduos com olhos normais.

Somente um olho de cada paciente foi incluído aleatoriamente no estudo, exceto nos pacientes que só apresentavam um olho que obedecia aos critérios de inclusão, sendo este incluído no trabalho.

Após a avaliação de pacientes e revisão de prontuários, foram excluídos 190 pacientes com glaucoma primário de ângulo aberto e 113 com glaucoma e ângulo estreito por não entrarem no critério de inclusão do estudo e 3 pessoas normais, por apresentarem ângulo estreito à gonioscopia (Shaffer grau 0, 1 ou 2).

O grupo com glaucoma e ângulo estreito foi formado por 30 pacientes (30 olhos), sendo 20 olhos sem sinais de fechamento angular e 10 olhos com sinais de fechamento angular.

O grupo 1 foi constituído de 33 olhos de 33 pacientes com glaucoma primário de ângulo aberto, sendo 20 do sexo feminino, 13 do sexo masculino, 13 brancos, 10 pardos, 10 negros, com idade média de 66,21 anos, variando de 45 a 83 anos.

O grupo 2 foi composto por 30 olhos de 30 pacientes com glaucoma e ângulo estreito, sendo 22 do sexo feminino, 8 do sexo masculino, 13 brancos, 7 pardos, 10 negros, com idade média de 67,13 anos, variando de 47 a 79 anos.

O grupo 3 foi formado por 31 olhos normais de 31 indivíduos, sendo 27 do

sexo feminino, 4 do sexo masculino, 13 brancos, 5 pardos e 13 negros, com idade média de 64,14% anos, variando de 50 a 78 anos.

5.2 Perfil geral do estudo

Tabela 1 Média, Desvio Padrão (DP), Mediana, Mínimo e Máximo da idade, comprimento axial, espessura corneana e profundidade da câmara anterior para o total da amostra (n=94)

Variável	n	Média	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	94	65.83	9,72	67.00	45.00	83.00
Comprimento axial (mm)	94	22.50	1.11	22.38	20.17	26.62
Espessura corneana (µm)	94	524.8	37.44	525.50	420.00	651.00
Profundidade da câmara anterior (mm)	94	2.32	0.47	2.26	1.62	3.71

Tabela 2 Frequência (n) e percentual (%) da raça e sexo para o total da amostra

Variável	Categoria	n	%
Raça	Branca	39	41.49
	Parda	22	23.40
	Negra	33	35.11
Sexo	Masculino	25	26.60
	Feminino	69	73.40

5.3 Análise por grupo

Tabela 3 Média, Desvio Padrão, Mediana, Mínimo e Máximo da idade, comprimento axial, espessura corneana e profundidade da câmara anterior em cada grupo e o correspondente nível descritivo do teste estatístico (p valor)

Variável	Grupo	n	Média	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	p-valor (ANOVA)
Idade (anos)	GAE	30	67.13	8.99	70.00	47.0	79.0	0.47
	GPAA	33	66.21	10.44	65.00	45.0	83.0	
	ON	31	64.16	9.67	63.00	50.0	78.0	
Comprimento axial (mm)	GAE	30	22.16	1.11	22.06	20.17	24.76	0.13
	GPAA	33	22.68	1.07	22.44	21.13	26.54	
	ON	31	22.64	1.10	22.56	20.86	26.62	
Espessura corneana (μm)	GAE	30	535.1	44.66	530.0	439.0	651.0	0.18
	GPAA	33	520.6	31.27	523.0	441.0	583.0	
	ON	31	519.2	34.85	524.0	420.0	575.0	
Profundidade da Câmara Anterior (mm)	GAE	30	2.13	0.45	2.01	1.62	3.71	0.027
	GPAA	33	2.39	0.46	2.40	1.64	3.64	
	ON	31	2.44	0.51	2.39	1.64	3.57	

GAE-glaucoma e ângulo estreito; GPAA- glaucoma primário de ângulo aberto; ON- olhos normais.

Conclusão: Observou-se que não existe diferença significativa na idade ($p = 0,47$), no comprimento axial ($p = 0,13$) e na espessura corneana ($p = 0,18$) entre os grupos. Entretanto, existe diferença significativa na profundidade da câmara anterior ($p = 0,032$) entre os grupos. Pelo teste de comparações múltiplas de Tukey, identificou-se apenas que o grupo ON foi significativamente maior que o grupo GAE.

Teste estatístico: Análise de Variância (ANOVA) – fator único.

Os gráficos seguintes (Box-plots) ilustram o nível da média e valores extremos e não extremos segundo o grupo (idade, comprimento axial, espessura corneana e profundidade da câmara anterior).

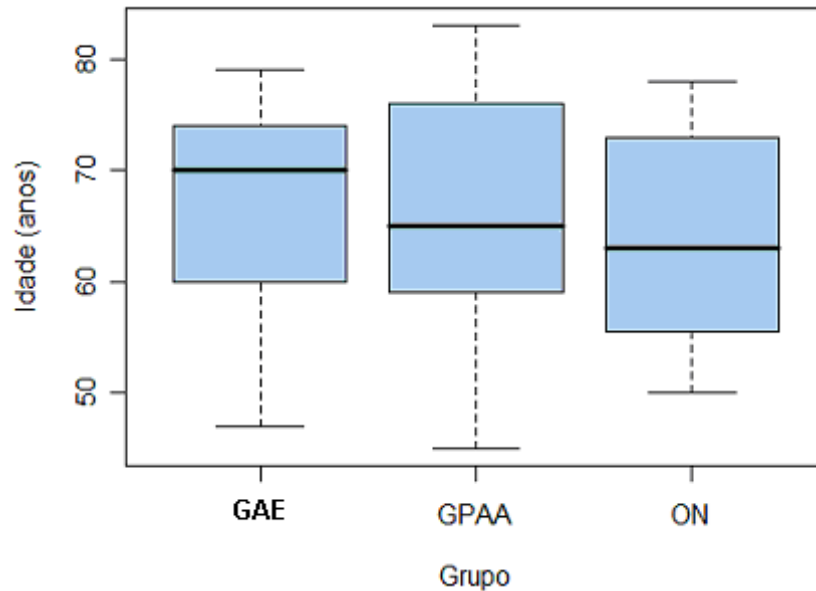


Gráfico 1 Box-Plot mostrando o nível da média e valores não extremos da idade (anos) em cada grupo (GAE- glaucoma e ângulo estreito; GPAA- glaucoma primário de ângulo aberto; ON- olhos normais).

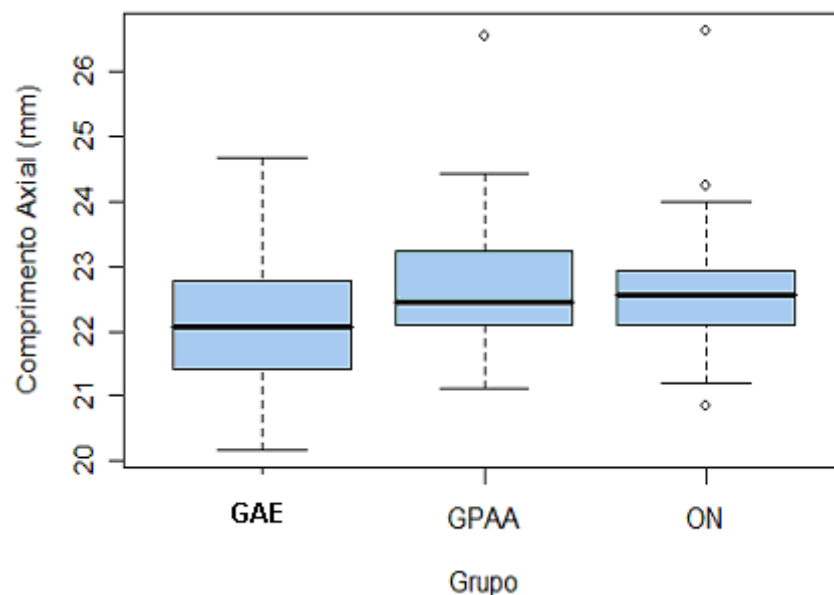


Gráfico 2 Box- Plot mostrando o nível da média e valores extremos e não extremos do comprimento axial (mm) em cada grupo (GAE- glaucoma e ângulo estreito; GPAA- glaucoma primário de ângulo aberto; ON- olhos normais).

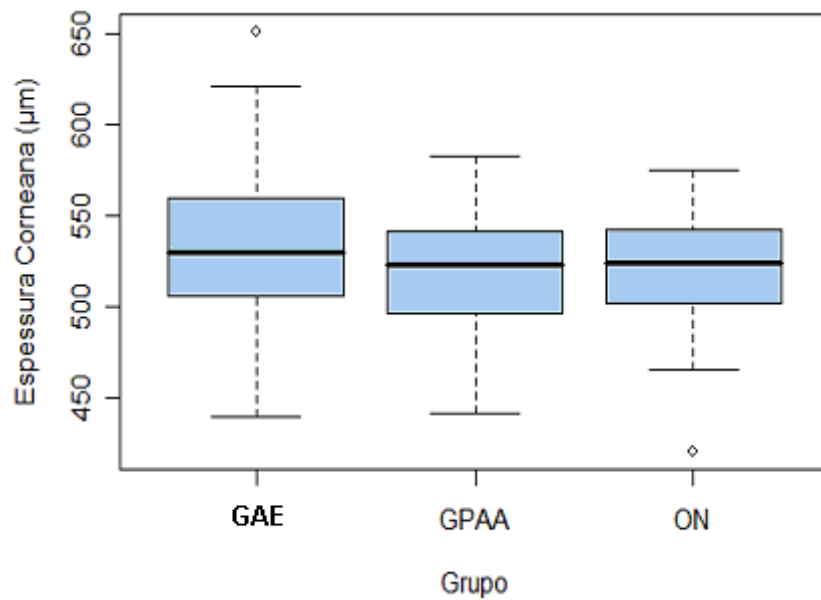


Gráfico 3 Box- Plot mostrando a média e os valores extremos e não extremos da espessura corneana (μm) em cada grupo (GAE- glaucoma e ângulo estreito; GPAA- glaucoma primário de ângulo aberto; ON- olhos normais).

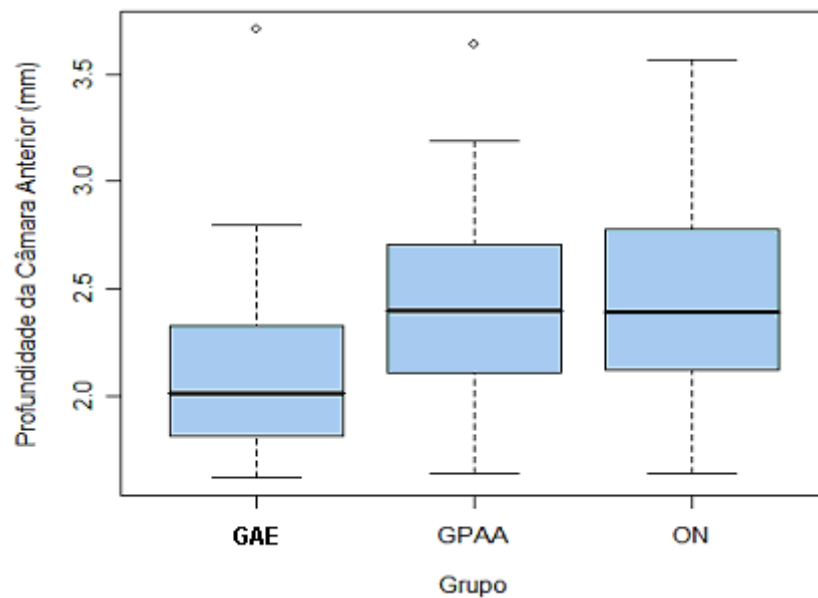


Gráfico 4 Box- Plot mostrando a média e valores extremos e não extremos da profundidade da câmara anterior (mm) em cada grupo (GAE- glaucoma e ângulo estreito; GPAA- glaucoma primário de ângulo aberto; ON- olhos normais).

As tabelas 4 e 5 fornecem a frequência (n) e a porcentagem (%) da raça e sexo segundo o grupo, respectivamente.

Tabela 4 Frequência (n) e porcentagem (%) da raça em cada grupo (GAE, GPAA, ON)

Grupo\Raça	GAE		GPAA		ON	
	n	%	n	%	n	%
Branca	13	43.34	13	39.40	13	41.94
Parda	7	23.33	10	30.30	5	16.12
Negra	10	33.33	10	30.30	13	41.94

GAE- glaucoma e ângulo estreito; GPAA- glaucoma primário de ângulo aberto; ON- olhos normais

Conclusão: Observou-se que não existe associação significativa ($p = 0,72$) entre a raça e o grupo. Teste estatístico: qui-quadrado (χ^2).

Tabela 5 Frequência (n) e porcentagem (%) do sexo em cada grupo (GAE, GPAA, ON)

Grupo\Sexo	GAE		GPAA		ON	
	n	%	n	%	n	%
Masculino	8	26.67	13	39.39	4	12.90
Feminino	22	73.33	20	60.61	27	87.10

GAE-glaucoma e ângulo estreito; GPAA- glaucoma primário de ângulo aberto; ON- olhos normais

Conclusão: Observou-se que não existe associação significativa ($p = 0,056$) entre o sexo e o grupo. Existe uma forte tendência do grupo ON (de olhos normais) a apresentar proporção de mulheres (87%) maior que o grupo GPAA (60%). Teste estatístico: qui-quadrado (χ^2).

5.4 Correlação entre espessura corneana e comprimento axial

Segundo o coeficiente de correlação de Pearson, observou-se que:

- Não existe correlação significativa entre a espessura corneana e o comprimento axial na **amostra geral**
($r = -0,127$; $p = 0,22$; $n = 94$). (Gráfico 5);
- não existe correlação significativa entre a espessura corneana e o comprimento axial no grupo **GAE**
($r = -0,085$; $p = 0,65$; $n = 30$). (Gráfico 6);
- não existe correlação significativa entre a espessura corneana e o comprimento axial no grupo **GPAA**
($r = -0,070$; $p = 0,69$; $n = 33$). (Gráfico 7);
- não existe correlação significativa entre a espessura corneana e o comprimento axial no grupo **ON (olhos normais)**
($r = -0,120$; $p = 0,52$; $n = 31$). (Gráfico 8).

Os gráficos seguintes (5 a 8) expressam a dispersão entre a espessura corneana e o comprimento axial para amostra geral e separadamente por grupo.

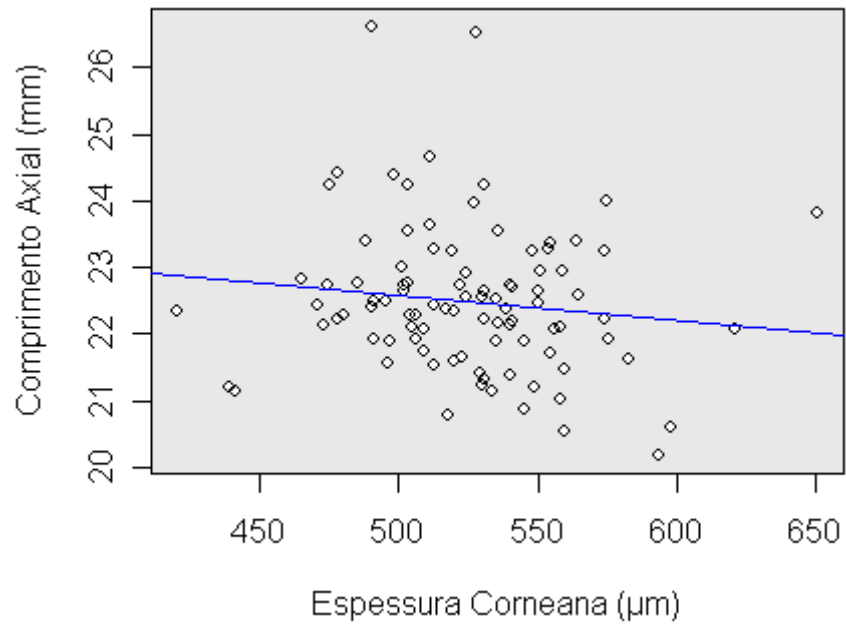


Gráfico 5 Dispersão entre a espessura corneana e o comprimento axial na amostra geral

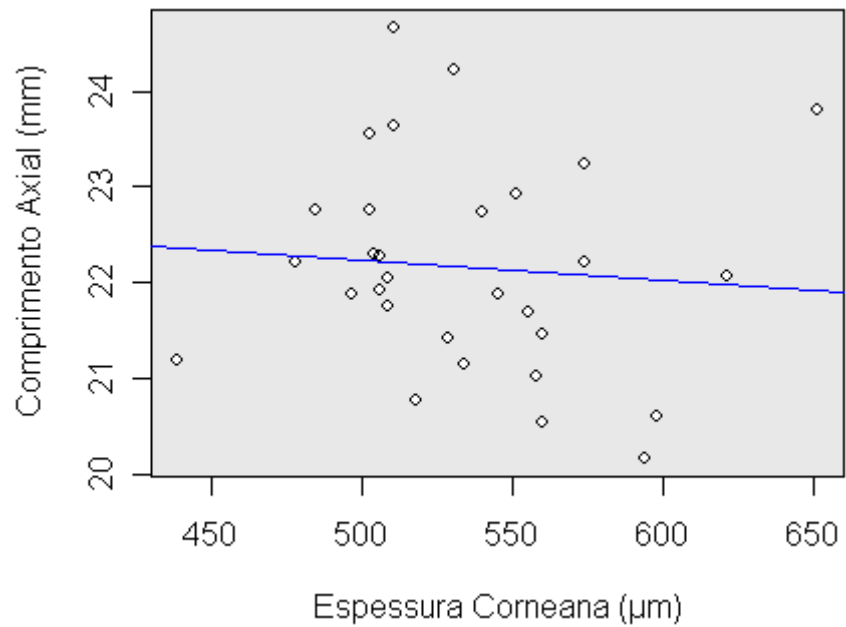


Gráfico 6 Dispersão entre a espessura corneana e o comprimento axial no grupo com GAE (glaucoma e ângulo estreito)

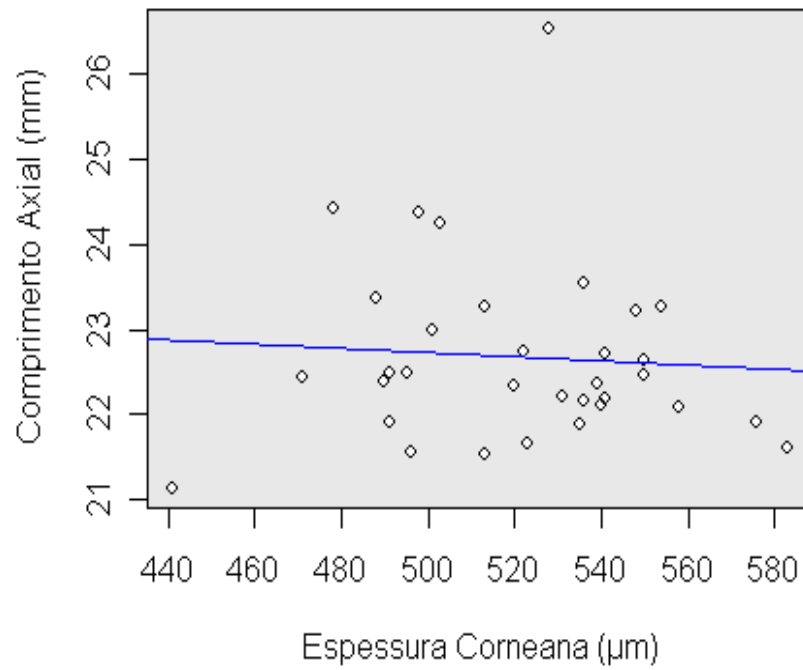


Gráfico 7 Dispersão entre a espessura corneana e o comprimento axial no grupo com GPAA (glaucoma primário de ângulo aberto)

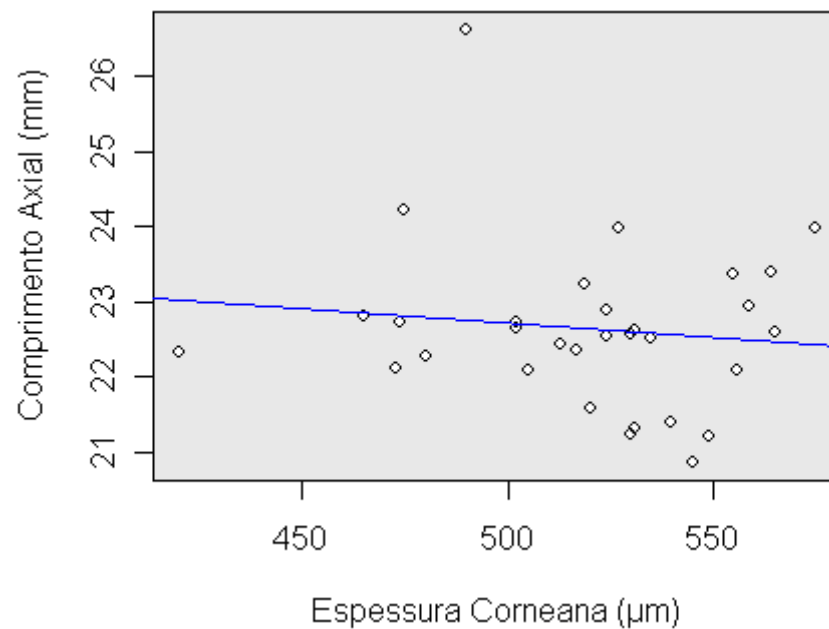


Gráfico 8 Dispersão entre a espessura corneana e o comprimento axial no grupo com ON (olhos normais).

5.5 Correlação entre profundidade da câmara anterior e comprimento axial

Segundo o coeficiente de correlação de Pearson, observou-se que:

- Existe correlação significativa entre a profundidade da câmara anterior e o comprimento axial na **amostra geral** ($r = 0,208$; $p = 0,045$; $n = 94$). (Gráfico 9);
- não existe correlação significativa entre a profundidade da câmara anterior e o comprimento axial no grupo **GAE** ($r = 0,062$; $p = 0,75$; $n = 30$). (Gráfico 10);
- não existe correlação significativa entre a profundidade da câmara anterior e o comprimento axial no grupo **GPAA** ($r = -0,155$; $p = 0,39$; $n = 33$). (Gráfico 11);
- existe correlação significativa entre a profundidade da câmara anterior e o comprimento axial no grupo **ON (olhos normais)** ($r = 0,545$; $p = 0,002$; $n = 31$). (Gráfico 12).

Os gráficos seguintes (9 a 12) expressam a dispersão entre a profundidade da câmara anterior e o comprimento axial para amostra geral e separadamente por grupo.

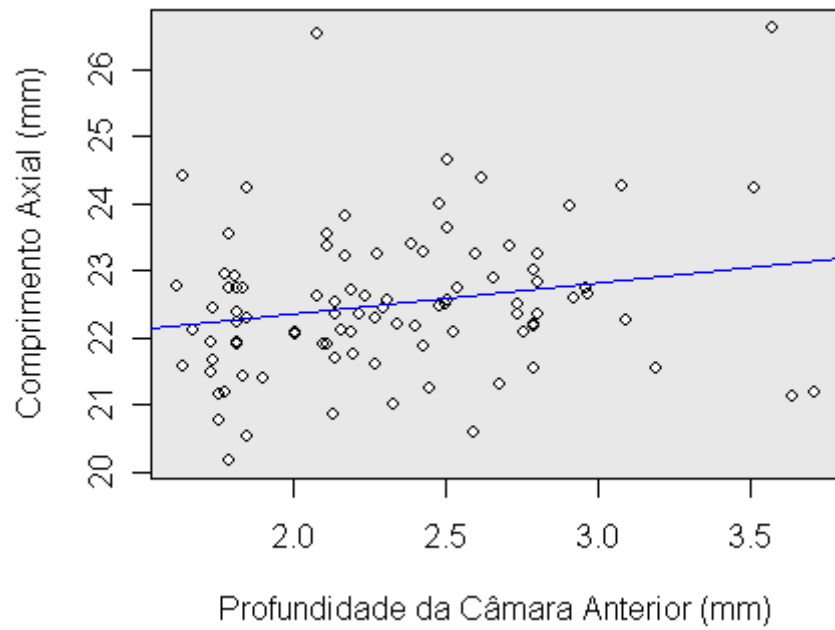


Gráfico 9 Dispersão entre a profundidade da câmara anterior e o comprimento axial na amostra geral

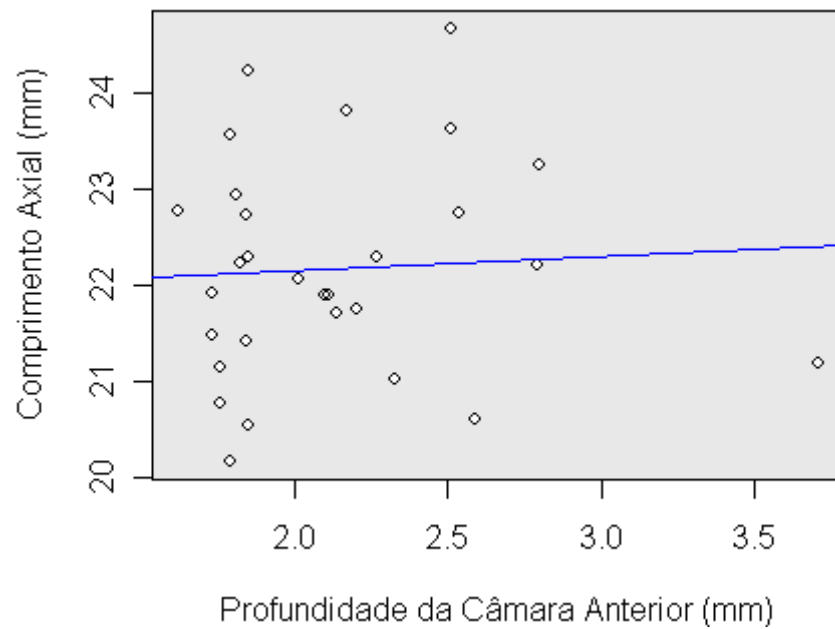


Gráfico 10 Dispersão entre a profundidade da câmara anterior e o comprimento axial no grupo com GAE (glaucoma e ângulo estreito)

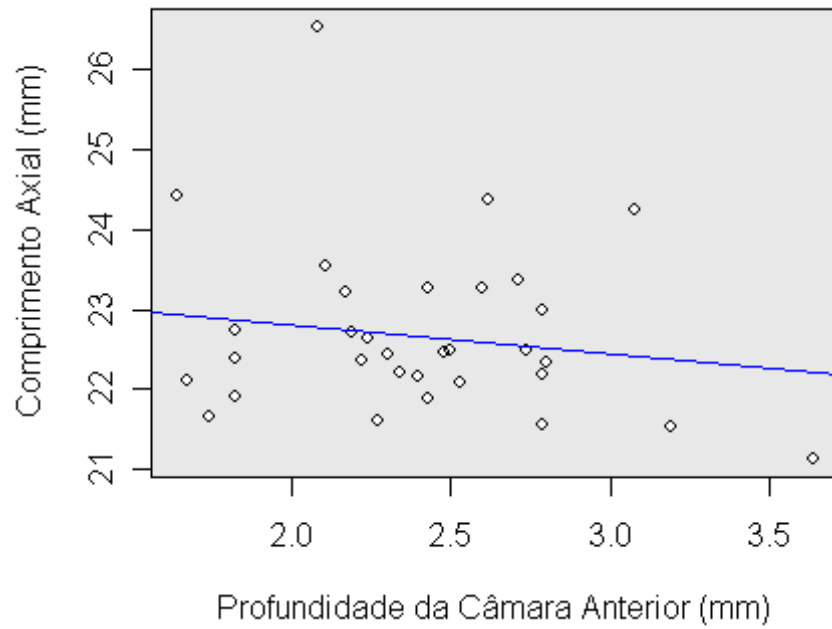


Gráfico 11 Dispersão entre a profundidade da câmara anterior e o comprimento axial no grupo com GPAA (glaucoma primário de ângulo aberto)

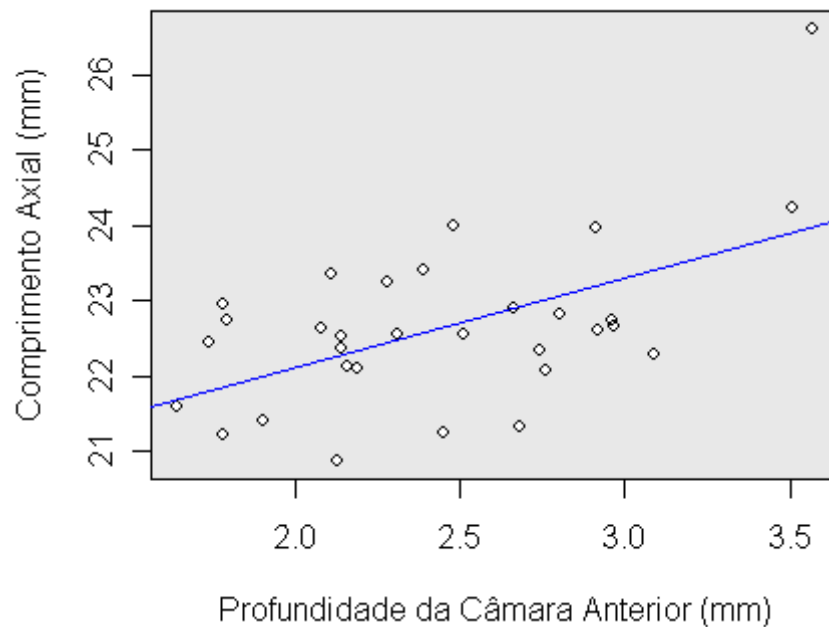


Gráfico 12 Dispersão entre a profundidade da câmara anterior e o comprimento axial no grupo com ON (olhos normais)

5.6 Análise estatística segundo a classificação de Shaffer

A tabela 6 fornece a média, desvio padrão, mediana, mínimo e o máximo do comprimento axial e da espessura corneana, segundo a classificação de Shaffer referente ao aspecto gonioscópico. Os graus 0 e 1 foram agrupados na classe 1, o grau 2 foi agrupado na classe 2, o grau 3 foi agrupado na classe 3 e o grau 4 agrupado na classe 4. Os graus 0 e 1 foram agrupados na mesma classe, devido ao pequeno número de pacientes com o grau 0 ($n = 3$).

Tabela 6 Média, Desvio Padrão, Mediana, Mínimo e o Máximo do comprimento axial e da espessura corneana segundo a classificação de Shaffer, referente ao aspecto gonioscópico

Variável	Classificação	n	Média	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	p-valor (ANOVA)
Comprimento axial (mm)	Classe 1	19	22.14	1.11	22.06	20.17	24.23	0.011
	Classe 2	11	22.20	1.17	22.21	20.60	24.66	
	Classe 3	48	22.66	1.04	22.48	21.13	26.54	
	Classe 4	16	22.66	1.22	22.54	20.86	26.62	
Espessura corneana (μm)	Classe 1	19	541.9	42.30	531.0	503.0	651.0	0.25
	Classe 2	11	523.4	48.20	511.0	439.0	598.0	
	Classe 3	48	522.3	34.37	529.0	420.0	583.0	
	Classe 4	16	512.8	27.24	515.0	465.0	564.0	

Classe 1- grau 0 e 1 da classificação de Shaffer
 Classe 2- grau 2 da classificação de Shaffer
 Classe 3- grau 3 da classificação de Shaffer
 Classe 4- grau 4 da classificação de Shaffer

Conclusão: Observou-se que existe diferença significativa no comprimento axial ($p = 0,011$) entre as classes. Pelo teste de comparações múltiplas de Tukey, identificou-se apenas que a classe 4 foi significativamente maior que a classe 1. Não existe diferença significativa na espessura corneana entre as classes ($p = 0,25$).

Análise Gráfica: segundo a classificação de Shaffer em relação ao comprimento axial (mm) (Gráfico 13) e espessura corneana (μm) (gráfico 14).

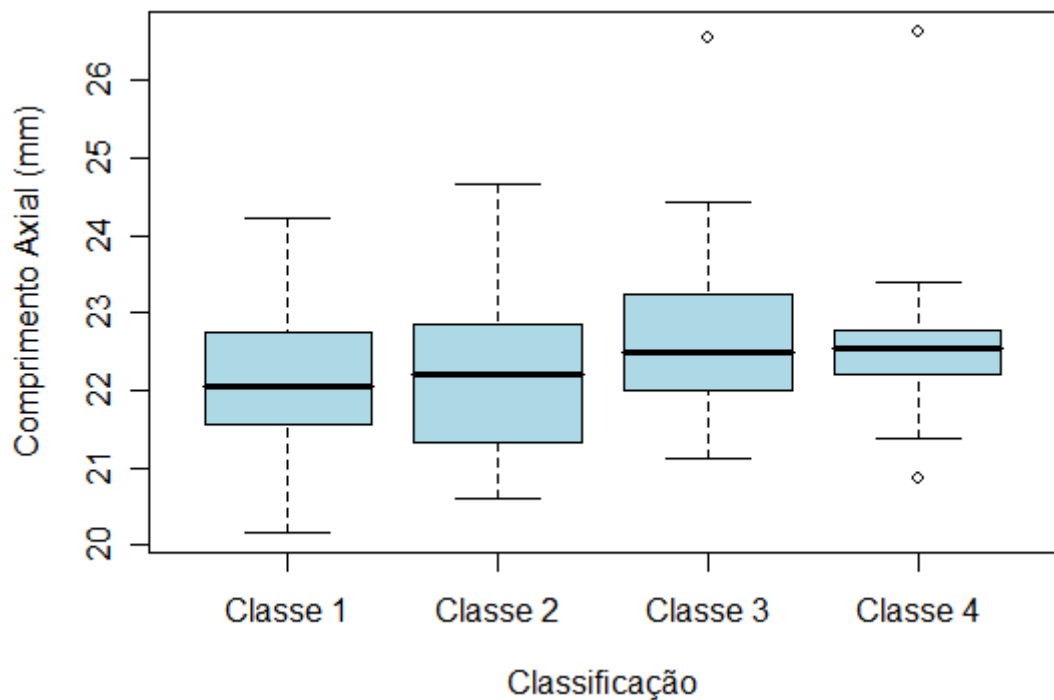


Gráfico 13 Box- Plot mostrando o nível da média e valores extremos e não extremos do comprimento axial (mm) em cada classe.

Classe 1- grau 0 e 1 da classificação de Shaffer

Classe 2- grau 2 da classificação de Shaffer

Classe 3- grau 3 da classificação de Shaffer

Classe 4- grau 4 da classificação de Shaffer

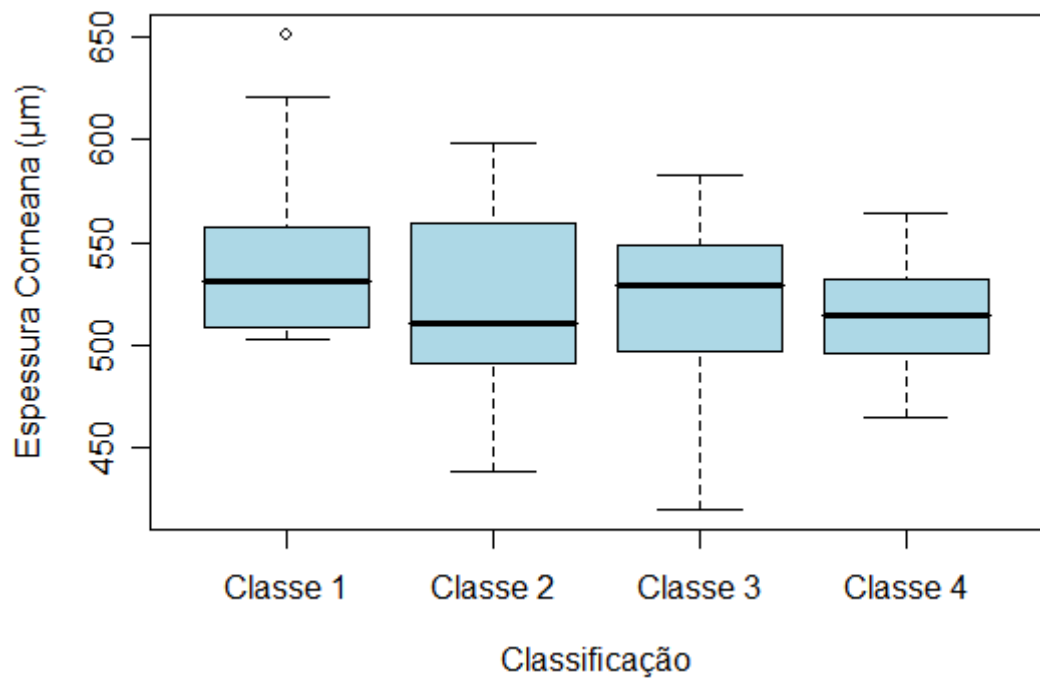


Gráfico 14 Box- Plot mostrando o nível da média e valores extremos e não extremos da espessura corneana (μm) em cada classe.

Classe 1- grau 0 e 1 da classificação de Shaffer

Classe 2- grau 2 da classificação de Shaffer

Classe 3- grau 3 da classificação de Shaffer

Classe 4- grau 4 da classificação de Shaffer

6 DISCUSSÃO

Diversos estudos realizados têm demonstrado correlação entre a espessura corneana central e a pressão intraocular e outros relacionados com dimensões oculares (comprimento axial, profundidade da câmara anterior, espessura do cristalino) e progressão do glaucoma. Porém, existem poucos relatos na literatura associando a espessura corneana e o comprimento axial do globo ocular nos portadores de glaucoma.

Alguns trabalhos relatam a não relação entre o comprimento axial do olho e a espessura corneana central, revelando que são ocorrências independentes e que córneas delgadas não estão associadas com olhos longos (EHLERS; HANSEN; AASVED, 1975; SINGH *et al.*, 2001; SHIMMYO; ORLOFF, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2006; TOMAIS *et al.*, 2008; CHEN *et al.*, 2009; PARK *et al.*, 2010). No entanto, nenhum destes estudos comparou grupos de glaucoma primário de ângulo aberto, com grupos de glaucoma e ângulo estreito e olhos normais.

Estes fatos incentivaram a realização deste trabalho, que visa a avaliar a correlação entre as variáveis mensuradas (espessura corneana e comprimento axial) entre os três grupos: glaucoma primário de ângulo aberto, glaucoma e ângulo estreito e olhos normais.

Nos grupos da amostra apresentada, houve predominância do sexo feminino e da raça branca, à exceção do grupo de olhos normais, no qual a distribuição de pessoas de raça branca e negra foi igual.

O predomínio do sexo feminino nos grupos com glaucoma primário de ângulo aberto e com glaucoma e ângulo estreito, está de acordo com os trabalhos

de Salmon *et al.* (1993), Al-Mubrad e Ogbuehi (2006), Quigley e Broman (2006). Porém, alguns estudos não relataram diferença significativa nas razões de prevalência entre homens e mulheres no grupo com glaucoma primário de ângulo aberto (TIELSCH *et al.*, 1991; QUIGLEY, 1996).

Houve predomínio do sexo feminino no grupo de olhos normais, fato que pode ser explicado pelo maior número de mulheres que procuram atendimento oftalmológico no ambulatório.

Em relação à raça, houve predominância de brancos nos grupos com glaucoma (de ângulo aberto e ângulo estreito). A maioria dos trabalhos publicados na literatura (TIELSCH *et al.*, 1991; CONGDON *et al.*, 1997; KHATANA; SPAETH, 2001; ALLINGHAM *et al.*, 2005) relata a predominância da raça negra no glaucoma primário de ângulo aberto e distribuição similar de brancos e negros no glaucoma de ângulo estreito. Entretanto, o fato da distribuição da raça branca ter sido semelhante nos três grupos, leva a crer que esta variável não influenciou nos resultados do trabalho.

A média de idade foi semelhante nos grupos com glaucoma, sendo ligeiramente mais baixa no grupo de olhos normais, como é demonstrado na tabela 3 e no gráfico 1.

Houve a precaução de não incluir no trabalho, pacientes glaucomatosos que fizeram ou faziam uso de colírio miótico ou que foram submetidos à iridectomia cirúrgica ou a laser. Isto porque, de acordo com alguns autores (POINOOSAWMY; NAGASUBRAMANIAN; BROWN, 1976; LEE; BRUBAKER; ILSTRUP, 1984; KOBAYASHI *et al.*, 1997), as drogas mióticas induzem um espasmo acomodativo, causando espessamento e posição anteriorizada do cristalino, reduzindo a profundidade axial da câmara anterior do olho, estreitando o seio camerular.

Conforme os autores acima, a iridectomia periférica aprofunda a câmara

anterior periférica (seio camerular) de pacientes com glaucoma de ângulo estreito, sem alterar a profundidade da câmara anterior central, por meio da anulação do gradiente de pressão entre as câmaras anterior e posterior do olho. Desse modo, há o rompimento do bloqueio pupilar com conseqüente desaparecimento da íris-bombé.

Por outro lado, Marchini *et al.* (1998) não relataram diferença significativa entre os olhos de pacientes com glaucoma primário de ângulo fechado tratados com pilocarpina e aqueles que nunca receberam terapia miótica. Concluíram que o uso de miótico não modificou a rotação anterior gradual dos processos ciliares de olhos normais, para as formas de glaucoma primário de ângulo fechado.

Outros autores relataram que não há diferença significativa na profundidade da câmara anterior do olho antes e após a iridectomia periférica, tanto no ambiente bem iluminado quanto nas condições de baixa iluminação, contradizendo a teoria de que o fechamento angular agudo ou intermitente ocorre por bloqueio pupilar (CRONEMBERGER *et al.*, 2010).

Nos grupos com glaucoma primário de ângulo aberto e com glaucoma e ângulo estreito, a maioria dos pacientes usava de um a três colírios hipotensores oculares, no momento da paquimetria. No entanto, de acordo com a literatura pesquisada (POINOOSAWMY; BROWN, 1976; WALTMAN *et al.*, 1977; AIRAKSINEN, 1979; KAMINSKI *et al.*, 1998; LASS *et al.*, 1998; HERMAN; HODGE; BOURNE, 2001; LASS *et al.*, 2001; ARCIERI *et al.*, 2008), não foi considerado que este fato possa ter influenciado no resultado final.

No entanto, Sen *et al.* (2008) e Hatanaka *et al.* (2009) relataram diminuição da espessura corneana central com uso de análogos da prostaglandina e bimatoprost. Entretanto, essa diminuição não foi clinicamente significativa, não interferindo nas medidas da pressão intraocular.

Para evitar a distorção dos valores das medidas utilizadas, adotou-se certas precauções, como a avaliação da média de, no mínimo, cinco medidas com valores mais frequentes de ecobiometria e paquimetria ultrassônica.

Foram incluídos no presente trabalho, 94 olhos de 94 pacientes, ou seja, somente um olho de cada paciente foi incluído aleatoriamente no estudo, exceto aqueles que apresentavam somente um olho que obedecia aos critérios de inclusão, sendo este incluído no trabalho. De acordo com os trabalhos de Yamane (1994), Foster *et al.* (1998), Meirelles (2000), Torres *et al.* (2008), Kim *et al.* (2008), Su *et al.* (2009) e Fotedar *et al.* (2010), o estudo estatístico comparativo entre os dois olhos normais (direito e esquerdo) ou glaucomatosos não mostrou diferença significativa, quanto aos valores da espessura corneana, da profundidade da câmara anterior e do comprimento axial do olho.

A tabela 3 e o gráfico 3 mostram não existir diferença significativa na espessura corneana central entre os grupos com glaucoma primário de ângulo aberto, glaucoma e ângulo estreito e olhos normais, embora a espessura corneana fosse ligeiramente maior no grupo com glaucoma e ângulo estreito.

Assim, os valores médios da espessura corneana foram 535,1 μm para o grupo com glaucoma e ângulo estreito, 520,6 μm e 519,2 μm para os grupos com glaucoma primário de ângulo aberto e olhos normais, respectivamente.

Esses resultados corroboram com a maioria dos estudos publicados (LOWE, 1970; CHISHOLM; DRANCE; CHAUHAN, 1989; COPT; THOMAS; MERMOUD, 1999; SHAH *et al.*, 1999; SINGH *et al.*, 2001; TORRES *et al.*, 2008; KIM *et al.*, 2008; MOSAED *et al.*, 2008). Porém, Xu *et al.* (2008b) relataram que a média da espessura corneana central foi significativamente menor no grupo com glaucoma primário de ângulo aberto (545 μm) em relação aos grupos com glaucoma de ângulo

fechado (569 μm) e em olhos normais (556 μm). Entre os grupos com glaucoma de ângulo aberto e olhos normais, nenhuma diferença significativa foi observada.

O presente estudo, assim como a maioria dos trabalhos citados anteriormente, utilizaram o paquímetro ultrassônico para medida da espessura corneana central.

Não foi observada referência ao horário em que foi realizada a paquimetria na maioria dos trabalhos pesquisados. De acordo com estudos de Cronemberger *et al.* (2005) e Congdon *et al.* (2006), não houve significância estatística na variação da espessura central da córnea durante o dia. Portanto, somente uma medida da espessura corneana é suficiente. Por outro lado, Harper *et al.* (1996) relataram que a espessura corneana é variável durante o período de 24 horas.

No presente estudo, procurou-se avaliar a espessura corneana dos pacientes, realizando todas as medidas entre 13h 30 min e 15 h 30 min.

Em relação aos estudos sobre paquímetros publicados na literatura, os autores (CALIXTO; CRONEMBERGER, 1986; NISSEN *et al.*, 1991; SIU; HERSE, 1993; THOMAS; KORAH; MULIYIL, 2000; KIM; CHEN, 2004; KOHLHAAS *et al.*, 2006) relataram que ambos os paquímetros, óptico e ultrassônico, possuem a mesma acurácia, sendo que o paquímetro ultrassônico apresenta maior variabilidade inter e intraobservador do que o método óptico. Ambos registram medidas de espessura corneana muito comparáveis, apesar de o método ultrassônico produzir estimativa de espessura corneana ligeiramente mais alta.

Por outro lado, Al-Mezaine *et al.* (2008) relataram medidas de espessura corneana significativamente maiores quando utilizaram o paquímetro óptico, enquanto Christensen, Narváez e Zimmerman (2008) revelaram medidas de espessura corneana significativamente menores usando esse mesmo método. Estes

autores relataram que o paquímetro óptico (“Orbscan”) produz resultados de espessura corneana com maior reprodutibilidade em relação ao método ultrassônico.

Os autores Nissin *et al.* (1991) revelaram que em córneas normalmente hidratadas, as medidas de paquimetria óptica e ultrassônica são muito comparáveis. Porém, quando ocorre um aumento na hidratação corneana (pós-cirurgia), as leituras ópticas de espessura corneana aumentam significativamente ao serem comparadas com o método ultrassônico.

A comparação estatística dos valores do comprimento axial do globo ocular nos três grupos, demonstrou não haver diferença significativa entre eles, como pode ser observado na tabela 3 e gráfico 2.

Os valores médios do comprimento axial foram 22,16 mm para o grupo com glaucoma e ângulo estreito, 22,68 mm e 22,64 mm para os grupos com glaucoma primário de ângulo aberto e olhos normais, respectivamente. Em relação aos resultados, foi observado que o grupo com glaucoma e ângulo estreito, teve o comprimento axial ligeiramente menor em comparação aos outros dois, cujos valores foram similares. Contudo, essa diferença não foi estatisticamente significativa. Isto pode ser explicado pelo fato de o grupo de pacientes com ângulo estreito não obrigatoriamente terem sinais de fechamento angular. Pacientes que têm sinais de fechamento angular podem apresentar comprimento axial menor.

Estes achados não estão em consonância com os trabalhos pesquisados (SUSANNA JR; NICOLELA; FUKUSHIMA, 1988; CHEN *et al.*, 1997; SIHOTA *et al.*, 2005; OKU *et al.*, 2009).

A divergência dos resultados encontrados no presente estudo em relação a outros trabalhos, pode ser devido a comparações do comprimento axial ocular entre

grupos com glaucoma de ângulo estreito que desenvolveram crises de glaucoma agudo e grupos com glaucoma de ângulo estreito sem crise congestiva. E, também, pela diferença entre os estudos em relação ao tamanho da amostra e diferentes técnicas utilizadas entre os estudos baseados na população e investigações baseadas em hospitais.

Chisholm, Drance e Chauhan (1989) não encontraram, porém, diferença significativa no comprimento axial de pacientes portadores de glaucoma primário de ângulo aberto e pessoas com olhos normais.

No entanto, Oku *et al.* (2009) relataram que a média do comprimento axial ocular foi significativamente maior nos grupos com glaucoma primário de ângulo aberto e de pressão normal em relação aos olhos normais, sendo similar em ambos os grupos com glaucoma.

Em relação aos estudos sobre diferentes métodos de medida do comprimento axial ocular, os autores (HAIGIS, 2002; PACKER *et al.*, 2002; SANTODOMINGO-RUBIDO *et al.*, 2002) relataram que as medidas do comprimento axial ocular pela biometria óptica são muito próximas das medidas do método ultrassônico por meio de imersão e de aplanção. Existe diferença de 0,14 a 0,36 mm no comprimento axial ocular quando medido pelas técnicas de imersão e de aplanção.

Por outro lado, os autores (HAIGIS *et al.*, 2000; ROSE; MOSHEGOV, 2003) relataram medidas maiores de comprimento axial ocular com a biometria óptica, enquanto, Lam, Chan e Pang (2001) revelaram medidas ligeiramente menores com o método óptico, quando comparado ao método ultrassônico de aplanção.

Comparando estatisticamente a profundidade da câmara anterior do olho entre os três grupos, foi observado que o grupo com glaucoma e ângulo estreito teve

a profundidade de câmara anterior menor em relação aos grupos com glaucoma primário de ângulo aberto e indivíduos com olhos normais. Apenas, o grupo constituído por indivíduos com olhos normais teve a profundidade da câmara anterior significativamente maior em relação ao grupo com glaucoma e ângulo estreito. A diferença na profundidade da câmara anterior do olho, não foi estatisticamente significativa entre os grupos com olhos normais e glaucoma primário de ângulo aberto (tabela 3 e gráfico 4). Isto pode ser explicado pelo fato de o grupo de pacientes com ângulo estreito não obrigatoriamente terem sinais de fechamento angular. Pacientes que têm sinais de fechamento angular podem apresentar profundidade da câmara anterior do olho menor em relação aos pacientes sem sinais de fechamento angular.

Os valores médios da profundidade da câmara anterior foram 2,13 mm para o grupo com glaucoma e ângulo estreito, 2,39 mm e 2,44 mm para os grupos com glaucoma primário de ângulo aberto e olhos normais, respectivamente.

Esses resultados vêm de encontro aos obtidos por Lowe (1970), Sihota *et al.* (2000a, 2000b, 2005), Ramani *et al.* (2007).

Por outro lado, Tomlinson e Leighton (1972) relataram que os pacientes com glaucoma primário de ângulo aberto tiveram a profundidade da câmara anterior do olho significativamente menor em relação ao grupo de olhos normais (3,01 mm x 3,43 mm) respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Kim *et al.* (2008).

No presente estudo, foi avaliada a correlação entre a espessura corneana central e o comprimento axial do globo ocular na amostra geral composta de 94 pacientes e, também, em cada grupo. Segundo o coeficiente de correlação de Pearson, observou-se que não houve correlação significativa entre a espessura

corneana e o comprimento axial do olho na amostra geral (gráfico 5), nos grupos com glaucoma e ângulo estreito (gráfico 6), glaucoma primário de ângulo aberto (gráfico 7) e no grupo de olhos normais (gráfico 8).

Os resultados deste estudo são semelhantes aos de Ehlers, Hansen e Aasved (1975), Sing *et al.* (2001), Shimmyo e Orloff (2005), Oliveira *et al.* (2006), Tomais *et al.* (2008), Chen *et al.* (2009) e Park *et al.* (2010), tanto nos casos de glaucoma como nos indivíduos normais.

Chen *et al.* (2009) relataram que a espessura corneana central parece ser uma variável independente e que não se relaciona significativamente com outras dimensões oculares.

Contudo, Su *et al.* (2009) revelaram uma relação significativa entre a espessura corneana central e o comprimento axial ocular em olhos normais. Os autores relataram que essa correlação não foi relacionada com a profundidade da câmara anterior do olho ou equivalente esférico.

Foram também analisadas a correlação entre a profundidade da câmara anterior e o comprimento axial do olho na amostra geral e entre os grupos. Somente na amostra geral (gráfico 9) e no grupo de olhos normais (gráfico 12), observou-se uma correlação significativa entre a profundidade da câmara anterior e o comprimento axial, sendo que nos grupos com glaucoma e ângulo estreito e glaucoma primário de ângulo aberto (gráfico 11), não foi possível observar correlação significativa entre essas variáveis mensuradas (comprimento axial e profundidade da câmara anterior do olho).

É possível que o resultado da amostra geral tenha sido influenciado pelo fato de o grupo de olhos normais ter apresentado uma correlação significativa entre o comprimento axial e a profundidade da câmara anterior.

Os achados deste trabalho estão de acordo com os de Lowe (1970), Park *et al.* (2010) e Fotedar *et al.* (2010).

Ehlers, Hansen e Aasved (1975) e Singh *et al.* (2001), porém, relataram correlação significativamente positiva entre a profundidade da câmara anterior e o comprimento axial no grupo com glaucoma primário de ângulo aberto.

Foi analisado estatisticamente o comprimento axial e a espessura corneana em relação à classificação de Shaffer na amostra geral (94 pacientes), que foram divididos em classes 1, 2, 3 e 4, referente ao aspecto gonioscópico. Não foi possível realizar para cada grupo separadamente (para fins estatísticos).

Na tabela 6, pode-se observar uma diferença significativa no comprimento axial entre as classes (1, 2, 3, 4). Pelo teste de comparações múltiplas de Tukey, somente a classe 4 teve o comprimento axial maior que o da classe 1. Tal fato pode ser explicado pelo valor do comprimento axial de 22,66 mm ser uma média amostral, não é fixo e, portanto, tem um desvio padrão. O desvio padrão da classe 4 é maior que o da classe 3. No entanto, os dados da classe 4 têm uma variação maior.

Os valores médios do comprimento axial na classe 1 foram: 22,14 mm, na classe 2: 22,20 mm, na classe 3: 22,66 mm e na classe 4: 22,66 mm.

Em relação à espessura corneana central, nenhuma diferença significativa foi encontrada entre as classes (1, 2, 3, 4), segundo a classificação de Shaffer, referente ao aspecto gonioscópico (tabela 6).

Os valores médios da espessura corneana central na classe 1 foram: 541,9 µm, na classe 2: 523,4 µm, na classe 3: 522,3 µm e na classe 4: 512,8 µm.

A comparação da espessura corneana e do comprimento axial ocular com a classificação de Shaffer foi efetuada para verificar a relação da espessura corneana e do comprimento axial ocular com a largura do ângulo da câmara anterior do olho.

Os indivíduos com ângulo aberto podem apresentar comprimento axial maior e maior profundidade da câmara anterior do olho em relação aos pacientes com ângulo mais estreito.

O estudo atual limitou-se apenas a correlacionar a espessura corneana central com o comprimento axial do globo ocular e este com a profundidade da câmara anterior do olho, nos pacientes com glaucoma primário de ângulo aberto, com glaucoma e ângulo estreito e indivíduos com olhos normais. Portanto, não foi observada relação com outros fatores, como: pressão intraocular, erro refrativo, gravidade ou progressão do glaucoma.

O fato de não existir correlação entre a espessura corneana central e o comprimento axial do globo ocular nos olhos dos pacientes portadores de glaucoma e indivíduos com olhos normais, associado à comparação com poucos trabalhos existentes sobre o tema na literatura, indica a necessidade de mais pesquisas, para melhor avaliar a relação entre essas variáveis mensuradas (comprimento axial e espessura corneana central) nos grupos portadores de glaucoma e ângulo estreito, glaucoma primário de ângulo aberto e indivíduos com olhos normais.

7 CONCLUSÕES

Pelos estudos realizados, pode ser concluído que:

- Não houve diferença significativa da espessura corneana entre os três grupos, embora o grupo de portadores de glaucoma e ângulo estreito tenha apresentado maior espessura corneana.
- Não houve diferença significativa do comprimento axial do globo ocular entre os três grupos, embora o grupo de portadores de glaucoma e ângulo estreito tenha apresentado menor comprimento axial.
- Não foi observada correlação significativa entre a espessura corneana central e o comprimento axial do globo ocular na amostra geral e nos grupos portadores de glaucoma e ângulo estreito, glaucoma primário de ângulo aberto e de indivíduos com olhos normais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRAKSINEN, P. J. The long-term hypotensive effect of timolol maleate compared with the effect of pilocarpine in simple and capsular glaucoma. **Acta Ophthalmol (Copenh)**, v. 57, n. 3, p. 425-34. Jun. 1979.

ALLINGHAM, R. R. *et al.* **Shields' textbook of glaucoma**. 5. ed. Philadelphia: Lippincott Williams e Wilkins, 2005. 724 p.

AL-MEZAINI, H. S. *et al.* Comparison between central corneal thickness measurements by oculus pentacam and ultrasonic pachymetry. **Int Ophthalmol**, v. 28, n. 5, p. 333-8. Oct. 2008.

AL-MUBRAD, T. M.; OGBUEHI, K. C. Smith-method assessment of anterior chamber depth for screening for narrow anterior chamber angles. **Indian J Ophthalmol**, v. 54, n. 3, p. 165-8. Sep. 2006.

ALSBIRK, P. H. Anterior chamber depth and primary angle-closure glaucoma. I. An epidemiologic study in Greenland Eskimos. **Acta Ophthalmol (Copenh)**, v. 53, n. 1, p. 89-104. Mar. 1975.

ARCIERI, E. S. *et al.* The effects of prostaglandin analogues on the blood aqueous barrier and corneal thickness of phakic patients with primary open-angle glaucoma and ocular hypertension. **Eye**, v. 22, n. 2, p. 179-83. Feb. 2008.

ARGUS, W. A. Ocular hypertension and central corneal thickness. **Ophthalmology**, v. 102, n. 12, p. 1810-2. Dec. 1995.

BASKARAN, M. *et al.* Comparison of the scanning peripheral anterior chamber depth analyzer and the modified van Herick grading system in the assessment of angle closure. **Ophthalmology**, v. 114, n. 3, p. 501-6. Mar. 2007.

BETINJANE, A. J. Tonometria, tonografia e testes de sobrecarga. In: YAMANE, R. **Semiologia Ocular**. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 1990. p. 137-153.

BETINJANE, A. J. Ecobiometria na patologia ocular, no glaucoma e nos tumores intra-oculares. In: ABREU, G. **Ultrasonografia Ocular – Atlas e Texto**. 3. ed. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2002. p. 43-50.

BRANDT, J. D. *et al.* Central corneal thickness in the Ocular Hypertension Treatment Study (OHTS). **Ophthalmology**, v. 108, n. 10, p. 1779-88. Oct. 2001.

BROGLIATTI, B. *et al.* Intraocular pressure and progression of visual field damage. **Acta Ophthalmol Scand Suppl**, v. 236, p. 26-7. 2002.

CALIXTO, N.; CRONEMBERGER, S. Glaucoma simples x glaucoma agudo. Estudo eco-biométrico. **Arq Bras Oftalmol**, v. 49, n. 1, p. 1-8. 1986.

CAPRIOLI, J.; SPAETH, G. L.; WILSON, R. P. Anterior chamber depth in open angle glaucoma. **Br J Ophthalmol**, v. 70, n. 11, p. 831-6. Nov. 1986.

CHAN, R. Y.; SMITH, J. A.; RICHARDSON, K. T. Anterior segment configuration correlated with Shaffer's grading of anterior chamber angle. **Arch Ophthalmol**, v. 99, n. 1, p. 104-7. Jan. 1981.

CHEN, M. J. *et al.* Relationship between central corneal thickness, refractive error, corneal curvature, anterior chamber depth and axial length. **J Chin Med Assoc**, v. 72, n. 3, p. 133-7. Mar. 2009.

CHEN, Y. F. *et al.* Influence of axial length on visual field defects in primary open-angle glaucoma. **J Formos Med Assoc**, v. 96, n. 12, p. 968-71. Dec. 1997.

CHISHOLM, I. A.; DRANCE, S. M.; CHAUHAN, B. C. The glaucoma suspect: differentiation of the future glaucomatous eye from the non-glaucomatous suspect eye. 1. Ultrasonic measurements and eye-wall stress. **Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol**, v. 227, n. 1, p. 17-20. 1989.

CHRISTENSEN, A.; NARVÁEZ, J.; ZIMMERMAN, G. Comparison of central corneal thickness measurements by ultrasound pachymetry, konan noncontact optical pachymetry, and orbscan pachymetry. **Cornea**, v. 27, n. 8, p. 862-5. Sep. 2008.

CLEMMESSEN, V.; LUNTZ, M. H. Lens thickness and angle-closure glaucoma. A comparative oculometric study in South African Negroes and Danes. **Acta Ophthalmol (Copenh)**, v. 54, n. 2 p, p. 193-7. Apr. 1976.

CONGDON, N. G. *et al.* Central corneal thickness and corneal hysteresis associated with glaucoma damage. **Am J Ophthalmol**, v. 141, n. 5, p. 868-75. May. 2006.

_____. A proposed simple method for measurement in the anterior chamber angle: biometric gonioscopy. **Ophthalmology**, v. 106, n. 11, p. 2161-7. Nov. 1999.

_____. Biometry and primary angle-closure glaucoma among Chinese, white, and black populations. **Ophthalmology**, v. 104, n. 9, p. 1489-95. Sep. 1997.

CONNORS, R. 3 rd; BOSEMAN, P. 3 rd; OLSON, R. J. Accuracy and reproducibility of biometry using partial coherence interferometry. **J Cataract Refract Surg**, v. 28, n. 2, p. 235-8. Feb. 2002.

COPT, R. P.; THOMAS, R.; MERMOUD, A. Corneal thickness in ocular hypertension, primary open-angle glaucoma, and normal tension glaucoma. **Arch Ophthalmol**, v. 117, n. 1, p. 14-6. Jan. 1999.

COSTA, V. P.; CARVALHO, C. A. **Perimetria computadorizada: um guia básico de interpretação**. Rio de Janeiro: Rio Med livros. 1995. 133 p.

CRONEMBERGER, S. *et al.* Corneal thickness and daily curve of intraocular pressure in suspected and glaucomatous patients. **Arq Bras Oftalmol**, v. 68, n. 2, p. 185-8. Mar-Apr. 2005.

_____. New considerations on pupillary block mechanism. **Arq Bras Oftalmol**, v. 73, n. 1, p. 9-15. Jan/Feb. 2010.

DOMINGUES, D. A.; PENA, A. S.; GONÇALVES NETO, P. Ceratoscopia, ceratometria, topografia e paquimetria corneana. In: YAMANE, R. **Semiologia ocular**. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 1990. p.116-36.

EHLERS, M.; HANSEN, F. K. Further data on biometric correlations of central corneal thickness. **Acta Ophthalmol (Copenh)**, v. 54, n. 6, p. 774-8. Dec. 1976.

EHLERS, N.; BRAMSEN, T.; SPERLING, S. Applanation tonometry and central corneal thickness. **Acta Ophthalmol (Copenh)**, v. 53, n. 1, p. 34-43. Mar. 1975.

EHLERS, N.; HANSEN, F. K.; AASVED, H. Biometric correlations of corneal thickness. **Acta Ophthalmol (Copenh)**, v. 53, n. 4, p. 652-9. Sep. 1975.

EYSTEINSSON, T. *et al.* Relationships between ocular dimensions and adult stature among participants in the Reykjavik Eye Study. **Acta Ophthalmol Scand**, v. 83, n. 6, p. 734-8. Dec. 2005.

FOSTER, P. J. *et al.* Central corneal thickness and intraocular pressure in a Mongolian population. **Ophthalmology**, v. 105, n. 6, p. 969-73. Jun. 1998.

_____. The definition and classification of glaucoma in prevalence surveys. **Br. J. Ophthalmol**, v. 86, n. 2, p. 238-42. Feb. 2002.

FOTEDAR, R. *et al.* Distribution of axial length and ocular biometry measured using partial coherence laser interferometry (IOL Master) in an older white population. **Ophthalmology**, v. 117, n. 3, p. 417-23. Mar. 2010.

FRANCIS, B. A. *et al.* Intraocular pressure, central corneal thickness, and prevalence of open-angle glaucoma: The Los Angeles Latino Eye Study. **Am J Ophthalmol**, v. 146, n. 5, p. 741-6. Nov. 2008.

GEORGE, R. *et al.* Ocular biometry in occludable angles and angle closure glaucoma: a population based survey. **Br J Ophthalmol**, v. 87, n. 4, p. 399-402. Apr. 2003.

GORIN, G. Re-evaluation of gonioscopic findings in angle-closure glaucoma. Static versus manipulative gonioscopy. **Am J Ophthalmol**, v. 71, n. 4, p. 894-7. Apr. 1971.

HAIGIS, N. Optical coherence biometry. In: KOHMEN, T. **Modern cataract surgery**. Basel. Switzerland: Karger, 2002. p.119-30.

HAIGIS, W. *et al.* Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for intraocular lens calculation according to Haigis. **Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol**, v. 238, n. 9, p. 765-73. Sep. 2000.

HAMILTON, K. E. *et al.* Diurnal variation of central corneal thickness and Goldmann applanation tonometry estimates of intraocular pressure. **J Glaucoma**, v. 16, n. 1, p. 29-35. Jan. 2007.

HARPER, C. L. *et al.* Diurnal variations in human corneal thickness. **Br J Ophthalmol**, v. 80, n. 12, p. 1068-72. Dec. 1996.

HATANAKA, M., *et al.* Comparação da espessura corneana central em indivíduos brasileiros brancos e negros. **Rev Bras Oftalmol**, v. 62, n. 12, p. 878-82. 2003.

_____. The effect of prostaglandin analogs and prostamide on central corneal thickness. **J Ocul Pharmacol Ther**, v. 25, n. 1, p. 51-3. Feb. 2009.

HE, M. *et al.* Anterior chamber depth in elderly Chinese. The Liwan Eye Study. **Ophthalmology**, v. 115, n. 8, p.1286-90. Aug. 2008.

HERMAN, D. C.; HODGE, D. O.; BOURNE, W. M. Increased corneal thickness in patients with ocular hypertension. **Arch Ophthalmol**, v. 119, n. 3, p. 334-6. Mar. 2001.

HERNDON, L. W. *et al.* Central corneal thickness in normal, glaucomatous and ocular hypertensive eyes. **Arch Ophthalmol**, v. 115, n. 9, p. 1137-41. Sep. 1997.

HERNDON, L. W.; WEIZER, J. S.; STINNETT, S. S. Central corneal thickness as a risk factor for advanced glaucoma damage. **Arch Ophthalmol**, v. 122, n. 1, p. 17-21. Jan. 2004.

HEWITT, A. W.; COOPER, R. L. Relationship between corneal thickness and optic disc damage in glaucoma. **Clin Experiment Ophthalmol**, v. 33, n. 2, p. 158-63. Apr. 2005.

HONG, S. *et al.* Central corneal thickness and visual field progression in patients with chronic primary angle-closure glaucoma with low intraocular pressure. **Am J Ophthalmol**, v. 143, n. 2, p. 362-3. Feb. 2007.

JONAS, J. B. *et al.* Ranking of optic disc variables for detection of glaucomatous optic nerve damage. **Invest Ophthalmol Vis Sci**, v. 41, n. 7, p. 1764-73. Jun. 2000.

KAMINSKI, S. *et al.* Influence of dorzolamide on corneal thickness, endothelial cell count and corneal sensibility. **Acta Ophthalmol Scand**, v. 76, n. 1, p. 78-9. Feb. 1998.

KENJI, K. *et al.* Agreement between peripheral anterior chamber depth evaluation using the van Herick technique and angle width evaluation using the Shaffer system in Japanese. **Jpn J Ophthalmol**, v. 49, p. 134-6. 2005.

KHATANA, A. K.; SPAETH, G. L. Glaucoma de ângulo fechado. In: VANDER, J. F. e GAULT, J. A. **Segredos em Oftalmologia: respostas necessárias ao dia-a-dia, em rounds, na clínica, em exames orais e escritos**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001. p.152-166.

KIM, J. W.; CHEN, P. P. Central corneal pachymetry and visual field progression in patients with open-angle glaucoma. **Ophthalmology**, v. 111, n. 11, p. 2126-32. Nov. 2004.

KIM, N. R. *et al.* Corneal thickness and anterior chamber depth by orbscan in normal and primary open-angle glaucoma patients in Korea. **J Glaucoma**, v. 17, n. 6, p. 465-9. Sep. 2008.

KNIESTEDT, C. *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**, v. 15, n. 2, p. 91-7. Apr. 2006.

KOBAYASHI, H. *et al.* Ultrasound biomicroscopic analysis of the effect of pilocarpine on the anterior chamber angle. **Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol**, v. 235, n. 7, p. 425-30. Jul. 1997.

KOHLHAAS, M. *et al.* Effect of central corneal thickness, corneal curvature, and axial length on applanation tonometry. **Arch Ophthalmol**, v. 124, n. 4, p. 471-6. Apr. 2006.

LAM, A. K. C.; CHAN, R.; PANG, P. C.K. The repeatability and accuracy of axial length and anterior chamber depth measurements from the IOL master. **Ophthalm Physiol Opt**, v. 21, n. 6, p. 477-83. 2001.

LA ROSA, F. A.; GROSS, R. L.; ORENGO-NANIA, S. Central corneal thickness of Caucasians and African Americans in glaucomatous and nonglaucomatous populations. **Arch Ophthalmol**, v. 119, n. 1, p. 23-7. Jan. 2001.

LASS, J. H. *et al.* A double-masked, randomized, 1-year study comparing the corneal effects of dorzolamide, timolol, and betaxolol. Dorzolamide Corneal Effects Study Group. **Arch Ophthalmol**, v. 116, n. 8, p. 1003-10. Aug. 1998.

_____. Comparison of the corneal effects of latanoprost, fixed combination latanoprost-timolol, and timolol: A double-masked, randomized, one-year study. **Ophthalmology**, v. 108, n. 2, p. 264-71. Feb. 2001.

LEAL E. B., E. A. Biometria : Interferometria vs ultra-som por aplanção. **Rev Bras Oftalmol**, v. 62, n. 12, p. 872-7. 2003..

LEE, D. A.; BRUBAKER, R. F.; ILSTRUP, D. M. Anterior chamber dimensions in patients with narrow angles and angle-closure glaucoma. **Arch Ophthalmol**, v. 102, n. 1, p. 46-50. Jan. 1984.

LEE, G. A. *et al.* The corneal thickness and intraocular pressure story: where are we now? **Clin Experiment Ophthalmol**, v. 30, n. 5, p. 334-7. Oct. 2002.

LEIGHTON, D. A.; TOMLINSOM, A. Changes in axial length and other dimensions of the eyeball with increasing age. **Acta Ophthalmol**, v. 50, n. 6, p. 815-26, 1972.

_____. Ocular tension and axial length of the eyeball in open-angle glaucoma and low tension glaucoma. **Br J Ophthalmol**, v. 57, n. 7, p. 499-502. Jul. 1973.

LIN, Y. W.; WANG, T. H.; HUNG, P. T. Biometric study of acute primary angle-closure glaucoma. **J Formos Med Assoc**, v. 96, n. 11, p. 908-12. Nov. 1997.

LOEWEN, N. A.; LIU, J. H. K.; WEINREB, R.N. Increased 24-hour variation of human intraocular pressure with short axial length. **Invest Ophthalmol Vis Sci**, v. 51, n. 2, p. 933-7. Feb. 2010.

LOWE, R. F. Aetiology of the anatomical basis for primary angle-closure glaucoma. Biometrical comparisons between normal eyes and eyes with primary angle-closure glaucoma. **Br J Ophthalmol**, v. 54, n. 3, p. 161-9. Mar. 1970.

MALTA, R. F. S., *et al.* Glaucoma agudo primário x glaucoma crônico de ângulo estreito. **Rev Bras Oftalmol**, v. 42, n. 1, p. 1-7. 1983.

_____. Biometria no glaucoma maligno. **Rev Bras Oftalmol**, v. 49, n. 1, p. 60-2. 1990.

MARCHINI, G. *et al.* Ultrasound biomicroscopic and conventional ultrasonographic study of ocular dimensions in primary angle-closure glaucoma. **Ophthalmology**, v. 105, n. 11, p. 2091-8. Nov. 1998.

MARK, H. H.; ROBBINS, K. P.; MARK, T. L. Axial length in applanation tonometry. **J Cataract Refract Surg**, v. 28, n. 3, p. 504-6. Mar. 2002.

MARKOWITZ, S. N.; MORIN, J. D. Angle-closure glaucoma: relation between lens thickness, anterior chamber depth and age. **Can J Ophthalmol**, v. 19, n. 7, p. 300-2. Dec. 1984.

_____. The ratio of lens thickness to axial length for biometric standardization in angle-closure glaucoma. **Am J Ophthalmol**, v. 99, n. 4, p. 400-2, April 15. 1985.

MARTOLA, E. C.; BAUM, J. L. Central and peripheral corneal thickness. **Arch Ophthalmol**, v. 79, n. 1, p. 28. Jan. 1968.

MEDEIROS, F. A.; SAMPLE, P. A.; WEINREB, R. N. Corneal thickness measurements and visual function abnormalities in ocular hypertensive patients. **Am J Ophthalmol**, v. 135, n. 2, p. 131-7. Feb. 2003.

MEDEIROS, F. A. *et al.* Corneal thickness as a risk factor for visual field loss in patients with preperimetric glaucomatous optic neuropathy. **Am J Ophthalmol**, v. 136, n. 5, p. 805-13. Nov. 2003.

MEIRELLES, S. H. S. M. *et al.* Espessura corneana no glaucoma de pressão normal. **Rev Bras Oftalmol**, v. 60, n. 1, p. 56-64. Jan. 2001.

_____. Relação entre a espessura corneana e a gravidade de defeito de campo visual no glaucoma primário de ângulo aberto. **Arq Bras Oftalmol**, v. 69, n. 3, p. 313-7. 2006.

MÉRULA, R. V. *et al.* Análise morfométrica comparativa entre olhos com glaucoma agudo primário e olhos contralaterais. **Arq Bras Oftalmol**, v. 71, n. 3, p. 321-7. 2008.

MILANI, J. A. A.; KARA-JOSÉ, N. Paquimetria. In: BELFORT JR, R.; KARA-JOSÉ, N. **Córnea clínica – cirúrgica**. São Paulo: Roca, 1996. p. 135-8.

MISHIMA, S. Corneal thickness. **Surv Ophthalmol**, v. 13, n. 2, p. 57-96. Sep. 1968.

MONTEIRO, E. L. Biometria óptica. **Arq Bras Oftalmol**, v. 64, n. 4, p. 367-70. 2001.

MURALHA, L. Biometria ultra-sônica. In: CENTURION, V. **Excelência em Biometria**. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2006. p. 45-8.

MOSAED, S. *et al.* Association of central corneal thickness and 24-hour intraocular pressure fluctuation. **J Glaucoma**, v. 17, n. 2, p. 85-8. Mar. 2008.

NEMESURE, B. *et al.* Corneal thickness and intraocular pressure in the Barbados Eye Studies. **Arch Ophthalmol**, v. 121, n. 2, p. 240-4. Feb. 2003.

NEMETH, J.; MICHELSON, G.; HARAZNY, J. Retinal microcirculation correlates with ocular wall thickness, axial eye length, and refraction in glaucoma patients. **J Glaucoma**, v. 10, n. 5, p. 390-5. Oct. 2001.

NISSEN, J. *et al.* A clinical comparison of optical and ultrasonic pachometry. **Acta Ophthalmol (Copenh)**, v. 69, n. 5, p. 659-63. Oct. 1991.

OH, Y. G. *et al.* The anterior chamber angle is different in different racial groups: a gonioscopic study. **Eye**, v. 8 (Pt 1), p. 104-8. 1994.

OKU, Y. *et al.* Long axial length as risk factor for normal tension glaucoma. **Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol**, v. 247, n. 6, p. 781-7. Jun. 2009.

OLIVEIRA, C. *et al.* Central corneal thickness is not related to anterior scleral thickness or axial length. **J Glaucoma**, v. 15, n. 3, p. 190-4. Jun. 2006.

OLSEN, T.; EHLERS, N. The thickness of the human cornea as determined by a specular method. **Acta Ophthalmol (Copenh)**, v. 62, n. 6, p. 859-71. Dec. 1984.

OSUOBENI, E. P.; HEGARTY, C.; GUNVANT, P. The effect of central corneal thickness on estimates of the anterior chamber depth. **Clin Exp Optom**, v. 86, n. 6, p. 371-5. Nov. 2003.

PACKER, M. *et al.* Immersion A-scan compared with partial coherence interferometry. Outcomes analysis. **J Cataract Refract Surg**, v. 28, n. 2, p. 239-42. Feb. 2002.

PANEK, W. C. *et al.* Biometric variables in patients with occludable anterior chamber angles. **Am J Ophthalmol**, v. 110, n. 2, p. 185-8. Aug 15. 1990.

PARK, S. H. *et al.* Relation between axial length and ocular parameters. **Ophthalmologica**, v. 224, n. 3, p. 188-93. 2010.

PAVLIN, C. J. *et al.* Ultrasound biomicroscopy of anterior segment structures in normal and glaucomatous eyes. **Am J Ophthalmol**, v. 113, n. 4, p. 381-9. Apr 15. 1992.

POINOOSAWMY, D.; NAGASUBRAMANIAN, S.; BROWN, N. A. Effect of pilocarpine on visual acuity and on the dimensions of the cornea and anterior chamber. **Br J Ophthalmol**, v. 60, n. 10, p. 676-79. Oct. 1976.

QUARANTA, L. *et al.* Evaluation of central corneal thickness in patients affected by ocular hypertension, primary open-angle glaucoma, normal tension glaucoma. **Acta Ophthalmol Scand Suppl**, v. 236, p. 49. 2002.

QUIGLEY, H. A. Number of people with glaucoma worldwide. **Br J Ophthalmol**, v. 80, n. 5, p. 389-93. May. 1996.

QUIGLEY, H. A.; BROMAN A. T. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. **Br J Ophthalmol**, v. 90, n. 30, p. 262-7. Mar. 2006.

RAMANI, K. K. *et al.* Gender variation in ocular biometry and ultrasound biomicroscopy of primary angle closure suspects and normal eyes. **J Glaucoma**, v. 16, n. 1, p. 122-8. Jan. 2007.

ROGERS, D. L. *et al.* Central corneal thickness and visual field loss in fellow eyes of patients with open-angle glaucoma. **Am J Ophthalmol**, v. 143, n. 1, p. 159-61. Jan. 2007.

ROSE, L. T.; MOSHEGOV, C. N. Comparison of the Zeiss IOL master and applanation A-scan ultrasound: biometry for intraocular lens calculation. **Clin Exp Ophthalmol**, v. 31, n. 2, p. 121-4. 2003.

ROSSINI, A. M. C. S.; ALLERMANN, N. Biometria e paquimetria. In: FARAH, M. E.; ALLERMANN, N.; BELFORT JR. R. **Exames e diagnósticos em Oftalmologia**. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2006. p. 84-92.

SAKATA, K. *et al.* Estudo da correlação entre pressão intra-ocular e espessura corneana central (projeto glaucoma). **Arq Bras oftalmol**, v. 63, n. 5, p. 355-8. Out. 2000.

SAKATA, K. *et al.* Glaucoma de pressão normal e espessura corneana central. **Arq Bras Oftalmol**, v. 65, n. 6, p.619-22. Nov./Dec. 2002.

SALMON, J. F. *et al.* The prevalence of primary angle closure glaucoma and open angle glaucoma in Mamre Western Cape, South Africa. **Arch Ophthalmol**, v. 111, n. 9, p. 1263-9. Sep. 1993.

SALMON, J. F. Predisposing factors for chronic angle-closure glaucoma. **Prog Retin Eye Res**, v. 18, n. 1, p. 121-32. Jan. 1999.

SANTODOMINGO-RUBIDO, J. *et al.* A new non-contact optical device for ocular biometry. **Br J Ophthalmol**, v. 86, n. 4, p. 458-63. Apr. 2002.

SEN, E. *et al.* Comparison of the effects of latanoprost and bimatoprost on central corneal thickness. **J Glaucoma**, v. 17, n. 5, p. 398-402. Aug. 2008.

SHAH, S. *et al.* Relationship between corneal thickness and measured intraocular pressure in a general ophthalmology clinic. **Ophthalmology**, v.106, n. 11, p. 2154-60. Nov. 1999.

SHEN, S. Y. *et al.* The prevalence and types of glaucoma in malay people: The Singapore Malay Eye Study. **Invest Ophthalmol Vis Sci**, v. 49, n. 9, p. 3846-51.

Sep. 2008.

SHIMMYO, M. *et al.* Intraocular pressure, Goldmann applanation tension, corneal thickness, and corneal curvature in caucasians, asians, hispanics, and african Americans. **Am J Ophthalmol**, v. 136, n. 4, p. 603-13. Oct. 2003.

SHIMMYO, M.; ORLOFF, P. N. Corneal thickness and axial length. **Am J Ophthalmol**, v. 139, n. 3, p. 553-4. Mar. 2005.

SIHOTA, R. *et al.* Comparison of symptomatic and asymptomatic, chronic, primary angle-closure glaucoma, open-angle glaucoma, and controls. **J Glaucoma**, v. 9, n. 3, p. 208-13. Jun. 2000b.

SIHOTA, R. Ocular parameters in the subgroups of angle closure glaucoma. **Clin Exp Ophthalmol**, v. 28, n. 4, p. 253-8. Aug. 2000a.

_____. *et al.* Ultrasound biomicroscopy in the subtypes of primary angle closure glaucoma. **J Glaucoma**, v. 14, n. 5, p. 387-91. Oct. 2005.

_____. *et al.* Study of biometric parameters in family members of primary angle closure glaucoma patients. **Eye**, v. 22, n. 4, p. 521-7. Apr. 2008.

SILVA, F. A. **Glaucoma primário de ângulo aberto: I Consenso da Sociedade Brasileira de Glaucoma**. 1. ed. São Paulo: B G Cultural, 2001. 54 p.

SINGH, R. P. *et al.* Central corneal thickness, tonometry, and ocular dimensions in glaucoma and ocular hypertension. **J Glaucoma**, v. 10, n. 3, p. 206-10. Jun. 2001.

SIU, A.; HERSE, P. The effect of age on human corneal thickness. **Acta Ophthalmol (Copenh)**, v. 71, n.1, p. 51-6. Feb. 1993.

SOARES, A. *et al.* Propedêutica em urgências em glaucoma. In: PARANHOS JR, A. *et al.* **Urgências em glaucoma**. 1ª ed. São Paulo: Lemos Editorial Ltda, 2004. p. 7-15.

SOOD, N. N.; JAIN, R. C.; AGARWAL, H.C. Ocular biometry in primary angle closure glaucoma in Indians. **Indian J Med Res**, v. 88, p. 190-1. Aug. 1988.

SPAETH, G. L. Glaucoma. In: VANDER, J. F.; GAULT, J. A. **Segredos em Oftalmologia: respostas necessárias ao dia-a-dia, em rounds, na clínica, em exames orais e escritos**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001. p. 145-51.

SU, D. H. W. *et al.* Central corneal thickness and its associations with ocular and systemic factors: The Singapore Malay Eye Study. **Am J Ophthalmol**, v. 147, n. 4, p. 709-16. Apr. 2009.

SULLIVAN-MEE, M. *et al.* Relationship between central corneal thickness and severity of glaucoma visual field loss in a primary care population. **Optometry**, v. 77, n.1, p. 40-6. Jan. 2006a.

_____. *et al.* Central corneal thickness and normal tension glaucoma: A cross-sectional study. **Optometry**, v. 77, n. 3, p. 134-40. Mar. 2006b.

SUSANNA JR, R; NICOLELA, M. T.; FUKUSHIMA, J. T. Comparação biométrica entre diferentes tipos de glaucoma e sua importância clínica. **Arq Bras Oftalmol**, v. 51, n. 3, p. 116-7. 1988.

THOMAS, R.; KORAH, S.; MULIYIL, J. The role of central corneal thickness in the diagnosis of glaucoma. **Indian J Ophthalmol**, v. 48, n. 2, p. 107-11. Jun. 2000.

TIELSCH, J. M. *et al.* Racial variations in the prevalence of primary open-angle glaucoma. **Jama**, v. 266, n. 3, p. 369-74. Jul. 1991.

TOMASIS, G. *et al.* Correlation of central corneal thickness and axial length to the optic disc and peripapillary atrophy among health individuals, glaucoma and ocular hypertension patients. **Clin Ophthalmol**, v. 2, n. 4, p. 981-8. Dec. 2008.

TOMLINSON, A.; PHILLIPS, C. I. Applanation tension and axial length of the eyeball. **Br J Ophthalmol**, v. 54, n. 8, p. 548-53. Aug. 1970.

_____. Unequal axial length of eyeball and ocular tension. **Acta Ophthalmol (Copenh)**, v. 50, n. 6, p. 872-6. 1972.

TOMLINSON, A.; LEIGHTON, D. A. Ocular dimensions in low tension glaucoma, compared with open-angle glaucoma and the normal. **Br J ophthalmol**, v. 56, n. 2, p. 97-105. Feb. 1972.

_____. Ocular dimensions in the heredity of angle-closure glaucoma. **Br J Ophthalmol**, v. 57, n. 7, p. 475-86. Jul. 1973.

TORRES, R. J. *et al.* Central corneal thickness in northwestern american indians/alaskan natives and comparison with White and african-american persons. **Am J Ophthalmol**, v. 146, n. 5, p. 747-5. Nov. 2008.

VAN HERICK, W.; SHAFFER, R. N.; SCHWARTZ, A. Estimation of width of angle of anterior chamber: Incidence and significance of the narrow angle. **Am J Ophthalmol**, v. 68, n. 4, p. 626-9. Oct. 1969.

WALTMAN, S. R. *et al.* Corneal endothelial changes with long-term topical epinephrine therapy. **Arch Ophthalmol**, v. 95, n. 8, p. 1357-8. Aug. 1977.

WEIZER, J. S.; LEE, P.P. Glaucoma primário de ângulo aberto. In: CHOPLIN, N. T.; LUNDY, D. C. **Atlas de glaucoma**. Fascículo 2. 2. ed. São Paulo: Alam Tec, 2009. p. 120-22.

WHITACRE, M. M.; STEIN, R. A.; HASSANEIN, K. The effect of corneal thickness on applanation tonometry. **Am J Ophthalmol**, v. 115, n. 5, p. 592-6. May 15. 1993.

WILENSKY, J. T. *et al.* Follow-up of angle-closure glaucoma suspects. **Am J Ophthalmol**, v. 115, n. 3, p. 338-46. Mar 15. 1993.

WOJCIECHOWSKI, R. *et al.* Age, gender, biometry, refractive error, and the anterior chamber angle among Alaskan esquimos. **Ophthalmology**, v. 110, n. 2, p. 365-75. Feb. 2003.

YAMANE, R. **Relação entre a espessura do cristalino e o comprimento axial do olho no glaucoma agudo primário**. 1994. 72 f. Tese (Doutorado em Medicina – área de concentração: Oftalmologia), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 1994.

XU, L. *et al.* Anterior chamber depth and chamber angle and their associations with ocular and general parameters: the Beijing Eye Study. **Am J Ophthalmol**, v.145, n. 5, p. 929-36. May. 2008a.

_____. Central corneal thickness and glaucoma in adult Chinese. The Beijing Eye Study. **J. Glaucoma**, v. 17, n. 8, p. 647-53. Dec. 2008b.

ZACHARIAS, W. Ecobiometria na patologia ocular. In: ABREU, G. **Ultrassonografia ocular: Atlas e Texto**. 3. ed. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2002. p. 33-42.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)