

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO**

ANA PAULA BRANCO DE PAULA

**Alterações da amplitude de pulso ocular e da pressão
intraocular relacionadas ao uso de óculos de natação**

**RIBEIRÃO PRETO
2012**

ANA PAULA BRANCO DE PAULA

**Alterações da amplitude de pulso ocular e da pressão
intraocular relacionadas ao uso de óculos de natação**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina de Ribeirão Preto da Universidade
de São Paulo para obtenção do Título de
Mestre em Ciências Médicas.

Área de Concentração: Mecanismos
Fisiopatológicos nos Sistemas Visual e
Audiovestibular.

Orientadora: Profa. Dra. Maria de Lourdes Veronese Rodrigues

RIBEIRÃO PRETO

2012

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Paula, Ana Paula Branco de

Alterações da amplitude de pulso ocular e da pressão intraocular relacionadas ao uso de óculos de natação. Ribeirão Preto, 2012.

76p.: 11 il.; 30 cm

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP. Área de Concentração: Mecanismos Fisiopatológicos nos Sistemas Visual e Audiovestibular.

Orientadora: Rodrigues, Maria de Lourdes Veronese

1. Exercício físico. 2. Óculos de natação. 3. Pressão intraocular; 4. Tonometria; 5. Glaucoma; 6. Amplitude de pulso ocular.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno: Ana Paula Branco de Paula

Título: Alterações da amplitude de pulso ocular e da pressão intraocular relacionadas ao uso de óculos de natação.

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Mestre em Ciências Médicas.

Área de Concentração: Mecanismos Fisiopatológicos nos Sistemas Visual e Audiovestibular.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Dedicatória

Ao meu amado esposo, pelo companheirismo e incansável apoio ao longo do período de elaboração deste trabalho.

Aos meus queridos filhos Thales e Tarsila, pelo carinho e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pela dedicação a minha formação.

Aos meus irmãos, que estiveram sempre presentes, apesar da distância.

Ao restante da família pelo apoio.

Ao professor Eduardo Melani Rocha e ao Dr. Marcelo Jordão Lopes da Silva, por disponibilizarem alguns dos equipamentos utilizados nesta pesquisa.

À professora Galina Borissevitch, pela orientação relativa a alguns cálculos físicos realizados.

À equipe da oficina de precisão do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto, pelo auxílio técnico.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo auxílio financeiro e concessão da bolsa de mestrado para a realização desta pesquisa.

Aos profissionais do Departamento de Oftalmologia, Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço, em especial à Lucélia, Cecília, Virgílio e Raul.

A todos que ajudaram, direta ou indiretamente, na produção deste trabalho.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

À Professora Doutora Maria de Lourdes Veronese Rodrigues, fonte de grande admiração, orientadora desta Dissertação, pelo apoio, paciência, incentivo e ensinamentos, que propiciou a realização deste projeto.

O grande orador sacro Padre Antônio Vieira (1608-1697), ao falar dos olhos, disse:

“Todos os sentidos do homem têm um só ofício; só os olhos têm dois. O Ouvido ouve, o Gosto gosta, o Olfato cheira, o Tato apalpa, só os olhos têm dois ofícios: Ver e Chorar.”

LISTA DE ABREVIATURAS

AC	Área de Contato
APO	Amplitude de Pulso Ocular
C	Coeficiente de facilidade de escoamento pela via trabecular
F	Fluxo de aquoso
Fe	Força elástica
Fu	Coeficiente de facilidade de escoamento pela via uveo-escleral
GPAA	Glaucoma Primário de Ângulo Aberto
K	Constante do material
NO	Nervo Óptico
ON1	Óculos de Natação 1
ON2	Óculos de Natação 2
PAM	Pressão Arterial Média
PAS	Pressão Arterial Sistêmica
PIO	Pressão Intraocular
PPO	Pressão de Perfusão Ocular
Pv	Pressão venosa episcleral
Q	Índice de qualidade do tonômetro de contorno dinâmico
TAG	Tonômetro de Aplanção de Goldmann
TCD	Tonômetro de Contorno Dinâmico (Pascal)
X	Distensão linear do material elástico

LISTA DE FIGURAS

Figura 1;	Esquema do tonômetro de Schiötz mostrando o aspecto geral de suas estruturas	26
Figura 2:	Tonômetro de Aplanção de Goldmann. (A) Aspecto geral do tonômetro. (B) Aumento mostra menisco do filme lacrimal criado pelo contato do bi-prisma com a córnea.	27
Figura 3:	Dispositivo hipotético com acoplamento ideal na superfície da córnea para a medida da PIO, como pressuposto na TCD	29
Figura 4:	Tonômetro de Contorno Dinâmico (Pascal).....	30
Figura 5:	Retinografia mostrando NO com lesão glaucomatosa, caracterizada por aumento de sua escavação (seta de cabeça dupla) e defeitos iniciais na camada de fibras nervosas da retina (cabeça de seta)	32
Figura 6:	Fotografia ilustrando os óculos de natação utilizados. (A) com a lente retirada (ON1); (B) com a lente (ON2), como utilizado durante a pratica esportiva	43
Figura 7:	Fotografias demonstrando instrumentos usados nos diversos momentos do estudo. Para aferição da PIO: (A) tonômetro de Schiötz; (B) tonômetro de Goldmann; (C) tonômetro de Pascal. Para mensuração da distância vertical e horizontal do rebordo orbitário: (D) Compasso de Vernier com 50 mm	45
Figura 8:	Distribuição da variação nos valores da PIO com o uso dos óculos de natação, avaliada através do tonômetro de aplanção de Goldmann (TAG) 0e tonômetro de contorno dinâmico (TCD), nos diversos momentos do estudo. Os símbolos acima das barras representam cada uma das comparações diretas entre os momentos com significância estatística ($p < 0,005$).....	50
Figura 9:	Relação das diferenças (em mmHg) da pressão de perfusão ocular (PPO) e pressão intraocular (PIO) entre os momentos 2 (durante o uso de óculos de natação) e 1 (antes do uso de óculos de natação).....	52
Figura 10:	Correlação entre a variação da PIO induzida pelo ON1 (momentos 2-1) e a área do rebordo orbitário calculado individualmente.....	53
Figura 11:	Correlação entre a diferença da PIO induzida pelo ON1 (momentos 2-1) e a Força Elástica calculada individualmente....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Distribuição dos valores médios da tonometria de aplanção de Goldman, tonometria de contorno dinâmico, pressão arterial média (PAM), pressão de perfusão ocular (PPO) e da amplitude de pulso ocular (APO) nos momentos 1, 2 e 3 do estudo	51
------------------	--	----

Tabela 2-	Descrição dos resultados da análise multivariada utilizada para determinação estatística da influência dos fatores estudados na variação da pressão intraocular (PIO).....	54
------------------	--	----

RESUMO

Paula APB. **Alterações da amplitude de pulso ocular e da pressão intraocular relacionadas ao uso de óculos de natação.** 76f. [Dissertação]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, 2012.

As variações da pressão intraocular (PIO) de curto e de longo prazo têm sido consideradas como importantes fatores de risco para o glaucoma. Estudos prévios mostraram que os óculos de natação podem promover a elevação da PIO. O objetivo deste estudo foi investigar os fatores relacionados ao aumento da PIO causado pela compressão periocular resultante do uso de óculos de natação. Trinta e cinco olhos de voluntários saudáveis foram aleatoriamente selecionados para avaliação com dois óculos de natação profissionais. Um deles teve a parte central das lentes retiradas (ON1) para permitir a medição da PIO e da amplitude de pulso ocular (APO) durante o seu uso (com tonômetro de Aplanção de Goldmann – TAG e com o Tonômetro de Contorno Dinâmico Pascal – TCD, respectivamente) e o outro ficou inalterado (ON2). As leituras da TAG e TCD foram realizadas antes do uso do ON1 e do ON2, durante (2,0 minutos de uso - ON1) e 5,0 minutos após (ON1 e ON2). A rigidez escleral (calculada com base nas leituras do tonômetro Schiotz), área de rebordo orbitário, exoftalmometria de Hertel, equivalente esférico, comprimento axial do olho, a espessura central da córnea e força elástica da borracha dos óculos de natação foram consideradas como variáveis potencialmente relacionadas com as alterações da PIO. Os resultados observados demonstraram que o uso dos óculos de natação pode levar ao aumento significativo da PIO avaliada pelo TAG (13,14 vs 20,6 mmHg; $p < 0,0001$), mas não significativo da APO média avaliada pelo TCD (1,87 vs 2,17 mmHg; $p > 0,05$). Após a sua retirada, houve redução significativa tanto da PIO (9,19 mmHg; $p < 0,0001$), quanto da APO (1,54 mmHg; $p = 0,012$). Dentre os fatores anatômicos estudados da região periocular, a área do rebordo orbitário ($p = 0,0052$) e a força elástica ($p = 0,0019$) foram os únicos que apresentaram correlação significativa com a elevação da PIO verificada com o TAG. Tais observações sugerem a necessidade de escolha adequada dos modelos de óculos de natação por parte de seus praticantes, assim como podem nortear estudos futuros voltados ao desenvolvimento destes equipamentos de forma personalizada, principalmente para portadores de glaucoma.

Palavras-chave: Exercício físico, Óculos de natação, Pressão intraocular, Tonometria, Glaucoma, Amplitude de pulso ocular.

ABSTRACT

Paula APB. **Ocular pulse amplitude and intraocular pressure alterations related to the use of swimming goggles.** 76f. [Dissertation]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, 2012.

Short and long-term fluctuations in the intraocular pressure (IOP) have been considered as important risk factors for glaucoma. Previous studies have shown that the swimming goggles can promote IOP rising. The objective of this study was to investigate the factors related to the increase in IOP caused by the compression resulting from the use of swimming goggles. Thirty-five eyes of healthy volunteers were randomly allocated for evaluation with two swimming goggles professional. A central part of lens of one was removed (ON1) to permit the measurement of IOP and the ocular pulse amplitude (OPA) (with Goldmann applanation tonometer - GAT and the Pascal Dynamic Contour Tonometer – DCT, respectively) and other was kept unchanged (ON2). TAG and DCT readings were carried out before the use of the swimming goggles (ON1 and ON2), during (2.0 minutes of use - ON1) and after 5.0 minutes (ON1 and ON2). The scleral rigidity (calculated based on readings of the Schiotz tonometer), area of the orbital rim, Hertel exophthalmometry, spherical equivalent, axial length of the eye, the corneal thickness and the elastic force of the goggles' rubber were considered as variables potentially related to changes in IOP. The results observed showed that the use of swimming goggles can lead to a significant increase in IOP measured by GAT (13.14 mmHg vs. 20.6, $p < 0.0001$) but not significant average OPA evaluated by DCT (1.87 vs 2.17 mmHg, $p > 0.05$). After take them of, there was a significant reduction of both the PIO (9.19 mmHg, $p < 0.0001$) and APO (1.54 mmHg, $p = 0.012$). Among the factors studied related to the periocular region, the area of the orbital rim ($p = 0.0052$) and elastic force ($p = 0.0019$) were the only parameters significantly correlated with the elevation of IOP observed with GAT. These observations suggest the need for choosing more adequate models of swimming goggles, and may guide further studies aimed to develop these equipments in a personalized way, especially for patients with glaucoma.

Key words: Exercise, swimming goggles, intraocular pressure, tonometry, glaucoma, ocular pulse amplitude.

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO.....	22
1.1. Pressão Intraocular	23
1.1.1. Tonometria.....	25
1.1.1.1. Tonômetro de Aplanção de Goldmann	26
1.1.1.2. Tonômetro de Contorno Dinâmico (Pascal).....	28
1.1.2. Glaucoma	31
1.2. Exercício Físico.....	33
1.2.1. Conceito.....	33
1.2.2. Exercício Físico e Saúde.....	33
1.2.2.1. Exercício Físico e Pressão Intraocular	34
1.2.3. Natação.....	36
1.2.4. Óculos de Natação e Pressão Intraocular.....	37
1.3. Justificativa	37
 2- OBJETIVOS.....	 39
 3- SUJEITOS E MÉTODOS.....	 40
3.1. Desenho do Estudo.....	41
3.2. Aspectos Éticos.....	41
3.3. Sujeitos.....	41
3.4. Delineamento experimental.....	43
3.5. Cálculo da força elástica induzida.....	46
3.6. Análise estatística.....	47
 4- RESULTADOS	 48
4.1. Alterações da pressão intraocular com o uso dos óculos de natação.....	49
4.2. Alterações da amplitude de pulso ocular com o uso dos óculos de natação ..	50
4.3. Relação da pressão de perfusão ocular com os níveis de pressão intraocular e amplitude de pulso ocular	51
4.4. Fatores relacionados ao aumento da pressão intraocular com o uso de óculos de natação	52
 5- DISCUSSÃO.....	 55
 6- CONCLUSÕES.....	 62
 7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 64
 8- ANEXOS.....	 74

1- INTRODUÇÃO

A natação é uma forma bastante popular de atividade física. Os nadadores costumam fazer uso de óculos de natação, visando à proteção ocular e ao aumento da visibilidade debaixo da água (Legerton, 1993). Tais acessórios são presos à cabeça por dispositivo feito de material elástico, sendo que é possível que a tensão dos óculos sobre a região periocular possa causar compressão do sistema vascular dessa região, além de outras estruturas, com conseqüente aumento da pressão intraocular (PIO) (Ma et al., 2007, Morgan et al., 2008, Starr, Radcliffe, 2009).

Como a variação da PIO é um dos fatores de risco de para a progressão do glaucoma, essas eventuais alterações podem determinar a necessidade da adequada escolha dos modelos dos óculos de natação, assim como nortear o desenvolvimento destes equipamentos de forma personalizada, principalmente para portadores dessa doença.

O presente trabalho pretende, então, estudar alguns fatores potencialmente relacionados a um aumento da PIO, decorrente do uso de óculos de natação em sujeitos normais.

1.1. Pressão Intraocular

O olho é o órgão que transforma a percepção da luz em impulsos elétricos destinados ao sistema nervoso central. O bulbo ocular tem diâmetro médio de 17 mm em recém-nascidos a termo, chegando a 21,5mm aos 3 anos e lentamente aos 23,5 mm no adulto. Ele se localiza na parte anterior da órbita, onde está envolvido por músculos, tecido conectivo e gordura, sendo protegido pelas paredes ósseas desse arcabouço e pelas pálpebras (Bicas, Jorge, 2007).

O bulbo ocular pode ser descrito em três camadas. A camada externa é composta pela córnea, pela esclera e pela junção córneo-escleral (limbo). A camada média ou úvea é composta pela íris, que apresenta uma abertura central, a pupila; o corpo ciliar e a coróide, posteriormente. A camada interna composta pela retina, tecido neurosensorial cujas fibras nervosas formam o Nervo Óptico (NO) (Bron et al., 1997). O corpo ciliar, tem estrutura semelhante

a um triângulo em cortes transversais, com 6 mm a 7 mm de largura, está localizado próximo ao equador do globo ocular e é responsável pela produção do humor aquoso (Bron et al., 1997).

A função do humor aquoso é nutrir as estruturas do segmento anterior do olho, sobretudo a córnea e o cristalino. Ele é drenado através da malha trabecular, uma rede de fibras colágenas localizadas no vértice do ângulo írido-corneano; daí segue por difusão para o sistema venoso episcleral. Uma parcela do humor aquoso (menos de um quarto) pode ser drenada através dos espaços supraciliares e supracoróideo, uma via de escoamento conhecida como úveo-escleral (Alm, Nilsson, 2009).

A hidrodinâmica do humor aquoso é estudada por meio da aplicação da lei de Pouseille ao olho (Lauretti-Filho et al, 2001), e sua fórmula simplificada é:

$$F = (PIO - Pv) C + Fu \text{ onde:}$$

F = fluxo de aquoso

PIO = pressão intraocular

Pv = pressão venosa episcleral

C = coeficiente de facilidade de escoamento pela via trabecular

Fu = coeficiente de facilidade de escoamento pela via uveo-escleral.

Transpondo os elementos da fórmula tem-se:

$$PIO = (F/C + Fu) + Pv$$

Assim, a PIO consiste no balanço entre a taxa de produção e de drenagem do humor aquoso, sendo influenciada também pelos níveis da pressão venosa episcleral.

De acordo com o postulado histórico de Goldmann, a melhor definição que se aplica a PIO é uma grandeza que varia diretamente em função da velocidade em que o humor aquoso afluí para dentro do olho (influxo) e inversamente à velocidade de escoamento para fora da cavidade ocular (efluxo). Desta maneira, quando a velocidade de secreção do humor aquoso for

igual à velocidade de escoamento, existirá um estado estável e a PIO se mantém (Lauretti-Filho et al., 2001).

O valor da PIO se distribui de forma gaussiana entre 9,0 e 21,0 mmHg na população normal (Armaly, 1965, Klein et al., 1992).

1.1.1. Tonometria

Define-se tonometria como a medida da resistência que o globo oferece à deformação por forças aplicadas à sua superfície. O objetivo dessa medida é avaliar indiretamente a PIO. Existem dois tipos básicos de tonômetros, que diferem de acordo com tipo de deformação: depressão (indentação) e aplanção (Calixto, 1961).

O protótipo mais conhecido do tonômetro de depressão é o Tonômetro de Schiotz. O tonômetro de Schiotz é um instrumento que mede tensão ocular, indicando a facilidade com que a córnea é deprimida. O corpo do tonômetro tem uma placa-base, que entra em contato com a córnea. Um êmbolo move-se livremente (exceto para efeito de fricção) dentro de uma coluna na placa-base, e o grau de indentação na córnea é indicado pelo movimento do ponteiro em uma escala. Um peso de 5,5 g é permanentemente fixado ao êmbolo, podendo ser aumentado para 7,5, 10 ou 15 g (Figura 1) (Lauretti-Filho et al., 2001).

Com esse tipo de tonômetro, olhos que desviam significativamente de um coeficiente “médio” de rigidez escleral, apresentam medidas falsas de PIO. Um coeficiente de rigidez escleral elevado artificialmente aumenta a medida desta pressão e um coeficiente artificialmente baixo a reduz (Lauretti-Filho et al., 2001). Para determinar o coeficiente de rigidez escleral, Friedenwald (1957) desenvolveu o conceito de tonometria diferencial, usando duas leituras tonométricas com pesos diferentes. Calixto (1961) realizou estudo de determinação do coeficiente de rigidez escleral por meio do método misto, utilizando o tonômetro de Schiotz e o de aplanção de Goldmann.

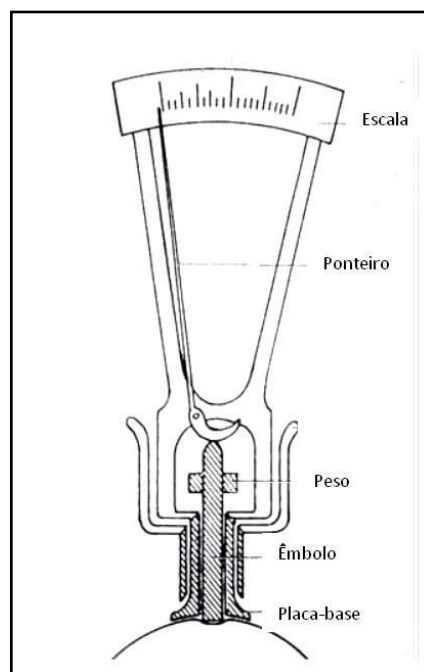


Figura 1: Esquema do tonômetro de Schiotz mostrando o aspecto geral de suas estruturas (modificado de Shields, 1998).

1.1.1.1. Tonômetro de aplanção de Goldmann

Como idealizado por Goldmann este tonômetro é montado em uma lâmpada de fenda, de forma que a visão do examinador é dirigida através do centro de um bi-prisma plástico que é usado para aplanar a córnea (Lauretti-Filho et al., 2001).

O tonômetro de aplanção de Goldmann (TAG) foi construído utilizando dois prismas que convertem opticamente a área de contato corneano em semicírculos. O cone é ligado por meio de um suporte a um alojamento que contém uma mola espiral ligada a uma série de alavancas que são usadas para ajustar a força do bi-prisma contra a córnea (Lauretti-Filho et al., 2001).

A córnea é anestesiada com colírio composto de anestésico tópico e o filme lacrimal é corado com fluoresceína tópica. Iluminando-se com a luz de cobalto da lâmpada de fenda, o bi-prisma é levado a um suave contato com a córnea. Os semicírculos fluorescentes são vistos através do bi-prisma e a força contra a córnea é ajustada até que os bordos internos estejam sobrepostos. Em vigência da oscilação decorrente das pulsações oculares, a leitura da PIO é feita quando os bordos internos se encontram no meio das excursões, diretamente na escala do suporte do aparelho (Figura 2).

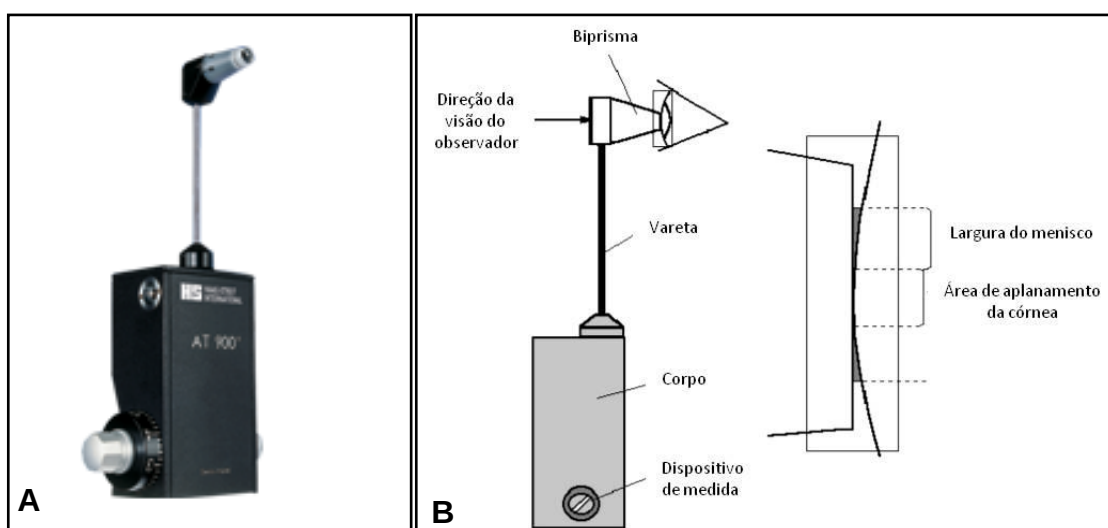


Figura 2: Tonômetro de aplanção de Goldmann. **(A)** Aspecto geral do tonômetro. **(B)** Aumento mostra menisco do filme lacrimal criado pelo contato do bi-prisma com a córnea (modificado de Shields, 1998).

As variações da PIO estão sujeitas a influência de diversos fatores; alguns inerentes às limitações do método, tais quais a quantidade de fluoresceína que se aplica em cada medição e o tempo que se leva para efetuar a medição. Outras, inerentes a variabilidades anatômicas do globo

ocular, como espessura e curvatura corneana. Ainda, a PIO varia de acordo com o ritmo cardíaco, a presença de enfermidades sistêmicas e oculares, variações posturais, alterações hemodinâmicas, como as induzidas pela manobra de Valsalva e após exercícios físicos (Whitacre, Stein, 1993).

1.1.1.2. Tonômetro de Contorno Dinâmico (Pascal®)

O tonômetro de contorno dinâmico (TCD) de Pascal (Swiss Microtechnology AG, Zurich, Switzerland) é um tonômetro de contato que não se baseia na aplanção da córnea e foi desenhado para atuar independente das propriedades corneanas.

O diferencial do TCD é a sua ponta, que permite um contorno hipotético do formato da córnea, que é atingido quando a pressão nos dois lados da córnea é igual. A distribuição das forças, na interface entre a ponta e a córnea, se iguala à força gerada pela PIO. Assim, um sensor pressórico, localizado centralmente e incluído na concavidade da ponta do tonômetro, mediria precisamente a PIO (Kanngiesser *et al.*, 2005).

Alguns passos teóricos guiaram o desenvolvimento do TCD. Assumiu-se que a córnea é uma esfera formada por um material que resiste à distensão e é relativamente flexível a deformações. Para ser construído um aparato ideal para a medida transcorneana da PIO, imagina-se um reservatório preenchido por resina, envolvendo um globo ocular por completo. Neste sistema fechado, a resina ao redor do olho está sob uma pressão P que se iguala à PIO. As forças F , que são geradas pela PIO, atuam perpendicularmente, através da córnea e da esclera, de forma uniforme na interface entre resina e globo ocular e são contrabalanceadas pelas forças externas causadas pela pressão na resina. O olho flutua na resina em total relaxamento, mantendo o seu formato independentemente da PIO. Se um pequeno pedaço da sua parede for substituído por um sensor de pressão, com o formato idêntico à sua superfície, o sensor mede a pressão que corresponderia à PIO verdadeira (Kanngiesser *et al.*, 2005) (Figura 3).

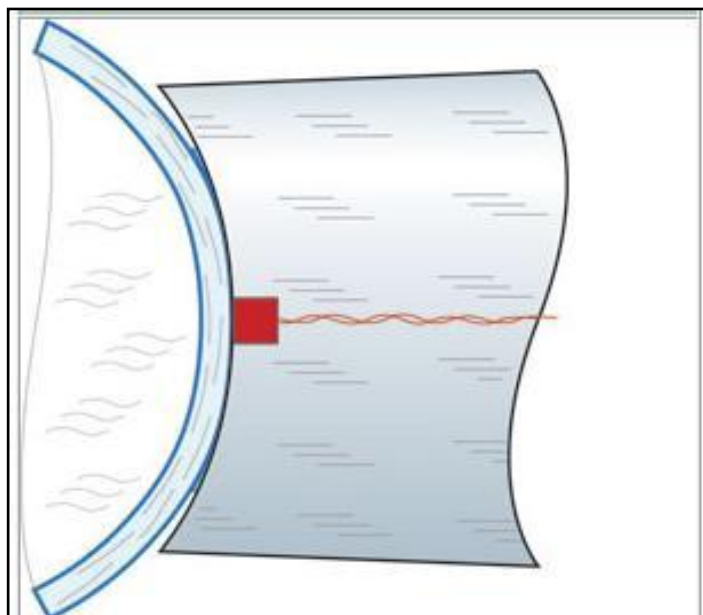


Figura 3: Dispositivo hipotético com acoplamento ideal na superfície da córnea para a medida da PIO, como pressuposto na TCD. (Silva, 2009).

Finalmente, desenvolveu-se uma ponta cilíndrica com superfície de contorno idêntico ao tubo do cilindro mencionado anteriormente (Figura 3), sendo o diâmetro da ponta maior que o do tubo. As forças F , geradas pela PIO, geram tensões tangenciais dentro da córnea. Na área de contato (AC), a ponta entra em contato com a córnea, as forças F atuam em ambos os lados da córnea, cancelando uma a outra.

O contorno adaptado a este modelo ideal, experimentalmente, mostrou-se eficaz para atuar na córnea humana (Kanngiesser et al., 2005). A cabeça do tonômetro composta por uma ponta de 10,5 mm de raio de curvatura, uma superfície côncava (desenhada para mimetizar o formato da córnea - contorno corneano) e um sensor pressórico piezo-elétrico de 1,2 mm ($0,25 \text{ mm}^2$) de diâmetro no centro de contacto da superfície (Figura 4). A resolução apresentada é de 0,1 mmHg e valores de pressão de até 300mmHg podem ser medidos. Aplicando uma força aposicional constante, a córnea e a ponta estarão em contato direto, por meio de uma área de diâmetro d . Nessa área de contato, o formato da córnea é igualado ao da ponta côncava. A distribuição

das forças externas de interface entre a ponta e a córnea se iguala à distribuição das forças internas geradas pela PIO. Mudanças na força aposicional, raio, espessura e outras características corneanas alteram o diâmetro d , mas não a distribuição de forças (Kanngiesser *et al.*, 2005; Punjabi *et al.*, 2006).

Em todas as medidas da PIO, o TCD também descreve um índice de qualidade (Q) que varia de 1 (quando a medida é confiável) até 5 (quando a medida é muito pouco confiável) (Silva, 2009). No momento do exame do paciente, um som característico é emitido do aparelho, que se modifica quando medidas de qualidade melhor (Q1) são alcançadas. Além dos valores de PIO e da qualidade de cada medida, os “display” do aparelho apresenta ainda valores relativos à amplitude de pulso ocular (APO). A APO é detectada pelas variações na tensão aplicada à superfície da cabeça do tonômetro, refletindo a diferença entre as medidas da PIO durante a sístole e a diástole, e pode estar associada a um pulso decorrente do enchimento/esvaziamento da coróide. (Grieshaber *et al.*, 2009, Kanngiesser *et al.*, 2005).



Figura 4: Tonômetro de Contorno Dinâmico (Pascal) (Disponível em <http://www.ziemergroup.ch/products/pascal.html>. Acesso em 07/11/11).

1.1.2. Glaucoma

A PIO elevada compõe o quadro de um grupo de doenças, genericamente denominadas por glaucoma, que apresentam certas peculiaridades comuns determinadas por perdas campimétricas e escavação progressiva da cabeça do disco óptico características (Remo, 1996). Esta condição que inclui vários tipos de causas e apresentações clínicas, sendo o glaucoma hoje considerado uma neuropatia óptica multifatorial na qual a PIO está em geral, mas nem sempre, elevada.

Assim, no glaucoma há uma neuropatia óptica crônica caracterizada por perda progressiva das fibras neurais do NO, podendo levar à sua atrofia total (Chew, Ritch, 1997, Yoles, Schwartz, 1998, Mello, Mandia-Junior, 2005). A evolução dessa grave doença, incurável e irreversível em relação à função visual, na ausência de tratamento voltado à diminuição da PIO, é em direção à cegueira irreversível.

O glaucoma primário de ângulo aberto (GPAA) é o tipo mais comum dessa doença e pode ser definida por uma neuropatia óptica, crônica e progressiva, caracterizada por alterações típicas na cabeça do NO e da camada de fibras nervosas da retina. Tais alterações ocasionam repercussões no campo visual e tem também como principal fator de risco o aumento da PIO acima dos níveis estatisticamente normais (Mello, Mandia-Junior, 2005).

A PIO elevada está relacionada a maior velocidade de progressão das perdas visuais e maior gravidade do glaucoma. Esta situação se confirma, inclusive, nos trabalhos que avaliaram populações afro-americanas (Leske et al., 1994, Dielemans et al., 1994, Leske et al., 2001). Assim sendo, a PIO é o único fator tratável no glaucoma (CNTGS group, 1998, Weinreb, 2001).

As primeiras teorias sobre a patogênese do glaucoma, considerando esta entidade propriamente como uma doença individualizada, propuseram que o aumento da PIO seria a causa direta da lesão glaucomatosa no NO (Figura 5) (Coleman, 1999, Neacsu, 2006).

Também se sugeriu que a lesão glaucomatosa seria consequência de alterações vasculares na cabeça do NO (Neacsu, 2006).

O dano glaucomatoso ao NO caracteriza-se pela perda primária de neurônios causada por alterações teciduais diversas, tais como hipóxia e/ou distensão mecânica relacionada ao aumento da PIO, seguidas de perda neuronal secundária a partir daquela perda primária (Neacsu, 2006, Tezel, 2011).

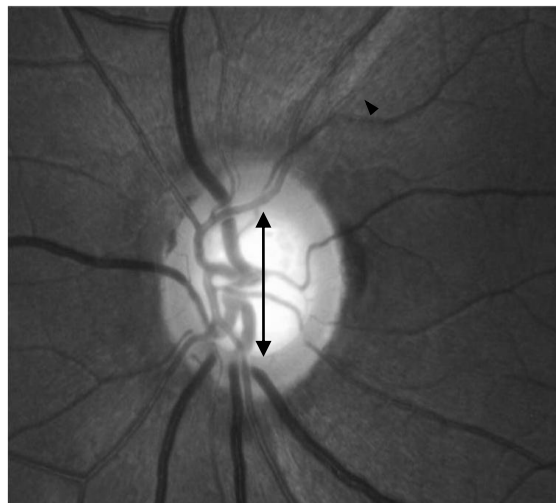


Figura 5: Retinografia mostrando NO com lesão glaucomatosa, caracterizada por aumento de sua escavação (seta de cabeça dupla) e defeitos iniciais na camada de fibras nervosas da retina (cabeça de seta) (Ribeiro, 2011).

Atualmente, o glaucoma é considerado a principal causa de cegueira irreversível no mundo (Foster et al., 2008.), sendo o GPAA o tipo mais comum dessa doença. Já em 1996, a estimativa era que em 2010, cerca de 60 milhões de pessoas apresentariam glaucoma em todo o mundo e que 10% destas pessoas seriam bilateralmente cegas (Foster et al., 2008, Quigley et al., 2003, Quigley, 1996).

Os fatores de risco mais aceitos atualmente para o GPAA são idade acima de 40 anos, raça negra, PIO acima dos níveis considerados normais, presença de história familiar da doença em parentes de primeiro grau, menor

espessura central da córnea, e alterações específicas na cabeça do NO (Rudnicka et al., 2006). Além disso, vários estudos têm sido realizados para avaliar e demonstrar o envolvimento genético e a ação da menor pressão de perfusão ocular na fisiopatologia do glaucoma, como fatores de risco (Vasudevan et al., 2011). Para a progressão do glaucoma, devem ser considerados, adicionalmente outros fatores de risco como a hipotensão noturna secundária ao tratamento da hipertensão arterial sistêmica (Mello, Tavares, 2005), a não persistência (Paula em publicação) e não adesão ao tratamento (Silva et al 2010).

1.2. Exercício Físico

1.2.1. Conceito

A atividade física pode ser definida como qualquer movimento corporal produzido pela musculatura esquelética com geração de força e/ou movimento dos segmentos corporais, que resulte em gasto energético (Caspersen et al., 1985). Dentro dessa definição, o exercício físico é considerado como atividade física, em que há intencionalidade de movimento, de forma planejada, estruturada, repetitiva e que tem por objetivo a melhora ou manutenção de um ou mais componentes de aptidão física (Caspersen et al., 1985, Milani et al., 2005).

1.2.2. Exercício Físico e Saúde

O exercício físico apresenta um importante papel na prevenção e controle de diversos problemas de saúde pública. Dentre os principais quadros patológicos possíveis de receberem benefícios com a prática de atividades físicas, ressalta-se a síndrome metabólica, caracterizada por hipertensão arterial sistêmica, resistência à insulina, intolerância à glicose/ Diabetes Mellitus, obesidade central e dislipidemia (Pescatello et al., 2004).

A importância da atividade física para a saúde das pessoas é reconhecidamente de grande magnitude. No ano 2000, a atividade e o

condicionamento físico encabeçaram a lista das 22 áreas prioritárias do projeto governamental norte-americano denominado “Povo saudável no ano 2000” (CDC, 1990). De fato, em relação à promoção de saúde, atividade e condicionamento físico consta no primeiro item elencado, sendo nutrição o segundo item prioritário (CDC, 1990).

A adoção de um estilo de vida não sedentário, em que a prática da atividade física equilibrada e controlada seja um hábito, conduz à possibilidade de reduzir diretamente o risco de desenvolvimento da maior parte das doenças crônico-degenerativas, além de servir como elemento promotor de mudanças com relação a fatores de riscos para inúmeras outras doenças (Mcginnis, 1992). Sabe-se, por exemplo, que as pessoas sedentárias apresentam risco quase duas vezes maior de desenvolver doença arterial coronariana quando comparadas às que desenvolvem uma atividade física regular (Powell et al., 1987).

Os portadores de algumas doenças crônicas também se beneficiam do exercício físico com finalidade terapêutica, principalmente a doença arterial coronariana (Powell et al., 1987) e a hipertensão arterial sistêmica (Wilmore, Costil, 2001). A prática do exercício tem, inclusive, relação inversa com a mortalidade decorrente de doenças cardiovasculares ou respiratórias, como demonstrado no conhecido estudo de Paffenbarger et al (1986) no qual foram estudados 16.936 ex-alunos da Universidade de Harvard, avaliados quanto à prática de atividade física (caminhar, subir escadas, praticar esportes) dentre outras características, sendo seguidos por 12 a 16 anos.

1.2.2.1. Exercício Físico e Pressão Intraocular

Na literatura, são escassos os estudos que correlacionam exercício físico com variações na PIO. A primeira referência data do século XX, com Croomberg e Stoewer (1964), que verificaram elevação da PIO em indivíduos submetidos a esforços nos quais havia contração muscular torácica e abdominal. Há também poucos trabalhos experimentais, em geral em coelhos,

como o de Markus et al (1970), no qual foram avaliados os efeitos do exercício em condições experimentais na PIO.

Indivíduos que se submeteram à prática de exercícios de curta duração com variadas intensidades mostraram abaixamento da PIO (Qureshi et al., 1996a). De forma semelhante, outro estudo envolvendo estudantes de medicina chineses acompanhados durante 10 semanas em programa de treinamento físico supervisionado havia mostrado resultados semelhantes em termos de PIO quando os participantes eram comparados com os controles (Qureshi et al., 1996b).

Outros estudos podem ainda ser citados, referente à avaliação da PIO em situações de exercício físico variado. Brody et al (1999) em um estudo compreendendo estresse psicológico e manobra de Valsava envolvendo 49 indivíduos adultos demonstrou elevação da PIO no comportamento desta com exercícios isométricos e isocinéticos, bem como com a intensidade do exercício. Moura (1996), no Brasil, avaliou o comportamento dos valores de PIO em situações de repouso e exercício físico submáximo na bicicleta ergométrica, associada à ingestão de água em três diferentes temperaturas (10°C, 24° C e 38° C). A análise estatística dos resultados mostrou que não ocorreram diferenças na PIO relacionadas às diversas situações experimentais de exercício e repouso. Foram observadas diferenças significativas na PIO atribuídas a ingestão de água, porém sem relação com sua temperatura. Ainda utilizando a bicicleta ergométrica, Era et al. (1993) avaliaram a variação da PIO em indivíduos sadios de 66 a 85 anos e observaram diminuição dessa em apenas 34% dos sujeitos de pesquisa, sem diferença entre os considerados atletas e os controles.

Assim, pode-se observar na literatura que a relação entre atividade física e PIO ainda é controversa, assim como a correlação das modificações dos níveis de PIO com a intensidade e tipo de exercício, gênero, idade e nível de aptidão física (Dane et al., 2006).

De todo forma, considerando as modificações na PIO, não há até o momento na literatura consistência na indicação definitiva da prática de

atividade física para o tratamento do glaucoma. Em relação à PIO, há descrição da relação entre atividade física e diminuição transitória da PIO (Jorge, 2002), porém um artigo recente (Yip et al, 2011) aponta correlação com a pressão de perfusão ocular e descreve a necessidade de maiores detalhamentos nesse assunto.

1.2.3. Natação

A natação é uma prática esportiva que se constitui de vários exercícios físicos praticados na água. Este esporte já era praticado na Grécia Antiga por trazer benefícios ao corpo humano. Atualmente, são definidos quatro estilos de natação: crawl (nado livre), borboleta, peito e costas (Masi, 2000).

A natação é considerado por muitos como um dos melhores exercícios respiratórios, é também um exercício de resultados estéticos de excelência, muito porque o nadador encontra resistência elástica ao tentar vencer a pressão da água (Bonacelli, 2004).

A prática rotineira da natação repercute positivamente sobre a saúde, como por exemplo, nos problemas da coluna vertebral, reeducação pós-fratura, nos casos de obesidade, magreza anormal e distúrbios respiratórios, dentre outros. Mas, tal atividade pode ir além da ajuda das condições físicas, ou seja, o contato da água com a pele pode ocasionar o bem-estar corporal, o prazer e a satisfação pessoal (Bonacelli, 2004).

Nieman (1999) afirma que os objetivos propostos pela natação incorporam conceitos de reeducação no comportamento do indivíduo, no meio aquático, enfrentando situações novas e, a cada dificuldade superada, constatando um progresso na sua eficiência. De acordo com Kerbej (2002) e Lang et al (2004), a importância da natação se coloca nos objetivos mais gerais, sendo eles: desenvolvimento das qualidades físicas, relaxamento, controle respiratório, melhoria dos problemas posturais, controle corporal e das habilidades aquáticas. Além desses objetivos físicos motores, encontramos outros de ordem orgânica, sendo eles: resistência cardiovascular, resistência

do sistema respiratório, expansão pulmonar e desenvolvimento do sistema muscular.

1.2.4. Óculos de Natação e PIO

A natação é uma forma bastante popular de atividade física, sendo que boa parte dos nadadores fazem uso de óculos de proteção ocular, denominados óculos de natação, usados também para melhorar a visibilidade debaixo da água (Legerton, 1993). Intuitivamente, a tensão dos óculos sobre a região periocular pode comprimir o sistema vascular dessa região, além de outras estruturas, que poderia levar a um aumento da pressão venosa episcleral, com conseqüente aumento da PIO.

Poucos e recentes estudos tem se preocupado com a interação entre o uso de óculos de natação e alterações na PIO. Estes estudos mostraram aumento transitório da PIO durante o uso destes instrumentos, que cede com a sua retirada e que dependem do modelo do equipamento utilizado (Ma et al., 2007, Morgan et al., 2008, Starr, Radcliffe, 2009).

Desta forma, o uso de óculos de natação pode constituir um fator de elevação da PIO em praticantes desta modalidade esportiva. Condições relacionadas ao seu uso necessitam de maiores estudos, principalmente as de ordem oftalmológica, visando especialmente a orientação de pacientes com glaucoma.

1.3. Justificativa

Considerando que os trabalhos citados não estudaram a possível influencia da anatomia da região orbitária nas variações da PIO com o uso de óculos de natação, decidiu-se acrescentar informações sobre detalhes desta relação. Adicionalmente, pretendeu-se verificar se outros fatores, como a pressão de perfusão ocular e a APO, seriam alterados com o uso desse equipamento de proteção.

Essas informações poderão dar subsídios para adequada orientação de pessoas com suspeita ou diagnóstico de glaucoma, no que tange a prática desta atividade física com o uso de óculos de proteção.

2. OBJETIVOS

São objetivos do presente estudo:

1. Avaliar os níveis da PIO antes, durante e após o uso de óculos de natação, com o TAG e o TCD;
2. Avaliar a amplitude do pulso ocular através do TCD antes, durante e após o uso de óculos de natação, relacionando-os com os níveis da PIO e de pressão arterial sistêmica, nos diferentes momentos da avaliação;
3. Relacionar os achados de PIO com fatores potencialmente associados à mecânica de variação das tensões oculares e perioculares.

3. SUJEITOS E MÉTODOS

3.1. Desenho do Estudo

Estudo transversal, baseado em uma amostra de voluntários sadios.

3.2. Aspectos Éticos

Este estudo seguiu os princípios da Declaração de Helsinki e foi aprovado pelo “Comitê de Ética em Pesquisa” do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP), que está devidamente registrado na “Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP”, do “Conselho Nacional de Saúde”, em 30 de setembro de 2009 (Processo HCRP no. 3237/2009) (Anexo 1).

Um *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido* foi elaborado em conformidade com as instruções da Resolução nº 196/96, do Conselho Nacional de Saúde, foi apresentado aos participantes esclarecendo os procedimentos, objetivos e condições da pesquisa (Anexo 2). A concordância em participar da pesquisa foi confirmada pela assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, pela pesquisadora e pelo participante. As medidas foram realizadas no HCFMRP-USP.

3.3. Sujeitos

Foram incluídos nesse estudo 35 olhos de 35 sujeitos, de acordo com os seguintes critérios: indivíduos sadios, de ambos os sexos e todas as etnias, maiores de 18 anos e menores de 60 anos e sem afecções oftalmológicas.

Foram considerados, ainda, os seguintes critérios de exclusão: portadores de vício de refração maior que 6 dioptrias e de alterações físicas ou cognitivas que impedissem o entendimento ou a realização dos exames e não concordância em participar e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

3.4. Delineamento experimental

Todos os sujeitos incluídos nesta pesquisa foram selecionados dentre acompanhantes e funcionários do HCFMRP-USP, entre julho de 2010 e junho de 2011 e avaliados por dois oftalmologistas, a pesquisadora e uma técnica em enfermagem oftalmológica, conforme descrito abaixo.

A média $\pm$ desvio padrão da idade dos sujeitos incluídos foi 36,97 anos, sendo doze (34,28%) sujeitos do sexo masculino e vinte e três (65,71%) sujeitos do sexo feminino, perfazendo um total de 19 olhos direitos e 16 olhos esquerdos.

Para a determinação da variação induzida nos níveis de PIO, foram utilizados dois óculos de natação da marca Speedo® (Multisport, São Paulo, Brasil). Com base em um trabalho prévio (Morgan et al., 2008), um dos óculos teve a parte central das lentes retirada, na oficina de precisão do HCFMRP-USP, para a realização da medida durante o período de uso dos óculos (aqui denominado ON1). O outro permaneceu inalterado (denominado ON2) (Figura 6).

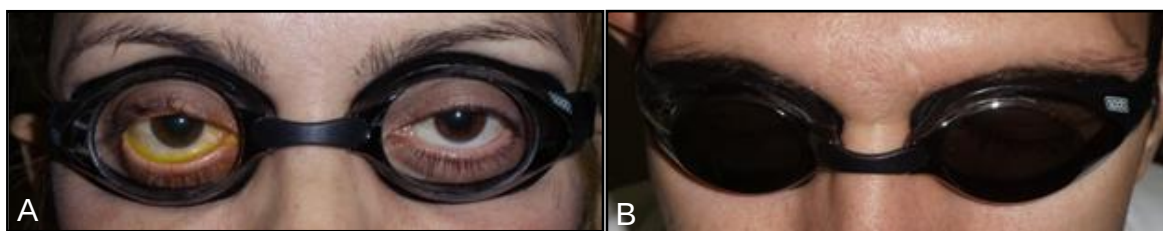


Figura 6: Fotografia ilustrando os óculos de natação utilizados. **(A)** com a lente retirada (ON1); **(B)** com a lente (ON2), como utilizado durante a prática esportiva.

As avaliações preconizadas foram realizadas levando em conta um olho escolhido aleatoriamente por paciente, com exceção do exame oftalmológico prévio, o qual foi realizado nos dois olhos de cada paciente.

Os procedimentos foram realizados na seguinte ordem:

1. Exame oftalmológico inicial: acuidade visual, auto-refração, exoftalmometria (exoftalmômetro de Hertel), paquimetria e biometria ultrassônica (Ocuscan – sistema ultrassônico, Alcon Laboratories Inc., Texas, EUA) e fundoscopia.
2. Medida do rebordo orbitário: Foram realizadas mensurações da distância vertical e horizontal do rebordo orbitário, através do uso de um compasso de 50mm e pontas delicadas (desenvolvido especificamente para esse trabalho – HR instrumental cirúrgico Ltda., Brasil). Para cada medida, procedeu-se a marcação dos pontos mais distantes do rebordo com caneta de pele, levando em consideração uma linha imaginária que passasse pelo centro da pupila.
3. Medida do perímetro craniano modificado: foram medidos os perímetros de todos os sujeitos, através de uma fita métrica posicionada ao nível dos olhos, passando logo acima da orelha. Tais medidas foram utilizadas para cálculo da força elástica exercida individualmente (descrito abaixo).
4. Medidas da rigidez escleral e níveis da PIO basal: antes da colocação dos óculos de natação, a PIO basal foi avaliada com TAG (modelo R900, Haag-Streit, Koeniz, Suíça) antes da tonometria de indentação com o tonômetro de Schiotz® (OPTIMETRICS, Miami, FL, USA) em decúbito dorsal (com o peso de 7,5g), com o objetivo de se determinar, além da PIO basal (momento 0), os índices de rigidez escleral (Calixto 1961). Para a realização dos exames da PIO foi instilado uma gota de colírio anestésico (proximetacaína 0,5%; Visonest® - Allergan, São Paulo, Brasil) e uma de fluoresceína sódica 1% (Allergan, São Paulo, Brasil), podendo ser repetidas as doses conforme necessidade.

5. Avaliações das alterações induzidas pelos óculos de natação: cinco minutos após a realização da tonometria de indentação de Schiötz, procederam-se as medidas da PIO novamente com o TAG e também com o TCD (Pascal® - Swiss Microtechnology AG, Ziemer Ophthalmic Systems Group Company Port, Switzerland) (momento 1 = Antes) (Figura 7). Na sequência, colocou-se o ON1 e realizadas as medidas com o TAG e o TCD após dois minutos (momento 2 = Durante) e logo após a retirada dos mesmos (momento 3 = Após). Após cinco minutos de intervalo, colocou-se o ON2 por cinco minutos e realizou-se novas medidas da PIO com o TAG e o TCD, logo após sua retirada (momento 4 = Final). O intervalo entre as medidas foi baseado nas observações de Morgan et al, 2007.



Figura 7: Fotografias demonstrando instrumentos usados nos diversos momentos do estudo. Para aferição da PIO: **(A)** tonômetro de Schiötz; **(B)** tonômetro de Goldmann; **(C)** tonômetro de Pascal. Para mensuração da distância vertical e horizontal do rebordo orbitário: **(D)** Compasso de Vernier com 50 mm.

A calibração do TAG (modelo R900, Haag-Streit, Koeniz, Suíça) foi checada de acordo com as orientações do fabricante. O aparelho foi utilizado acoplado na lâmpada de fenda, em posição sentada.

O TCD é um dispositivo acoplado na lâmpada de fenda que necessita da colocação de uma luva na sua ponta. Um sinal sonoro é emitido pelo

dispositivo quando a ponta está em contato com a córnea e corretamente posicionada (Kanngiesser *et al.*, 2005). A medição automática da PIO leva aproximadamente 75 segundos. Na sequência, a PIO diastólica, que corresponde ao PIO real, o valor de amplitude de pulso ocular (APO) (Grieshaber *et al.*, 2008) e a qualidade da medida Q foram exibidos no *display* digital. O aparelho possui qualidade de 1 a 5, sendo consideradas para a pesquisa as qualidades 1 e 2 (Q1 e Q2), por serem as mais confiáveis. Nos casos onde não foi possível obter Q1 e Q2, os dados relativos à TCD e a amplitude de pulso ocular foram excluídos do estudo.

A medida da pressão arterial sistêmica (PAS) foi realizada com o aparelho Omron HEM 705cp® (Eletrônica do Brasil Ltda., SP, Brasil) em todos os momentos do estudo. Os valores da PAS foram utilizados para cálculo da pressão de perfusão ocular (PPO), através da fórmula:

$$\text{PPO} = 2/3 \text{ PAM} - \text{PIO}$$

$$\text{PAM} = (\text{PS} + 2\text{PD})/3$$

3.5. Cálculo da força elástica induzida

Procedeu-se o cálculo da força elástica de compressão dos óculos de natação, através da aplicação da Lei de Hooke, onde:

$F_e = K \cdot 2X$; sendo:

F_e = força elástica;

K = 436 N/m, constante do material elástico (determinada em um fragmento da borracha dos óculos, no Laboratório de Física das Universidades do Colégio Oswaldo Cruz);

X = distensão linear do material, multiplicada por 2 (devido à dupla fita de borracha dos óculos)

A circunferência dos óculos foi medida e ficou padronizada em 47 cm na face interna para todos os avaliados, sendo que as diferenças observadas nas medidas individuais do perímetro craniano modificado foram consideradas como a variável X (distensão linear).

3.6. Análise Estatística

Os dados coletados foram descritos por parâmetros usuais de estatística descritiva, por meio de frequência, média e erro ou desvio padrão. Dado à natureza dos dados, os grupos foram comparados utilizando testes não-paramétricos para variáveis contínuas ou ordinais, complementado por tabelas de contingência ou testes de correlação, quando aplicáveis (*software Prism 5.0* e *GraphPadInstat - GraphPad Software Inc., CA, EUA*).

Para estudo da influência dos fatores rigidez escleral, exoftalmometria, comprimento axial, paquimetria, área do rebordo da órbita e força elástica sobre a variação da PIO, utilizou-se o modelo de regressão linear múltipla através do método dos quadrados mínimos (*software JMP 8.0.2; SAS Institute Inc., EUA*). Valores de $p < 0,05$ foram considerados como estatisticamente significativos.

4. RESULTADOS

4.1. Alterações da pressão intraocular com o uso dos óculos de natação.

Efeitos observados com o TAG

Foram observadas diferenças estatisticamente significativas com o uso dos óculos de natação na comparação dos valores da PIO entre os momentos estudados ($n=35$; $p<0,0001$; teste de Kruskal-Wallis). Por meio do teste de Mann-Whitney, as comparações diretas entre todos os momentos estudados foram significativas ($p<0,0001$), com exceção apenas na comparação entre os momentos após (3) e final (4) ($p=0,376$) (Figura 8).

Efeitos observados com o TCD

Da mesma forma, foram observadas diferenças significativas com o uso dos óculos de natação na comparação dos valores da PIO entre os momentos estudados ($n= 10$; $p=0,006$; teste de Kruskal-Wallis). Através do teste de Mann-Whitney, apenas a comparação entre os momentos durante (2) e após (3) ($p=0,002$) e entre os momentos antes (1) e após (3) ($p=0,029$) foram significativos (Figura 8).

Por meio do teste de Spearman, observou pouca correlação entre as leituras observadas com o TAG e o TCD, sendo estatisticamente significativa apenas no momento final (coeficiente de determinação $r^2= 0,402$; $p=0,0005$).

Tabela 1- Distribuição dos valores médios da tonometria de aplanção de Goldman, tonometria de contorno dinâmico, pressão arterial média (PAM), pressão de perfusão ocular (PPO) e da amplitude de pulso ocular (APO) nos diversos momentos do estudo.

Momentos	TAG* (mmHg)	TCD** (mmHg)	PAM* (mmHg)	PPO* (mmHg)	APO** (mmHg)
1	13,14	12,61	100,0	53,56	1,87
2	20,60	14,94	105,8	49,90	2,17
3	9,19	11,21	98,94	56,76	1,54
4	10,03	11,79	94,91	52,91	1,67

*N = 35; **N = 10.

4.3. Relação da pressão de perfusão ocular com os níveis de pressão intraocular e amplitude de pulso ocular.

Para a análise da correlação da PPO com a PIO e APO optou-se por se considerar as alterações mais evidentes, notadas com a colocação do ON1, ou seja, nas médias das diferenças entre os momentos 2 e 1 para cada variável. Observou-se uma correlação linear estatisticamente significativa entre os valores da diferença da PIO dados pelo TAG e da diferença da PPO entre esses momentos (n=35; r= -0,57; p=0,0003 – teste de Spearman) (Figura 9). Tal análise mostrou correlação moderada sem significância estatística entre as diferenças da PPO e APO (n=10; r= 0,52; p=0,1231).

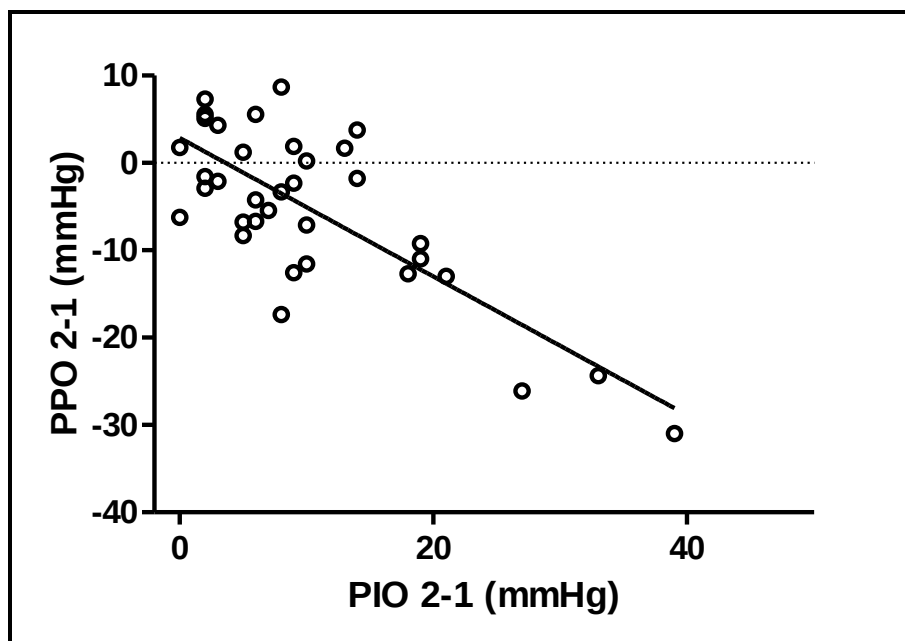


Figura 9: Relação das diferenças (em mmHg) da pressão de perfusão ocular (PPO) e pressão intraocular (PIO) entre os momentos 2 (durante o uso de óculos de natação) e 1 (antes do uso de óculos de natação).

4.4. Fatores relacionados ao aumento da pressão intraocular com o uso de óculos de natação

Buscando a identificação de fatores relacionados à indução de aumento da PIO com o uso de óculos de natação procedeu-se a análise de regressão linear multivariada entre essas variáveis e a diferença na leitura com o TAG, entre os momentos 2 (durante) e 1 (antes). Deve-se ressaltar que dado o impedimento do cálculo da rigidez escleral (por fatores diversos, como problemas técnicos e intolerância do paciente), quatro sujeitos foram excluídos (n adotado = 31).

A partir dos resultados observados com o método dos quadrados mínimos, observou-se uma relação estatisticamente significativa entre a diferença da PIO induzida pelo ON1 e a área do rebordo orbitário ($p=0,0052$) (Figura 10) e a força elástica dos óculos de natação ($p=0,0019$) (Figura 11 e Tabela 2).

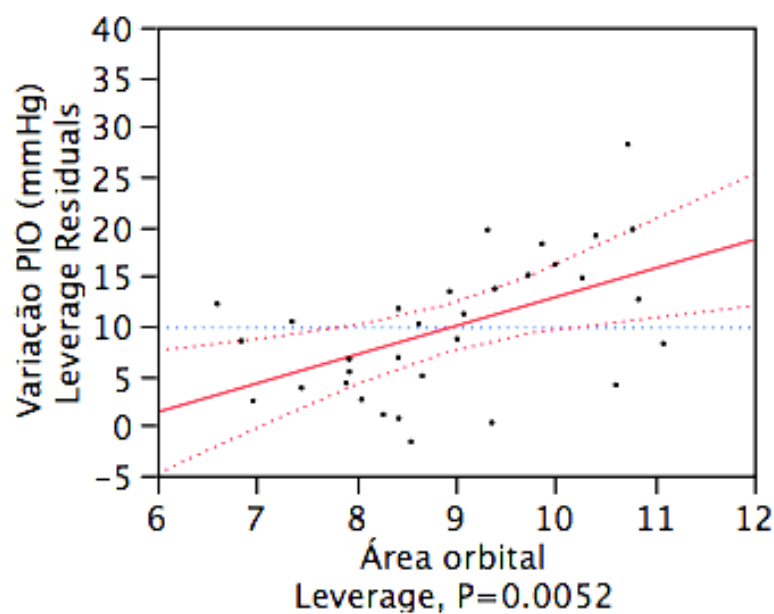


Figura 10: Correlação entre a variação da PIO induzida pelo ON1 (momentos 2-1) e a área do rebordo orbitário calculado individualmente.

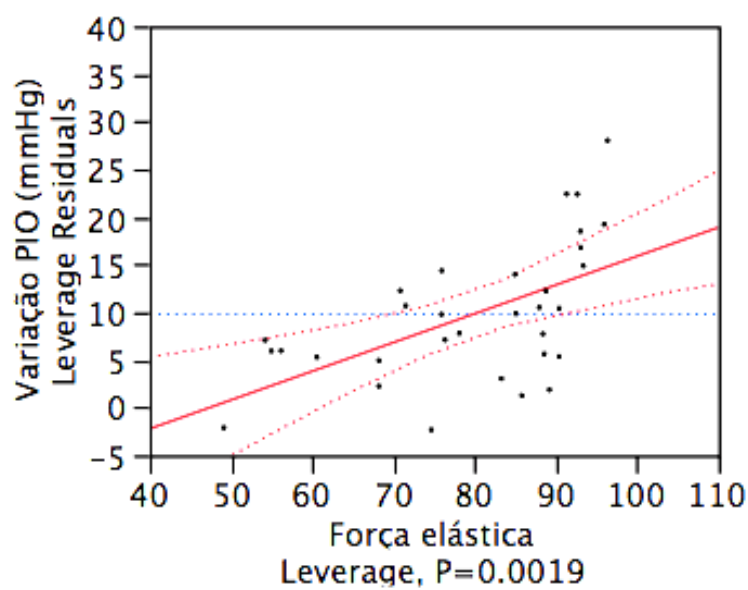


Figura 11: Correlação entre a diferença da PIO induzida pelo ON1 (momentos 2-1) e a Força Elástica calculada individualmente.

Tabela 2- Descrição dos resultados da análise multivariada utilizada para determinação estatística da influência dos fatores estudados na variação da pressão intraocular (PIO).

Fator	Estimativa	Erro padrão	Razão de t	Prob> [t]
<i>Intercepto</i>	-95,039	35,15	-2,70	0,012*
<i>Rigidez Escleral</i>	-213,935	625,03	-0,34	0,735
<i>Exoftalmometria</i>	0,774	0,57	1,35	0,191
<i>Comprimento Axial</i>	0,562	1,21	0,46	0,647
<i>Paquimetria</i>	0,062	0,05	1,36	0,186
<i>Área Rebordo Orbitário</i>	2,885	0,94	3,06	0,005*
<i>Força Elástica</i>	0,302	0,09	3,47	0,002*

5. DISCUSSÃO

Atualmente o exercício regular é uma das propostas do estilo de vida saudável, uma vez que proporciona inúmeros benefícios para a saúde em geral. Apresenta um importante papel na prevenção e controle de diversos problemas de saúde pública como hipertensão arterial sistêmica e diabetes mellitus, além alguns benefícios oculares descritos, como: diminuição da PIO (Gale et al., 2009, Natsis et al., 2009), aumento da PPO (Yip et al., 2011) e menor risco de oclusão venosa da retina e degeneração macular senil (Gale et al., 2009).

Por outro lado, a prática esportiva está associada também à maior frequência de lesões em diversas partes do corpo (Valovich et al., 2011, Hootman et al., 2007). Dentre deste aspecto, os equipamentos de proteção exercem papel importante, prevenindo a ocorrência de traumas ou lesões por repetição (McBain et al., 2012).

O uso de óculos de natação representa a forma usual de proteção dos olhos na água, durante esta prática esportiva. Apesar de relatos de surtos de conjuntivite terem sido descritos dentre usuários de piscinas comunitárias, principalmente relacionados aos adenovírus (Turner et al., 1987, Artieda et al., 2009), o uso de tais protetores foi pouco estudado cientificamente na prevenção de doenças oculares, como a conjuntivite (Wu et al., 2011).

Por outro lado, os seguintes efeitos deletérios foram relatados com o uso de óculos de natação: cefaléia (Krymchantowski, 2010), deformidades nasais (Bodor et al., 2008), dermatites e alergias (Vaswani et al., 2003, Azurdia, King, 1998, Romaguera et al., 1988), lesões oculares diversas (Peng et al., 2006, Jordan et al., 2001, Wirta et al., 1998, Plaut, 1998, Doyle 1994, Jonasson 1977, Wu et al., 2011, Killer, Blumer, 1999) e alterações na PIO (Read et al., 2011, Kang et al., 2010, Starr, Radcliffe 2009, Morgan et al., 2008, Ma et al., 2007, Wakely et al., 2004).

Alguns estudos anteriores correlacionaram o uso de óculos de natação com a PIO (Wakely et al., 2004, Ma et al., 2007, Morgan et al., 2008, Kang et al., 2010, Starr, Radcliffe, 2009, Read et al., 2011). Desta forma, este estudo buscou pesquisar a relação da PIO com o uso de óculos de natação, podendo

também ser este um causador de alterações na PPO e na APO, através da avaliação de duas estratégias diferentes de tonometria. Em conjunto, procurou também mostrar fatores (variáveis) individuais associados às alterações observadas. De fato, o objetivo primordial da colocação de óculos de natação nos indivíduos estudados foi então o de servir como um teste provocativo de aumento de PIO, a fim de se estudar outros fenômenos associados. De forma semelhante à trabalhos prévios (Read et al., 2011, Kang et al., 2010, Starr, Radcliffe, 2009, Morgan et al., 2008, Ma et al., 2007), foram observadas neste estudo elevações da PIO com o uso dos óculos de natação, através de medidas obtidas com o TAG. A variação da PIO estudada com o TAG foi baseada na observação de 35 sujeitos e apresentou diferenças estatisticamente significativas em todos os momentos de análise, com exceção da comparação entre os momentos após (3) e final (4), na qual houve não se observou diferenças significativas. Assim, verificou-se elevação da PIO durante o uso dos óculos de natação e diminuição após a retirada, porém sem diferenças significativas entre os momentos posteriores à retirada dos dois óculos de natação [momentos (3) e (4)]. Uma possível explicação para isso seria a compressão dada pelos óculos de natação sobre a região periocular e então para os olhos, assim como visto por (Morgan et al., 2008, Ma et al., 2007, Wakely et al., 2004). Outra hipótese deste trabalho foi a de que a pressão venosa episcleral possa aumentar durante o uso dos óculos de natação, levando ao menor fluxo do humor aquoso e aumento secundário da PIO, porém não há comprovações para esta afirmativa.

A variação da PIO também foi evidenciada com as medidas feitas com o TCD, porém não se observou aumento significativo durante o uso dos óculos de natação e entre os dois momentos posteriores à retirada dos óculos de natação.

Tais discrepâncias, em relação aos achados obtidos com o TAG, podem em parte ser explicadas pelas diferenças técnicas e pelo menor número de sujeitos analisados (n=10). Isto porque 25 sujeitos apresentaram em alguma das leituras com o TCD qualidade pior que Q1 ou Q2. Até o presente momento

não há descrições de trabalhos na literatura que tenham utilizado o TCD nas alterações de PIO induzidas por óculos de natação.

Além disso, através do teste de Spearman, observou-se pouca correlação entre as leituras do TAG e do TCD, sendo estatisticamente significativa apenas no momento final ($r^2 = 0,402$; $p = 0,0005$). A correlação entre as medidas fornecidas pelo TCD e o TAG em condições normais foi também boa, tanto em olhos normais como glaucomatosos, em estudos prévios (Doyle e Lachkar, 2005; Kamppeter e Jonas, 2005; Kniestedt *et al.*, 2005; Grieshaber *et al.*, 2007). Especula-se assim, considerando problemas de qualidade do exame com o TCD e semelhança dos presentes achados com resultados publicados anteriormente, que condições associadas aos exames praticados podem ter grande interferência na capacidade de medição correta do TCD. De fato, foi notada grande dificuldade técnica no exame do TCD em vários pacientes, principalmente nos momentos 2 e 3.

De forma semelhante ao observado na análise feita para o TCD nos diversos momentos referentes aos dados da PIO, maiores valores de APO foram vistos durante o uso dos óculos de natação (porém não significativos), com valores menores observados após a sua retirada. Interessantemente, houve um comportamento inverso entre a APO e a PPO, porém nenhuma correlação significativa entre essas variáveis foi observada nos diversos momentos ($p > 0,05$).

Um possível mecanismo que explicaria tais acontecimentos estaria relacionado à “melhor” detecção do pulso ocular durante a compressão dos tecidos perioculares pelos óculos de natação, que ao conter o globo ocular, apertando-o, evidenciaria a entrada de sangue na coróide, na forma de um pulso mais detectável. Com a retirada dos óculos de natação, haveria uma maior frouxidão dos tecidos, que amorteceria tal pulso, diminuindo a APO. De maneira inversa, a PPO estaria diminuída com o aperto aplicado ao olho pelos óculos de natação, mas aumentaria com sua retirada, inclusive talvez por um mecanismo de estímulo local à reperusão.

Como mencionado, a APO é detectada pelas variações na tensão aplicada à superfície da cabeça do TCD, refletindo a diferença entre as medidas da PIO durante a sístole e a diástole, e pode estar associada a um pulso decorrente do enchimento/esvaziamento da coróide. (Grieshaber et al, 2009; Kanngiesser et al., 2005).

Observou-se uma correlação linear estatisticamente significativa entre os valores da diferença da PIO dados pelo TAG e da diferença da PPO entre esses momentos ($p=0,0003$ – teste de Spearman). Ou seja, as maiores elevações da PIO com o uso dos óculos de natação se correlacionaram com as maiores quedas na PPO observadas e isso, do ponto de vista fisiológico, poderia decorrer da dificuldade de perfusão contra a resistência dada pela maior PIO e, do ponto de vista de cálculos, se explicaria pela presença da PIO na função que determina os valores individuais da PPO, mencionada na seção dos Métodos.

Como já descrito anteriormente (Choi et al., 2010) não houve correlação entre a APO e a PPO, porém, novamente, foram considerados apenas 10 sujeitos para a análise.

Como visto, Grieshaber et al. (2009) perceberam que a APO estaria menos relacionado à PAS e talvez mais com a resistência do sistema arterial carotídeo até o olho e com a rigidez escleral. Paralelamente, maiores níveis de APO foram detectados em forma mais leves de glaucoma (Weizer et al., 2007), Hommer et al. (2008) relacionaram maior rigidez escleral em pacientes com GPAA. Desta maneira, considerando tais estudos e os resultados deste trabalho, fica dúvida acerca da proposta relação entre maiores níveis de APO, maior rigidez escleral e glaucoma. Fica a hipótese, não comprovada, que a APO pode sofrer interferência das variações cardiovasculares, da PIO, da rigidez escleral e, talvez indiretamente, de mecanismos de contenção da região periocular.

Buscou-se estudar, a partir dos trabalhos (Morgan et al., 2008, Ma et al., 2007, Wakely et al., 2004), os principais fatores que estariam relacionados ao aumento da PIO induzida pelos óculos de natação, analisando diversos

fatores envolvidos no modelo de estudo. Observou-se uma relação estatisticamente significativa apenas entre a diferença da PIO induzida e a área do rebordo orbitário ($p=0,0052$) e a força elástica dos óculos de natação ($p=0,0019$).

Tais achados se explicam intuitivamente, pois parece claro que o aperto dos óculos de natação, por maior força elástica nas borrachas de ajuste dos mesmos, pode induzir maior compressão dos tecidos, refletindo em níveis de PIO mais elevados. Ainda, sujeitos com maior exposição ocular, dada por maiores áreas de rebordo orbitário, se apresentariam com mais susceptíveis à ação compressiva dos óculos de natação, por haver proporcionalmente menor “proteção óssea” ao instrumento. Tais fatores não haviam sido estudados nem previamente propostos (Morgan et al., 2008, Ma et al., 2007, Wakely et al., 2004).

As principais limitações deste estudo foram: menor número de participantes nas avaliações que envolveram o TCD (pelos problemas de qualidade do teste já descritos), caráter “artificial” do uso de óculos de natação modificados, outras condições elásticas da córnea não avaliadas (que não a paquimetria) (Brown, Congdon, 2006) e faixa etária restrita, além de outros fatores que podem interferir na apresentação da PIO.

Assim, a análise dos resultados mostrou que o instrumento utilizado (uso do óculos de natação) foi adequado para a indução de variação nos níveis da PIO, identificada pela tonometria do Goldmann. Além disso, observou-se alteração na PPO e APO em conjunto com o aumento da PIO induzida pelos óculos de natação, acompanhando os resultados observados com o TCD.

Dentre os fatores anatômicos avaliados, a área do rebordo orbitário e a força elástica utilizada nos óculos de natação foram as co-variáveis que apresentaram correlação significativa com a elevação da PIO, observada com o TAG. Por fim, tendo em mente os resultados obtidos, podemos dizer que o uso de óculos de natação está associado às variações pressóricas dos olhos e por isso, deve-se orientar a todos os praticantes – principalmente aqueles com glaucoma – a compra de óculos de natação maiores que o rebordo orbitário,

assim como o seu adequado posicionamento. Estudos futuros poderão auxiliar no estabelecimento de modelos anatomicamente mais adequados, assim como orientar o desenvolvimento de óculos de natação produzidos de forma personalizada.

6. CONCLUSÕES

Após análise dos resultados, concluiu-se que:

1. Houve elevação significativa da PIO média nesta amostra de sujeitos saudáveis com o uso de óculos de natação, com rebaixamento após sua retirada.
2. Nas medidas com o TCD observou-se aumento não significativo da PIO durante a aplicação desses óculos, com redução significativa após a retirada deste, no momento (3).
3. O uso dos óculos de natação induziu, de forma semelhante aos achados do TCD, aumento não significativo da APO, porém um rebaixamento significativo de tal amplitude foi observado após a retirada dos mesmos. A análise da PPO visou resumir as alterações envolvendo tanto a pressão arterial sistêmica quanto a PIO e não mostrou correlação significativa com a APO em nenhum dos momentos do estudo.
4. A área do rebordo orbitário e a força elástica relacionada aos óculos de natação usados foram os únicos fatores, dentre os estudados, que apresentaram correlação significativa com a elevação da PIO verificada através dos resultados do TAG.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alm A, Nilsson SFE. Uveoscleral outflow - a review. *Exp Eye Res.* 2009;88(4):760-8.

Armaly MF. On the distribution of applanation pressure. I. Statistical features and the effect of age, sex, and family history of glaucoma. *Arch Ophthalmol.* 1965;(73):11-8.

Artieda J, Pineiro L, Gonzalez M, Munoz M, Basterrechea M, Iturzaeta A, et al. A swimming pool-related outbreak of pharyngoconjunctival fever in children due to adenovirus type 4, Gipuzkoa, Spain, 2008. *Euro Surveill.* 2009;14(8):pii:19125. Erratum, *Euro Surveill.* 2009;14(9):pii:19139.

Azurdia RM, King CM. Allergic contact dermatitis due to phenol-formaldehyde resin and benzoyl peroxide in swimming goggles. *Contact Derm.* 1998;38(4):234-5.

Bicas HEA, Jorge AAH. *Oftalmologia - Fundamentos e Aplicações.* Novo Conceito Saúde; São Paulo, 2007.

Bodor RM, Breithaupt AD, Buncke GM, Bailey JR, Buncke HJ. Swimmer's nose deformity. *Ann Plast Surg.* 2008;60(6):658-60.

Bonacelli MCLM. *A Natação - No deslizar aquático da corporeidade.* Doutorado [Tese]. Campinas: UNICAMP; 2004.

Brody S, Erb C, Veit R, Rau H. Intraocular pressure changes: the influence of psychological stress and the Valsalva maneuver. *Biol Psychol.* 1999;51(1):43-57.

Bron AJ, Wolff E, Tripathi RC, Tripathi BJ. *Wolff's Anatomy of the Eye and Orbit.* Chapman & Hall Medical; London 1997.

Bronner A, Steinmetz-Simon S, Chataignon H. [Repercussions of physical exercise, ergometric bicycle type, on intraocular pressure in chronic glaucoma patients]. *Bull Soc Ophtalmol Fr.* 1974;74(11):1055-9.

Brown KE, Congdon NG. Corneal structure and biomechanics: impact on the

diagnosis and management of glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol*. 2006;17(4):338-43.

Calixto N. [Tonometry (applanation versus impression) and the scleral rigidity coefficient]. *Rev Bras Oftalmol*. 1961;20:49-72.

Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM, Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for health-Related Research. *Public Health Reports*. 1985; 100(2):126-31.

CDC, Centers for Disease Control. Healthy people 2000: national health promotion and disease prevention objectives for the year 2000. *MMWR - Morb Mortal Wkly Rep*. 1990;39(39):689-90, 695-7.

Chew SJ, Ritch R. Neuroprotection: the next breakthrough in glaucoma? Proceedings of the Third Annual Optic Nerve Rescue and Restoration Think Tank. *J Glaucoma*. 1997;6(4):263-6.

Choi J, Lee J, Park SB, Lee KS, Sung KR, Kook MS. Factors affecting ocular pulse amplitude in eyes with open angle glaucoma and glaucoma-suspect eyes. *Acta Ophthalmol*. 2010 jun 18 [cited 2012 jun 5]; Available in: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1755-3768.2010.01954.x/pdf>.

CNTGS. Collaborative Normal-Tension Glaucoma Study Group. The effectiveness of intraocular pressure reduction in the treatment of normal-tension glaucoma. Collaborative Normal-Tension Glaucoma Study Group. *Am J Ophthalmol*. 1998;126(4):498-505.

Coleman AL. Glaucoma. *Lancet*. 1999;354(9192):1803-10.

Raposo Filho A. Variações da pressão intraocular em pacientes submetidos ao teste ergométrico. *Rev Bras Oftalmol* 1998;57(8):607-15.

Dane S, Koçer I, Demirel H, Ucok K, Tan U. Effect of acute submaximal exercise on intraocular pressure in athletes and sedentary subjects. *Int J Neurosci*. 2006;116(10):1223-30.

Dielemans I, Vingerling JR, Wolfs RC, Hofman A, Grobbee DE, de Jong PT. The prevalence of primary open-angle glaucoma in a population-based study in The Netherlands. The Rotterdam Study. *Ophthalmology*. 1994;101(11):1851-5.

Doyle A, Lachkar Y. Comparison of dynamic contour tonometry with Goldmann applanation tonometry over a wide range of central corneal thickness. *J Glaucoma*. 2005;14(4):288-92.

Doyle SJ. Acute corneal erosion from the use of anti-misting agent in swimming goggles. *Br J Ophthalmol*. 1994;78(5):419.

Era P, Pärssinen O, Kallinen M, Suominen H. Effect of bicycle ergometer test on intraocular pressure in elderly athletes and controls. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 1993;71(3):301-7.

Foster A, Gilbert C, Johnson G. Changing patterns in global blindness: 1988-2008. *Community Eye Health*. 2008;21(67):37-9.

Friedenwald JS. Tonometer calibration; an attempt to remove discrepancies found in the 1954 calibration scale for Schiotz tonometers. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol*. 1957;61(1):108-22.

Gale J, Wells AP, Wilson G. Effects of exercise on ocular physiology and disease. *Surv Ophthalmol*. 2009;54(3):349-55.

Grieshaber MC, Katamay R, Gugleta K, Kochkorov A, Flammer J, Orgül S. Relationship between ocular pulse amplitude and systemic blood pressure measurements. *Acta Ophthalmologica*. 2009;1;87(3):329-34.

Grieshaber MC, Schoetzau A, Zawinka C, Flammer J, Orgul S. Effect of central corneal thickness on dynamic contour tonometry and Goldmann applanation tonometry in primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol*. 2007;125(6):740-4.

Hommer A, Fuchsjäger-Mayrl G, Resch H, Vass C, Garhofer G, Schmetterer L. Estimation of ocular rigidity based on measurement of pulse amplitude using pneumotonometry and fundus pulse using laser interferometry in glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008;49(9):4046-50.

Hootman JM, Dick R, Agel J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *J Athl Train*. 2007;42(2):311-9.

Jonasson F. Swimming goggles causing severe eye injuries. *Br Med J*. 1977;1(6065):881.

Jordan DR, Gilberg S, Khouri L. Eyelid masses associated with competitive swimming goggles. *Can J Ophthalmol*. 2001;36(6):339-40.

Jorge E. Correlação entre pressão intraocular e atividade física em hipertensos arteriais com e sem sobrecarga hídrica-influência do sexo, da lateralidade, do período do dia e da aptidão física. [Tese]. Botucatu: Universidade Estadual Paulista; 2002.

Kamppeter BA, Jonas JB. Dynamic contour tonometry for intraocular pressure measurement. *Am J Ophthalmol*. 2005;140(2):318-20.

Kang MH, Morgan WH, Balaratnasingam C, Anastas C, Yu D-Y. Case of normal tension glaucoma induced or exacerbated by wearing swimming goggles. *Clin Experiment Ophthalmol*. 2010;38(4):428-9.

Kanngiesser HE, Kniestedt C, Robert YCA. Dynamic contour tonometry: presentation of a new tonometer. *J Glaucoma*. 2005;14(5):344-50.

Kerbej FC. Nataçao - Algo mais que 4 nados. Manole; São Paulo, Brasil 2002.

Killer HE, Blumer BK, Rüst ON. Avulsion of the optic disc after a blow to swimming goggles. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 1999;36(2):92-3.

Klein BE, Klein R, Linton KL. Intraocular pressure in an American community. The Beaver Dam Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1992;33(7):2224-8.

Kniestedt C, Lin S, Choe J, Bostrom A, Nee M, Stamper RL. Clinical comparison of contour and applanation tonometry and their relationship to pachymetry. *Arch Ophthalmol*. 2005;123(11):1532-7.

Krymchantowski AV. Headaches due to external compression. *Curr Pain Headache Rep.* 2010;14(4):321-4.

Lang DM, Butz AM, Duggan AK, Serwint JR. Physical activity in urban school-aged children with asthma. *Pediatrics.* 2004;113(4):e341-346.

Lauretti-Filho A, Romão E, Lauretti CR. Glaucomas do Adulto. *Oftalmologia Clínica.* 2a. ed. Rio de Janeiro, Brasil: Cultura Médica; 2001.

Legerton JA. Prescribing for water sports. *Optom Clin.* 1993;3(1):91-110.

Leske MC, Connell AM, Wu SY, Nemesure B, Li X, Schachat A, et al. Incidence of open-angle glaucoma: the Barbados Eye Studies. The Barbados Eye Studies Group. *Arch Ophthalmol.* 2001;119(1):89-95.

Ma KT, Chung WS, Seo KY, Seong GJ, Kim CY. The effect of swimming goggles on intraocular pressure and blood flow within the optic nerve head. *Yonsei Med. J.* 2007;48(5):807-9.

Marcus DF, Krupin T, Podos SM, Becker B. The effect of exercise on intraocular pressure. II. Rabbits. *Invest Ophthalmol.* 1970;9(10):753-7.

Masi FD. Hidro: propriedades físicas e aspectos fisiológicos. Sprint; Rio de Janeiro, Brasil, 2000.

McBain K, Shrier I, Shultz R, Meeuwisse WH, Klügl M, Garza D, et al. Prevention of sport injury II: a systematic review of clinical science research. *Br J Sports Med.* 2012;46(3):174-9.

McGinnis JM. The public health burden of a sedentary lifestyle. *Med Sci Sports Exerc.* 1992;24(6 Suppl):S196-200.

Mello P, Mandia-Junior C. II Consenso Brasileiro de Glaucoma Primário de Ângulo Aberto. Sociedade Brasileira de Glaucoma. São Paulo. Planmark; 2005.

Milani M, Papa V, Gallo Jr. L. Exercícios resistidos. *In* Manual de condutas clínicas e cardiológicas, Maciel, B & Marin J, Editors. 2005, Segmentofarma: Rio de Janeiro. p. 287-91.

Morgan WH, Cunneen TS, Balaratnasingam C, Yu D-Y. Wearing swimming goggles can elevate intraocular pressure. *Br J Ophthalmology*. 2008;92(9):1218-21.

Moura M. Efeito do exercício físico submáximo associado à ingestão de água em diferentes temperaturas sobre a pressão intra-ocular. [tese] Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina; 1996.

Natsis K, Asouhidou I, Nousios G, Chatzibalas T, Vlasas K, Karabatakis V. Aerobic exercise and intraocular pressure in normotensive and glaucoma patients. *BMC Ophthalmol*. 2009;9:6.

Neacșu AM. [Etiopathogenic mechanisms in glaucoma]. *Oftalmologia*. 2006;50(2):18-22.

Nieman DC. Exercício e saúde: como se prevenir de doenças usando o exercício. Manole; São Paulo, Brasil, 1999.

Paffenbarger RS Jr, Hyde RT, Wing AL, Hsieh CC. Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *N Engl J Med*. 1986;314(10):605-13.

Paula J, Furtado J, Santos A, Coelho R, Rocha E, Rodrigues M. Risk factors for blindness in patients with open-angle glaucoma followed up for at least 15 years. 2012. In press.

Peng K-L, Chen K-H, Hsu W-M, Ho H-C, Chiang C-C, Lee Y-C, et al. Corneal injury by anti-misting agent in swim goggles: a case report. *Cornea*. 2006;25(2):228-31.

Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray CA. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(3):533-53.

Plaut GS. Diplopia in a swimmer due to badly fitting goggles. *Postgrad Med J*. 1998;74(876):607.

Powell KE, Thompson PD, Caspersen CJ, Kendrick JS. Physical activity and the incidence of coronary heart disease. *Annu Rev Public Health*. 1987;8:253-87.

Punjabi OS, Kniestedt C, Stamper RL, Lin SC. Dynamic contour tonometry: principle and use. *Clin Experiment Ophthalmol*. 2006;34(9):837-40.

Quigley HA, Friedman DS, Congdon NG. Possible mechanisms of primary angle-closure and malignant glaucoma. *J Glaucoma*. 2003;12(2):167-80.

Quigley HA. Number of people with glaucoma worldwide. *Br J Ophthalmol*. 1996;80(5):389-93.

Qureshi IA, Xi XR, Huang YB, Wu XD. Magnitude of decrease in intraocular pressure depends upon intensity of exercise. *Korean J Ophthalmol*. 1996;10(2):109-15.

Qureshi IA, Xi XR, Wu XD, Zhang J, Shiarkar E. [The effect of physical fitness on intraocular pressure in Chinese medical students]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 1996;58(5):317-22.

Read SA, Collins MJ, Annis-Brown T, Hayward NM, Lillyman K, Sherwin D, et al. The short-term influence of elevated intraocular pressure on axial length. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2011;31(4):398-403.

Ribeiro V. Efeito do uso de implantes de liberação lenta de Bevacizumabe na trabeculectomia experimental de coelhos [Dissertação]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo; 2011.

Romaguera C, Grimalt F, Vilaplana J. Contact dermatitis from swimming goggles. *Contact Derm*. 1988;18(3):178-9.

Rudnicka AR, Mt-Isa S, Owen CG, Cook DG, Ashby D. Variations in primary open-angle glaucoma prevalence by age, gender, and race: a Bayesian meta-

analysis. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2006;47(10):4254-61.

Shields MB. Textbook of glaucoma. Baltimore, EUA: Williams & Wilkins; 1998.

Silva LR, de Paula JS, Rocha EM, Rodrigues M de LV. [Factors related to glaucoma treatment compliance: patients' opinions from a University Hospital]. Arq Bras Oftalmol. 2010;73(2):116-9.

Silva MJL. Influência da Idade, Espessura Central da Córnea e do Índice de Qualidade na Tonometria de Contorno Dinâmico. [Tese] Campinas: UNICAMP; 2009.

Starr CE, Radcliffe NM. Swimming goggles and elevated intraocular pressure. Br J Ophthalmol. 2009;93(5):700.

Susanna R. Nervo óptico no glaucoma: aspectos oftalmoscópicos. São Paulo, Brasil: EDUSP; 1996.

Tavares IM, Mello PA de A. Normal tension glaucoma. Arq Bras Oftalmol. 2005;68(4):565-75.

Tezel G. The immune response in glaucoma: a perspective on the roles of oxidative stress. Exp Eye Res. 2011;93(2):178-86.

Turner M, Istre GR, Beauchamp H, Baum M, Arnold S. Community outbreak of adenovirus type 7a infections associated with a swimming pool. South Med J. 1987;80(6):712-5.

Valovich McLeod TC, Decoster LC, Loud KJ, Micheli LJ, Parker JT, Sandrey MA, et al. National Athletic Trainers' Association position statement: prevention of pediatric overuse injuries. J Athl Train. 2011;46(2):206-20.

Vasudevan SK, Gupta V, Crowston JG. Neuroprotection in glaucoma. Indian J Ophthalmol. 2011;59(Suppl):S102-113.

Vaswani SK, Collins DD, Pass CJ. Severe allergic contact eyelid dermatitis

caused by swimming goggles. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2003;90(6):672-3.

Wakely LA, Reeves G, Ashraff N, Wells AP. Swimming goggles suck. *Br J Ophthalmol*. 2004;88(12):1600-1.

Weizer JS, Asrani S, Stinnett SS, Herndon LW. The clinical utility of dynamic contour tonometry and ocular pulse amplitude. *J Glaucoma*. 2007;16(8):700-3.

Whitacre MM, Stein R. Sources of error with use of Goldmann-type tonometers. *Surv Ophthalmol*. 1993;38(1):1-30.

Wilmore JH, Costill DL. *Fisiologia do esporte e do exercício*. 2ª. ed. São Paulo: Manole; 2001.

Wirta DL, Dailey RA, Wobig JL. Eyelid neuroma associated with swim goggle use. *Arch Ophthalmol*. 1998;116(11):1537-8.

Wu YT, Tran J, Truong M, Harmis N, Zhu H, Stapleton F. Do swimming goggles limit microbial contamination of contact lenses? *Optom Vis Sci*. 2011;88(4):456-60.

Yip JLY, Broadway DC, Luben R, Garway-Heath DF, Hayat S, Dalzell N, et al. Physical activity and ocular perfusion pressure: the EPIC-Norfolk eye study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011;52(11):8186-92.

Yoles E, Schwartz M. Potential neuroprotective therapy for glaucomatous optic neuropathy. *Surv Ophthalmol*. 1998;42(4):367-72.

8. ANEXOS

ANEXO 1

APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA



HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA
DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

www.hcrp.fmrp.usp.br



Ribeirão Preto, 30 de setembro de 2009

Ofício nº 3237/2009
CEP/MGV

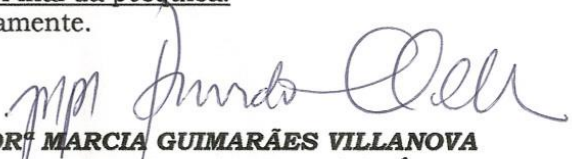
Prezadas Senhoras,

O trabalho intitulado **“INFLUÊNCIA DO USO DE ÓCULOS DE NATAÇÃO NA PRESSÃO INTRAOCULAR”** foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, em sua 296ª Reunião Ordinária realizada em 28/09/2009 e enquadrado na categoria: **APROVADO, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**, de acordo com o Processo HCRP nº 8764/2009.

Este Comitê segue integralmente a Conferência Internacional de Harmonização de Boas Práticas Clínicas (IGH-GCP), bem como a Resolução nº 196/96 CNS/MS.

Lembramos que devem ser apresentados a este CEP, o Relatório Parcial e o Relatório Final da pesquisa.

Atenciosamente.


DRª MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA
Vice-Coordenadora do Comitê de Ética em
Pesquisa do HCRP e da FMRP-USP

Ilustríssimas Senhoras

ANA PAULA BRANCO DE PAULA

PROFª DRª MARIA DE LOURDES VERONESE RODRIGUES (Orientadora)

Depto. de Oftalmo, Otorrino e Cirurgia de Cabeça e Pescoço

ANEXO 2

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Influência do Uso de Óculos de Natação na Pressão Intraocular

ESCLARECIMENTO AOS SUJEITOS DE PESQUISA

Prezado participante/ responsável legal:

Pesquisas anteriores mostraram que o Glaucoma pode ser devido a alterações na drenagem do humor aquoso do olho, deixando mais alta a pressão intraocular. Desta forma, a elevação da pressão intraocular é um fator de risco para o desenvolvimento de lesões glaucomatosas.

Nós estamos convidando o(a) senhor(a) (ou pessoa sob sua responsabilidade) para participar de uma pesquisa para sabermos se os óculos de natação usadas na prática deste esporte pode provocar a elevação da pressão intraocular. Para isso, a pressão de seus olhos será medida hoje, após anestesia com 1 gota de colírio anestésico em cada olho antes durante e após a colocação de dois tipos de óculos de natação. Após, um exame oftalmológico completo será realizado em dia previamente marcado, de acordo com suas possibilidades.

O único desconforto é o relacionado ao uso dos óculos de natação, num período total de 10 minutos é a ardência pelo colírio anestésico. Se houver algum outro problema, o que raramente poderia ocorrer, devido aos exames oculares, nós nos responsabilizamos pelo seu tratamento e reembolsaremos eventuais despesas.

Das medidas de pressão ocular obtidas nessas circunstâncias, poderemos constatar se o(a) senhor(a) tem alterações oculares e se o uso dos óculos de natação promovem aumento nos níveis dessa pressão. Esse estudo trará como benefício, para o(a) senhor(a) (ou pessoa sob sua responsabilidade), assim como para a população em geral, a evidência da relação entre uso de óculos de natação e glaucoma, que poderá ser importante, no futuro, para ajudar na orientação de todos os praticantes de natação e dos pacientes com glaucoma.

A participação nesta pesquisa é VOLUNTÁRIA e seu nome (nome do participante) vai ficar em segredo e não aparecerá nos resultados da pesquisa, não havendo assim possibilidade de ser identificado (mantendo total privacidade). O(A) senhor(a) (ou pessoa sob sua responsabilidade legal) não é obrigado(a) a participar desta pesquisa. Além disso, nos comprometemos a prestar informações ou esclarecimentos atualizados durante todas as fases do estudo, mesmo que esses possam afetar a sua vontade de continuar participando. Caso concorde em participar, poderá também desistir em qualquer momento, sem qualquer potencial prejuízo para você, durante e após a conclusão do trabalho.

Paciente/Responsável legal: _____

Pesquisador: _____

Ribeirão Preto, ____ de _____ de 20__.

Pesquisador responsável: Ana Paula Branco de Paula. (Contato: 16.3237.0822)

Pesquisadora associada: Profa. Maria de Lourdes V. Rodrigues (Contato: 16.3602.2426)