

VARIAÇÃO DA PRESSÃO INTRA-OCULAR DECORRENTE DO USO DE OCULOS DE NATAÇÃO

Rudolfeberhart Lenk¹, Marcelo Conte²
Rodrigo Gustavo Lopes¹, Marinho Jorge Scarpi¹

RESUMO

Objetivo: Verificar a variação da pressão intraocular decorrente do uso de óculos de natação. **Métodos:** Nove nadadores (5 homens e 4 mulheres), com idade entre 18 e 25 anos tiveram sua PIO medida em seis diferentes momentos. **Momento 1):** pré teste, **momento 2):** após 10 minutos sentados vestindo óculos de natação, **momento 3):** quinze minutos após o momento 2, **momento 4):** após 10 minutos dentro da piscina sem usar óculos de natação, **momento 5):** imediatamente após nadar 400 metros usando o óculos de natação, **momento 6):** doze minutos após o término do nado. Foi utilizado como procedimento estatístico o teste ANOVA e o pós teste de Bonferonni. **Resultados:** Não houve alteração significativa após 10 minutos de uso do óculos de natação ($p>0.05$); não houve alteração significativa da PIO após 10 minutos de permanência dentro da piscina sem usar óculos de natação ($p>0.05$); houve redução significativo da PIO ($p<0.01$) imediatamente após os 400 metros de nado, retornando próximo aos valores iniciais 12 minutos após o término do teste. **Conclusão:** houve redução significativa da PIO após 400 metros de nado, retornando aos valores iniciais 12 minutos após o término do teste.

Palavras-chave: Pressão Intraocular. Óculos de Natação. Natação. Oftalmologia Esportiva.

ABSTRACT

Variation of intraocular pressure arising from the use of swimming glasses

Purpose: To verify the intra ocular pressure (IOP) variation in swimmers as a result of the use of swimming goggles. **Methods:** Nine swimmers (5 men and 4 women) aged between 18 and 25 years had their IOP assessed in six different times. **time 1):** before test, **time 2):** after 10 minutes sitting down wearing swimming goggles, **time 3):** 15 minutes after time 2, **time 4):** after 10 minutes permanence inside the swimming pool without swimming goggles, **time 5):** immediately after swimming 400 meters, **time 6):** 12 minutes after swimming effort. The statistical procedures used were ANOVA and Bonferroni's post test. **Results:** IOP did not change wearing swimming goggles for 10 minutes ($p>0.05$); no significant IOP reduction occurred after 10 minutes permanence inside the swimming pool without swimming goggles ($p>0.05$); there was a significant IOP reduction ($p<0.01$) immediately after swimming; and 12 minutes after concluding the IOP values returned close to those initially recorded. **Conclusion:** After swimming 400 meters, using goggles, there was a reduction in intraocular pressure, which returned to near initial results after 12 minutes.

Key words: Intraocular pressure. Swimming goggles. Swimming. Sport Ophthalmology.

E-mail dos autores:
rudilenk@gmail.com
marcelo.conte.prof@gmail.com
tchouk.rodrigo@gmail.com
scarpi.marinho@gmail.com

Autor correspondente:
Rudolfeberhart Lenk.
Rua Alemanha, 352.
Jardim Europa, Campo Limpo Paulista, São Paulo.

1-Universidade Federal de São Paulo, São Paulo-SP, Brasil.

2-Universidade Federal de São Paulo, São Paulo-SP, Brasil, Escola Superior de Educação Física de Jundiaí, Jundiaí-SP, Brasil.

INTRODUÇÃO

A atividade física desencadeia importantes reações fisiológicas em que muitos mecanismos orgânicos são ativados para evitar danos funcionais e estruturais.

Durante o exercício ocorrem várias alterações, como por exemplo, aumento da pressão arterial (PA), frequência cardíaca (FC), liberação de adrenalina e noradrenalina e consumo de oxigênio (Brum e colaboradores, 2004).

Além desses aspectos, ocorre incremento da produção de energia, para atender as necessidades metabólicas. As primeiras alterações ocorrem nos níveis da pressão arterial sistólica (PAS) e FC, por outro lado, sabe-se que o suprimento sanguíneo se modifica no sentido do direcionamento de maior quantidade de sangue para os músculos envolvidos na atividade física (AF) (Powers, Howley, 2006).

Estruturas como o miocárdio, cérebro e o próprio olho, poderiam ficar prejudicadas em suas funções se não houvesse mecanismos de proteção contra as variações pressóricas e de fluxo nos respectivos vasos sanguíneos.

Atualmente a conscientização da importância da atividade física para a promoção e manutenção de saúde e qualidade de vida tem incentivado a população a procura dessa prática (Rolla e colaboradores, 2004), que apresenta um importante papel na prevenção e controle de diversos problemas de saúde como hipertensão arterial sistêmica e diabetes mellitus, além de alguns benefícios oculares como: diminuição da PIO (Gale, Wells, Wilson, 2009), aumento da pressão de perfusão ocular (Yip e colaboradores, 2011) e menor risco de oclusão venosa da retina e degeneração macular senil (Gale, Wells, Wilson, 2009).

Por outro lado, a prática de atividade esportiva também está associada a maior frequência de lesões em diversas partes do corpo (Valovich e colaboradores, 2011), neste contexto os equipamentos de proteção exercem importante papel, prevenindo a ocorrência de lesões por repetição (McBain e colaboradores, 2012).

No ambiente aquático, o uso de óculos de natação representa a forma usual de proteção dos olhos na água durante a prática da natação.

Por outro lado, alguns efeitos deletérios foram relatados com o uso do

óculos de natação: deformidades nasais (Bodor e colaboradores, 2008), cefaléia (Krymchantowski, 2010) e alterações na PIO (Ma, Chung, Seo, 2007; Morgan, Cunneen, Balaratnasingam, 2008; Wakely e colaboradores, 2004).

Justifica-se a realização desse estudo devido ao elevado número de praticantes de natação que utilizam óculos específicos, no Brasil, bem como pela quantidade reduzida de estudos que mostram se existe associação entre a PIO e o uso desse acessório.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi verificar o comportamento da pressão intraocular decorrente do uso de óculos de natação, em nadadores.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de estudo experimental, a partir de amostra por acessibilidade, onde o grupo de atletas constituído por 9 indivíduos praticantes de natação na cidade de Jundiaí, sem restrições de gênero e na faixa etária de 18 a 30 anos, foram selecionados de acordo com os seguintes critérios de inclusão: i) tempo mínimo de natação competitiva de 2 anos; ii) sem presença de lesões e aptos a realizar os procedimentos e intervenção: teste negativo ao Par-q e liberação médica.

O protocolo foi conduzido seguindo os princípios éticos estabelecidos na Declaração de Helsinki proposta pela Associação Mundial de Médicos. Todos voluntários inseridos no estudo firmaram o termo de consentimento informado (Ministério da Saúde/Fundação Nacional de Saúde, 1996), consistindo em esclarecimentos a respeito dos seguintes aspectos: i) justificativa, objetivo e procedimentos utilizados; ii) desconfortos, possíveis riscos e benefícios esperados; iii) forma de acompanhamento e assistência e seus respectivos responsáveis; iv) liberdade de recusar a participar ou retirar seu consentimento em qualquer momento de pesquisa, sem penalização ou prejuízo e v) garantia de sigilo em relação aos dados coletados.

A coleta de dados dos atletas foi realizada nas dependências da Escola Superior de Educação Física de Jundiaí (ESEFJ).

Sendo assim além de ter sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNIFESP sob o número de documento 0507/10, ele foi aprovado também pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Superior de

Educação Física de Jundiaí (ESEF) sob o número de documento 0001.0.335.000-09.

Todos os atletas foram avaliados de acordo com o protocolo descrito no Quadro 1.

Quadro 1 - Relação dos procedimentos realizados no dia do teste.

Momento 1 (M1)	Mensuração da PIO após 10 minutos sentados fora da água sem óculos
Momento 2 (M2)	Mensuração da PIO após 10 minutos sentados fora da água com óculos
Momento 3 (M3)	Mensuração da PIO após 15 minutos após o M2
Momento 4 (M4)	Mensuração da PIO após 10 minutos dentro da água sem óculos
Momento 5 (M5)	Mensuração da PIO após nadar 400 metros com óculos
Momento 6 (M6)	Mensuração da PIO 12 minutos após M5

Todos os atletas realizaram medidas da PIO utilizando a tonometria de aplanção com tonômetro de Perkins, coletadas por um médico oftalmologista (pesquisador).

A avaliação da PIO ocorreu sem que os indivíduos tivessem realizado atividade física nas 48 horas antecedentes a avaliação. A temperatura da piscina se manteve entre 31 e 32 graus centígrados.

Adotou-se como critérios de exclusão do estudo os voluntários que apresentassem sinais de alterações dos tecidos oculares à ectoscopia e/ou sintomas oculares. Tanto estes, quanto aqueles que apresentassem medida tonométrica acima de 20 mmHg em qualquer dos Momentos (M1 a M6), deveriam ser encaminhados a exame oftalmológico em consultório.

O nado utilizado foi o crawl, no qual cada atleta nadou entre 80% a 90% do seu VO₂ Máx. ou aeróbio médio (A2) (Maglischo, 1993; Maglischo, 2003).

Os atletas estavam descansados e realizaram apenas alongamentos antes de iniciar as coletas.

Como procedimento estatístico foi utilizado o teste ANOVA com medidas repetidas para comparar o resultado de cada

momento e posteriormente o Pós teste de Bonferroni, interpretado com nível de 5%, utilizando o programa Graphpad Prism 4®.

RESULTADOS

Durante as coletas um dos atletas, identificado pelas letras (GFPF), 25 anos de idade, branco apresentou PIO bem acima dos outros participantes já no momento pré-esforço (21 mmHg) no olho direito e (22 mmHg) no olho esquerdo. Posteriormente o atleta foi submetido a exame oftalmológico realizado em consultório, a PIO foi medida novamente através da tonometria de aplanção com tonômetro de Goldmann, sem que o atleta tivesse realizado esforço físico neste dia e o resultado obtido foi de 11 mmHg em ambos os olhos.

A relação escavação/disco óptico no olho direito igual a 0,5 e olho esquerdo 0,7, o formato do anel neural apresentava perda do padrão ISN'T em ambos os olhos, sendo mais evidente no olho esquerdo.

O atleta relatou também que faz uso de drogas para tratamento de hipertireoidismo e depressão, além de ter antecedentes familiares de glaucoma.

Tabela 1 - Média da pressão intraocular (mmHg) do grupo de 9 nadadores voluntários, com a presença do voluntário GFPF, nos 6 momentos do teste.

Momento	Olho Direito	Olho Esquerdo
M1	16,22 ± 2,99	15,88 ± 3,33
M2	14,22 ± 3,23	14,33 ± 3,12
M3	14,88 ± 3,01	14,88 ± 3,58
M4	14,66 ± 2,78	14,22 ± 2,68
M5	11,55 ± 5,57*	10,55 ± 3,74*
M6	14 ± 3,96	12,55 ± 2,60

Observou-se redução significativa da PIO ($p < 0,05$) quando se comparou os valores da PIO no pré-teste ($16,22 \pm 2,99$ mmHg) no olho direito e ($15,88 \pm 3,33$ mmHg) no olho esquerdo, com os valores da PIO após o nado dos 400 metros ($11,55 \pm 5,57$ mmHg) no olho

direito e ($10,55 \pm 3,74$ mmHg) no olho esquerdo, retornando próximo aos valores iniciais 12 minutos após o término do nado (Tabela 1).

Por outro lado quando não são incluídos os valores da PIO do atleta GFPF, os

resultados apresentados na comparação do momento pré-teste com o momento pós nado, apresentam maior significância ($p < 0,001$), desta forma os valores da PIO após o nado dos 400 metros foram ($9,87 \pm 5,57$ mmHg) no

olho direito e ($9,62 \pm 2,66$ mmHg) no olho esquerdo, retornando próximo aos valores iniciais 12 minutos após o término do nado (Tabela 2).

Tabela 2 - Média da pressão intraocular (mmHg) do grupo de 9 nadadores voluntários, sem a presença do voluntário GPF, nos 6 momentos do teste.

Momento	Olho Direito	Olho Esquerdo
M1	$15,62 \pm 2,55$	$15,12 \pm 2,58$
M2	$13,87 \pm 3,27$	$14 \pm 3,16$
M3	$14,75 \pm 3,19$	$14,5 \pm 3,62$
M4	$14 \pm 2,07$	$13,5 \pm 1,69$
M5	$9,87 \pm 5,57^*$	$9,62 \pm 2,66^*$
M6	$12,75 \pm 1,38$	$12 \pm 2,13$

DISCUSSÃO

É importante ressaltar que os indivíduos do presente estudo praticavam atividade física de alta intensidade regularmente, pelo menos há seis meses, podendo-se supor que seus níveis pressóricos intraoculares medidos estivessem abaixo da situação de não ser atleta, visto que já foi observada redução na PIO nos exercícios, tanto em indivíduos normais quanto em suspeitos de glaucoma, após 3 a 6 meses do início de um programa de exercícios aeróbios.

Os níveis da PIO destes indivíduos retornaram aos níveis pré exercício 3 semanas após a interrupção dos exercícios, revelando também mais um aspecto dos princípios do treinamento desportivo conhecido como destreino (Price e colaboradores, 2003).

Os testes desta investigação foram realizados no ambiente aquático habitual de treinamento, sob o exercício de nado rotineiro e sem modificações dos óculos de natação em uso.

Alguns autores estudaram as alterações da PIO relacionadas ao uso de óculos de natação (Ma, Chung, Seo, 2007; Morgan e colaboradores, 2008; Paula, 2012; Read e colaboradores, 2011; Wakely e colaboradores, 2004), no entanto estas investigações foram realizadas com os nadadores fora da água e os óculos estavam sem as lentes, sob a justificativa de que a pressão interna causada pela lente varia de 0 a 5 mmHg, equivalendo à pressão resultante a uma mudança de 60 metros de altitude e não seria suficiente para influenciar na PIO.

A suspeita que o óculos de natação pode ter influência no aumento do valor da PIO já havia sido mencionada em dois relatos

de caso (Kang e colaboradores, 2010; Wakely e colaboradores, 2004) onde os autores justificam suas suspeitas alegando que a pressão do elástico com a base dos óculos pode comprimir a região periocular e olhos, outra hipótese é que a pressão venosa episcleral possa aumentar durante o uso do óculos de natação levando ao menor fluxo do humor aquoso e aumento secundário da PIO, mas não há comprovações para esta afirmativa.

Por outro lado, Lenk, Conte, Scarpi (2009) em seus estudos, observaram diminuição significativa da PIO ($p < 0,01$), após submeter atletas a 1000 metros de nado usando óculos de natação.

No presente estudo, quando comparado M1 com $16,22 \pm 2,99$ mmHg no olho direito e $15,88 \pm 3,33$ mmHg no olho esquerdo e M2 com $14,22 \pm 2,23$ mmHg no olho direito, e $14,33 \pm 3,12$ mmHg no olho esquerdo, pode-se observar que houve diminuição da PIO, mas os valores não apresentaram significância, isso mostra que quando usado em sua situação habitual o óculos de natação, ao contrário do que afirmavam os estudos anteriores, não provoca aumento da PIO. É importante lembrar que o que diferenciou o presente estudo dos anteriores, é o fato da lente não ter sido removida ou alterado para a medição de PIO, mesmo que alguns autores aleguem que os efeitos da lente não seriam suficientes para influenciar na PIO (Paula, 2012).

Quando em repouso na posição ortostática, o sangue se acumula nos membros inferiores por causa da gravidade, elasticidade e distensibilidade dos vasos por falta de pressão ambiente, isso não ocorre dentro da água pois, a pressão da água se

contrapõe ao acúmulo de sangue nos membros.

A imersão do corpo, no ambiente líquido, provoca muitos efeitos fisiológicos, como consequência da ação da pressão hidrostática.

Durante o período de imersão cerca de 700 ml de sangue são deslocados dos membros inferiores para a região do tórax, causando o aumento no retorno venoso, e ocasionando um aumento de 60% do volume central, o que acaba também influenciando no sistema respiratório.

A pressão venosa central aumenta de 2,0 a 4,0 mmHg para 3,0 a 16,0 mmHg, a pressão arterial pulmonar aumenta de 5,0 mmHg no solo para 22,0 mmHg em imersão.

O débito cardíaco aumenta de 30% a 32% associados a diminuição de aproximadamente 10 batimentos por minuto ou cerca de 4% a 5% da frequência cardíaca (Bookspan, 2000; Hall, Bisson, Hare, 1990).

Como resposta renal a imersão, temos, a diurese com papel de compensador homeostático e regulando a pressão dos vasos cardíacos, a perda de volume plasmático, sódio, potássio e supressão de vasopressina, sistema renina-angiotensina-aldosterona (S-RAA) e hormônio antidiurético (Bookspan, 2000).

O S-RAA é descrito como um eixo endócrino no qual cada componente de uma cascata é produzido por diferentes órgãos, um arranjo que é exemplo de interação de vários sistemas orgânicos, engajados todos na luta para manter a estabilidade hemodinâmica. No S-RAA, a renina é liberada pelos rins, enquanto a enzima de conversão de angiotensina I em angiotensina II (ECA) é encontrada no endotélio vascular de vários órgãos.

Uma vez ativada a cascata, surgem a angiotensina I e a angiotensina II, que circulam pelo sangue ativando suas estruturas-alvo: vasos sanguíneos (sobretudo arteríolas e veias sistêmicas), rins, coração, adrenais e o sistema nervoso simpático, atuando de modo a reverter a tendência à hipotensão arterial através indução de vasoconstrição arteriolar periférica e aumento na volemia por meio de retenção renal de sódio, através da aldosterona e água através da liberação de HAD-vasopressina (Becker, Cole, 1997; Bookspan, 2000).

Embora estes estudos indiquem uma possível diminuição da PIO durante a permanência dos voluntários no meio líquido,

quando comparamos M1 em que os nadadores apresentavam $16,22 \pm 2,99$ mmHg no olho direito e $15,88 \pm 3,33$ mmHg no olho esquerdo e M4 onde eles apresentaram $14,66 + 2,78$ mmHg no olho direito, e $14,22 + 2,68$ mmHg no olho esquerdo, estes resultados não apresentaram significância.

Os resultados mostraram que ao se comparar o M1 com $16,22 \pm 2,99$ mmHg no olho direito e $15,88 \pm 3,33$ mmHg no olho esquerdo e M5 com $11,55 \pm 5,57$ mmHg no olho direito e $10,55 \pm 3,74$ mmHg no olho esquerdo pode-se perceber que houve diminuição significativa da PIO ($p < 0,05$), diversos fatores são relacionados a diminuição da PIO durante a atividade física.

Em um estudo observacional com 145 estudantes, Conte e colaboradores (2009) avaliaram a PIO através de duas medidas consecutivas, i) pré-teste: antes do teste de 1RM e ii) pós-teste: logo após a realização do teste.

Segundo estes autores a diminuição da PIO durante exercício físico intenso se deve ao aumento da concentração de H^+ livre nos líquidos orgânicos e consequente redução do pH, reduzindo o transporte ativo de sódio no corpo ciliar causando a diminuição da formação do humor aquoso.

Esta diminuição do pH já havia sido observada em um trabalho de Marcus, Krupin, Podos (1970), este estudo mostrou que o aumento da osmolaridade plasmática, o aumento do lactato sanguíneo e a diminuição do pH sanguíneo estiveram presentes no pós exercício.

Kielar e colaboradores (1975), também observaram em um estudo, que quanto mais intenso o exercício, maior a concentração de lactato e este efeito estava relacionado a diminuição do pH e a diminuição de secreção de humor aquoso.

Por outro lado, Ashkenazi e colaboradores (1992) determinaram em seu estudo que o pH e o lactato no exercício dinâmico não estão correlacionados com a diminuição da PIO, mas sim a osmolaridade plasmática.

Conforme a duração do exercício, a noradrenalina aumenta, mas mantém seus níveis próximos aos basais quando a intensidade inferior a 75% do VO_2 máx, aumentando linearmente a partir deste valor (Martim, 1996). Com isso, ocorre a estimulação dos receptores α_2 que tem a propriedade de reduzir a PIO por dois mecanismos distintos: vaso constrição de

arteríolas e drenagem do humor aquoso (Maze, 1992).

Além disso, conforme a intensidade e duração do exercício, acontece um aumento na produção de adrenalina, retornando aos valores iniciais alguns minutos após o término do exercício.

A adrenalina é um agonista adrenérgico não seletivo que estimula os receptores α e β , além de aumentar a síntese de adenosina mono fosfato cíclico (AMPC), reduzindo sua concentração no epitélio ciliar, causando a redução da PIO através da melhora do escoamento e da diminuição da produção de humor aquoso (Sears e Mead, 1983) isso pode justificar o resultado obtido no M5, embora haja controvérsias sobre sua atuação na produção de humor aquoso (Borges, 2004).

Foi observado em alguns estudos (Kiuchi e colaboradores, 1994; Ozmerdivenli e colaboradores, 2006) que quando trabalhamos com intensidade de treino acima de 50% do VO_2 máx, a duração do treino não altera os valores da PIO, mas quando trabalhamos com intensidade de 40% do VO_2 máx, os treinos com maior duração acabam promovendo maior redução de PIO.

Acredita-se também que a queda da PIO possa estar relacionada a produção de óxido nítrico (NO) que por sua vez penetra no músculo liso relaxando as fibras musculares lisas e favorecendo a vasodilatação além da hipótese de que ele possa estar envolvido na formação do humor aquoso a nível dos processos ciliares (Fleischhauer e colaboradores, 2000).

Um estudo de Jacot e colaboradores (1998), avaliou o papel do NO na modulação do tônus vascular da circulação uveal em porcos e apontou a capacidade vasodilatadora do NO, este resultado se repetiu no estudo de Koss (2001), onde ele mostrou em gatos que a inibição da síntese de NO com L-NAME (HG-nitro-L-argininemetylester) causou a diminuição do fluxo sanguíneo na artéria ciliar posterior longa em conjunto coma elevação da pressão arterial média (PAM), por outro lado um estudo Kurahashi e colaboradores, (2001), afirma que em seus testes com óxido nítrico, os resultados não foram significativos.

A possibilidade de desidratação dos atletas devido à baixa ingestão de água antes do teste ou decorrente do esforço físico, somada ao efeito da hidrostática podem ter colaborado com a diminuição nos valores da PIO, já que as pressões arteriais e ocular

estão diretamente relacionadas ao volume hídrico, embora os níveis de hidratação anterior ao teste não tenham sido controlados.

De acordo com Martin e colaboradores, (1999) a desidratação resulta na elevação da pressão osmótica coloidal, reduzindo significativamente a PIO, comparando se com a pressão osmótica normal de sujeitos hidratados, o autor sugere três mecanismos que podem ter influenciado na diminuição da PIO: o aumento da pressão osmótica coloidal poderia desidratar o olho através da vascularização retiniana e uveal, reduzir a produção aquosa através da redução da ultra filtração e agir diretamente no hipotálamo, levando a alterações da PIO.

Podemos observar que durante o M6 os valores ainda não haviam retornado aos valores iniciais $14 \pm 3,96$ mmHg no olho direito e $12,55 \pm 2,60$ mmHg, alguns trabalhos relatam que o efeito de redução da PIO pós exercício tem duração de 15 a 60 minutos (Marcus, Krupin e Podos, 1970; Price e colaboradores, 2003).

Chromiak e colaboradores (2003) mostraram através de um estudo com 15 homens e 15 mulheres, onde eles realizaram 3 series de 10 repetições em exercício de peito ou pernas com 70% de 1 RM, que os efeitos do treinamento de resistência para membros superiores provocou efeito de redução da PIO mais duradouro, comparado a membros inferiores.

Outro fator que pode justificar o retorno da PIO aos seus valores iniciais é o EPOC do termo em inglês excess post-exercise oxygen consumption, que se refere ao consumo de oxigênio em excesso após o treino e decorre da combinação de diversas variáveis como intensidade, número de séries, tempo de intervalo de recuperação entre séries e exercícios, método de treinamento, velocidade de execução do movimento ou ordem dos exercícios (Neto, Silva, Farinatti, 2009), a combinação dessas variáveis pode influenciar tanto a magnitude quanto a duração do EPOC (Matsuura, Meireles, Gomes, 2006).

Podemos justificar a influência do EPOC na recuperação do valor da PIO durante o M6 através de um estudo de Kiel e colaboradores (2011) onde ele relacionou as alterações do fluxo de humor aquoso com os níveis de pressão de O_2 (PO_2).

O protocolo do estudo baseou-se em reduzir os níveis de PO_2 de 95 mm Hg para 70 mm Hg e depois para 50 mmHg, durante o teste o fluxo sanguíneo no corpo ciliar não

alterou em hipóxia, porém o primeiro nível de hipóxia reduziu não significativamente o fluxo de humor aquoso, entretanto o nível mais elevado de hipóxia reduziu significativamente o fluxo de humor aquoso, mostrando que o fornecimento de O₂ pelo fluxo sanguíneo ciliar foi essencial e que um nível crítico de hipóxia pode ser influente para a produção do humor aquoso, assim como a redução no fluxo sanguíneo ciliar.

Dentre as limitações de nosso estudo, podemos citar a ausência de um grupo controle, onde os nadadores percorreriam os 400 metros de nado, sem usar óculos de natação, possibilitando assim a comparação com o M5.

De fato, existem poucos estudos disponíveis na literatura que verificaram especificamente a associação entre o uso de óculos de natação e PIO.

Vale destacar que na presente investigação os atletas permaneceram sentados utilizando os óculos de natação, sendo a PIO aferida antes e após, contudo nos demais estudos citados os voluntários permaneceram utilizando somente a armação dos óculos.

Outro aspecto interessante foi que no presente estudo associou-se também o uso dos óculos com a própria atividade física (natação) e assim foi observado que a PIO reduziu após o esforço como já evidenciado em outros estudos (Kiuchi e colaboradores, 1994; Németh e colaboradores, 2002).

CONCLUSÃO

Houve diminuição significativa da PIO durante o período em que os nadadores usaram os óculos de natação para realizar os 400 metros de nado, retornando aos seus valores iniciais 12 minutos após o término do exercício.

Quando os nadadores permaneceram sentados fora de água usando óculos de natação, a PIO sofreu queda, mas a diferença não foi significativa.

Estes dois fatos mostram que o uso de óculos de natação, por si só, não altera o valor de PIO, mas após o nado dos 400 metros a PIO diminuiu.

Esta observação é particularmente relevante pois não existe nenhum estudo que relacione a PIO com o nado.

Mais estudos são necessários para verificar outros fatores do meio ambiente da natação que possam influir no comportamento

da PIO, tais como, temperatura da água e pressão hidrostática.

REFERÊNCIAS

- 1-Ashkenazi, I.; Melamed, S.; Blumenthal, M. The effect of continuous strenuous exercise on intraocular pressure. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. Vol. 33. 1992. 2874-7.
- 2-Becker, B.E.; Cole, A.J. *Comprehensive Aquatic Therapy*. Boston, Butterworth-Heinemann. 1997.
- 3-Bodor, R.M.; Breithaupt, A.D.; Buncke, G.M.; Bailey, J.R.; Buncke, H.J. Swimmer's nose deformity. *Ann Plast Surg*. Vol. 60. Num. 6. 2008. p. 658-60.
- 4-Bookspan, J. Efeitos fisiológicos da imersão em repouso. In Ruoti, R.G.; Morris, D.M.; Cole, A.J. *Reabilitação Aquática*. São Paulo. Manole. 2000.
- 5-Borges, A.G. Efeitos do cloridrato de dorzolamida 2%, maleato de timolol 0,5% e associação na pressão intra-ocular. Estudo experimental em cães. Dissertação de Mestrado em medicina veterinária na área de cirurgia veterinária. Universidade Estadual Paulista. Botucatu. São Paulo. 2004.
- 6-Brum, P.C.; Forjaz, C.L.M.; Tinucci, T.; Negrão, C.E. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Revista Paulista de Educação Física*. São Paulo. Vol.18. 2004. p. 21-31.
- 7-Chromiak, J.A.; Abadie, B.R.; Braswell, R.A.; Koh, Y.S.; Daniel, R. Resistance training exercises acutely reduce intraocular pressure in physically active men and women. *Journal of Strength Conditioning Research*. Vol.17. 2003. p. 715-20.
- 8-Conte, M.; Scarpi, M.J.; Rossin, R.A.; Beteli, H.R.; Lopes, R.G.; Marcos, H.L. Variação da pressão intra-ocular após teste submáximo de força no treinamento resistido. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*. São Paulo. Vol. 72. Num. 3. 2009. p. 351-4.
- 9-Fleischhauer, J.C.; Bény, J.L.; Flammer, J.; Haefliger, I.O. NO/cGMP pathway activation and membrane potential depolarization in pig ciliary epithelium. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. Vol. 41. p. 1759-63. 2000.

- 10-Gale, J.; Wells, A.P.; Wilson, G. Effects of exercise on ocular physiology and disease. *Surv Ophthalmol.* Vol.54. Num. 3. 2009. p. 349-55.
- 11-Hall, J.; Bisson, D.; O'Hare, P. The Physiology of immersion. *Physiotherapy.* Vol. 76. Num. 9.1990. p. 517-21.
- 12-Jacot, J.L.; O'Neill, J.T.; Scandling, D.M.; West, S.D.; Mckenzie, J.E. Nitric Oxide Modulation of Retinal, Choroidal, and Anterior Uveal Blood Flow in Newborn. *J ocular pharmacolther.* Vol. 14. Num. 5.1998. p.473-89.
- 13-Kang, M.H.; Franzco, W.H.M.; Balaratnasingam, C.; Frazco, C.A.; Yu, D.Y. *Oftalmologia Clínica e Experimental.* Vol. 38. Num. 4. 2010. p. 428-429.
- 14-Kiel, J.W.; Hollingsworth, M.; Rao, R.; Chen, M.; Reitsamer, H.A. Ciliary blood flow and aqueous humor production. *Progretn eye res.* Vol. 30. 2011. p. 1-17.
- 15-Kielar, R.A.; Terraslinna, P.; Rowe, D.G.; Jackson, J. Standardized aerobic and anaerobic exercise: differential effects on intraocular tension, blood pH, and lactate. *Investigative Ophthalmol.* Vol. 14. Num. 10. 1975. p. 782-5.
- 16-Kiuchi, Y.; Mishima, H.K.; Hotehama, Y.; Furumoto, A.; Hirota, A.; Onari, K. Exercise intensity determines the magnitude of IOP decrease after running. Vol. 38. Num. 2. 1994. p. 191-5.
- 17-Koss, M.C. Effects of Inhibition of Nitric Oxide Synthase on Basal Anterior Segment Ocular Blood Flows and on Potential Autoregulatory Mechanisms. *J ocular pharmacolther.* Vol. 17. Num. 4. 2001. p. 319-29.
- 18-Krymchantowski, A.V. Headaches due to external compression. *Curr Pain Headache Rep.* Vol. 14. Num. 4. 2010. p. 321-4.
- 19-Kurahashi, A.; Nascimento, M.; Marcondes, A. M.; Filho, N. M.; Barakat, J.; Costa, V. P. Estudo da circulação retrobulbar e do campo visual após dose única oral de citrato de sildenafil (VIAGRA). *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia.* Vol. 64. 2001. p. 341-5.
- 20-Lenk, R.E.; Conte, M.; Scarpi, M.J. Variação da pressão intra-ocular em nadadores. In: XXXII Simpósio Internacional de Ciências do Esporte. São Paulo. Vol. 32. 2009.
- 21-Maglischo, E.W. *Swimming Even Faster.* California. Mayfield Publishing Company. 1993. p. 210.
- 22-Maglischo, E.W. *Nadando Ainda mais Rápido.* 2ª edição. Manole. 2003.
- 23-Ma, K.T.; Chung, W.S.; Seo, X.Y. The effect of swimming goggles on intraocular pressure and blood flow within the optic nerve head. *Yonsei Medicine Journal.* Vol. 48. Num. 5. 2007. p. 807-9.
- 24-Marcus, D.F.; Krupin, T.; Podos, S.M. The Effect of exercise on intraocular pressure. II Rabbits. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* Vol. 9. Num. 10. 1970. p. 749-52.
- 25-Martin, B.; Harris, A.; Hammal, T.; Malinovsky, V. Mechanism of exercise induced ocular hypotencion. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* Vol. 40. Num. 5. 1999. p. 1011-5.
- 26-Martim, W.H. Efects of acute and chronic exercise on fat metabolism. *Exercise and Sport Sciences Reviws.* 1996. p. 203-30.
- 27-Matsuura, C.; Meirelles, C.M.; Gomes, P.S.C. Gasto energético e consumo de oxigênio pós-exercício contra-resistência. *Rev Nutr Campinas.* Vol. 19. Num. 6. 2006. p. 729-40.
- 28-Maze, M. Clinical Uses of Alpha 2 Agonists. *Refresher Courses in Anesthesiology.* The ASA Inc, Philadelphia. Vol. 20. 1992. p. 132-42.
- 29-McBain, K.; Shrier, I.; Shultz, R.; Meeuwisse, W.H.; Klügl, M.; Garza, D. Prevention of sport injury II: a systematic review of clinical science research. *Br J Sports Med.* Vol. 46. Num. 3. 2012. p. 174-9.
- 30-Morgan, W. H.; Cunneen, T. S.; Balaratnasingam, C.; Yu, D.Y. Wearing swimming goggles can elevate intraocular pressure. *British Journal of Ophthalmology.* Vol. 92. Num. 9. 2008. p. 1218-21.

31-Németh, J.; Knézy, K.; Tapasztó, B.; Kovács, R.; Harkányi, Z. Different autoregulation response to dynamic exercise in ophthalmic and central retinal arteries: a color Doppler study in healthy subjects. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. Vol. 240. Num. 10. 2002. p. 835-40.

32-Neto, A.G.C.; Silva, N.L.; Farinatti, P.T.V. Influência das variáveis do treinamento contra-resistência sobre o consumo de oxigênio em excesso após o exercício: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 15. 2009. p. 70-8.

33-Ozmerdivenli, R.; Simsek, E.; Bulut, S.; Karacabey, K.; Saygin, O. Comparison of the effects of acute and regular exercise on intraocular pressure in Turkish athlete and sedentarians. *Int J Neurosci*. Vol. 116. Num. 3. 2006. p. 351-60.

34-Paula, A.P.B. Alterações da amplitude de pulso ocular e da pressão intraocular relacionadas ao uso de óculos de natação. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto. 2012.

35-Powers, S.K.; Howley, E.T. Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. São Paulo. Manole. Vol. 5. 2006. p. 576.

36-Price, E.L.M.; Gray, L.S.M.; Humphries L.; Zweig, C.; Button, N. Effect of Exercise on Intraocular Pressure and Pulsatile Ocular Blood Flow in a Young Normal Population. *Optometry & Vision Science*. Vol. 80. Num. 6. 2003. p. 460-6.

37-Read, S.A.; Collins, M.J.; Annis, B. T.; Hayward, N.M.; Lillyman, K.; Sherwin, D. The short-term influence of elevated intraocular pressure on axial length. *Ophthalmic Physiol Opt*. Vol. 31. Num. 4. 2011. p. 398-403.

38-Rolla, A. F. L.; Zibaqui, N.; Sampaio, R. F.; Viana, S. O. Análise da percepção de lesões em academinas de ginástica de Belo Horizonte: um estudo exploratório. *R. bras. Ci. e Mov*. Vol. 12. Num. 2. 2004. p. 7-12.

39-Sears, M. L.; Mead, A. A major pathway for the regulation of intraocular pressure. *Int. Ophthalmol. Clin*. Vol. 6. Num. 3. 1983. p. 6: 20.

40-Valovich, M.T.C.; Decoster, L.C.; Loud, K.J.; Micheli, L.J.; Parker, J.T.; Sandrey, M.A. National Athletic Trainers' Association position statement: prevention of pediatric overuse injuries. *J Athl Train*. Vol. 46. Num. 2. 2011. p. 206-20.

41-Wakely, L.A.; Reeves, G.; Ashraff, N.; Wells, A.P. Swimming goggles suck. *Br J Ophthalmol*. Vol. 88. Num. 12. 2004. p.1600-1.

42-Yip, J.L.Y.; Broadway, D.C.; Luben, R.; Garway, H. D.F.; Hayat, S.; Dalzell, N. Physical activity and ocular perfusion pressure: the EPIC-Norfolk eye study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. Vol. 52. Num. 11. 2011. p. 8186-92.

Recebido para publicação 10/08/2019

Aceito em 17/05/2020