

EFEITO AGUDO DO EXERCÍCIO RESISTIDO, AERÓBIO CONTÍNUO E INTERVALADO NA PRESSÃO INTRAOCULAR DE INDIVÍDUOS FÍSICAMENTE ATIVOS

Marcelo Conte – Faculdade Anhanguera de Jundiaí

Emmanuel Gomes Ciolac – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP

Morgana Rejane Rabelo Rosa – Centro Universitário Anhanguera - unidade Leme

Heitor Cozza – Centro Universitário Anhanguera de Santo André - UniA

Alexandre Duarte Baldin – Faculdade Anhanguera de Campinas - Unidade 4

RESUMO: A Pressão Intraocular (PIO) aumentada é um dos fatores de risco para glaucoma. A prática de atividade física pode reduzir a PIO. O objetivo foi verificar o efeito agudo de diferentes exercícios na PIO. Quinze voluntários foram submetidos randomicamente a 3 sessões de 30min de exercícios resistidos (3 x 8 repetições a 80%1RM), aeróbio contínuo (60% da Frequência Cardíaca de Reserva [FCR]), aeróbio intervalado (2min a 50% x 1min a 80% da FCR). PIO foi mensurada antes (M1), durante (M2-15min), imediatamente após a sessão (M3) e na recuperação (5min [R1] e 10min [R2]). Como procedimento estatístico foi utilizado ANOVA. Houve redução significativa da PIO nas 3 sessões de exercícios (M2 e M3). Na recuperação, PIO permaneceu reduzida após 5min (R1) em todos os modelos. Porém, aos 10min (R2) estava menor que M1 apenas na sessão de exercício intervalado. Estes resultados sugerem que para a redução aguda da PIO o exercício intervalado pode ser mais efetivo que o contínuo e resistido.

ABSTRACT: There are evidences that physical activity improved the control and promotes decrease of Intraocular Pressure (IOP). The aim was to verify acute effects of different exercises on IOP. Fifteen subjects were undergoing three different exercise sessions, all within 30 minutes: resistance training (RT) 3 sets of 8 repetitions (80%1RM), continuous aerobic (CA) at 60% of maximum heart rate (HRmax), High-Intensity Interval Training (HIIT) 10 sets of 2 minutes (80%HRmax) and 1 minute (50%HRmax). The IOP measurement was performed before (M1), during (M2), immediately after (M3) the exercises and five (R1) and ten (R2) minutes after ending of the exercise session. Statistical analysis included ANOVA with Bonferroni post-test. There was decrease of IOP all exercise sessions (M2 e M3) and in recovery (R1). However, just in HIIT, the IOP remained lower after 10 minutes (R2). This results suggests that HIIT can be more effective to reduce IOP than CA and ER.

PALAVRAS-CHAVE:

Pressão intraocular; Exercício Físico; Exercício Resistido; Exercício Aeróbio.

KEYWORDS:

Intraocular pressure, Physical exercise, Resistance Exercise, Aerobic Exercise.

Artigo Original

Recebido em: 06/12/2012

Avaliado em: 06/12/2012

Publicado em: 14/05/2014

Publicação

Anhanguera Educacional Ltda.

Coordenação

Instituto de Pesquisas Aplicadas e Desenvolvimento Educacional - IPADE

Correspondência

Sistema Anhanguera de Revistas Eletrônicas - SARE
rc.ipade@anhanguera.com

1. INTRODUÇÃO

Os exercícios físicos são grande aliados na prevenção e controle de problemas de saúde pública. A prática de atividade física pode trazer benefícios oculares como diminuição da PIO (GALE et al., 2009, NATSIS et al., 2009), aumento da Pressão de Perfusão Ocular (PPO) (YIP et al., 2011), menor risco de oclusão venosa da retina e degeneração macular senil (GALE et al., 2009).

A PIO elevada, associada a outros fatores, pode ocasionar danos no nervo óptico e induzir um quadro glaucomatoso (WEINREB et al., 2009; YIP et al., 2011).

Embora, a PIO não seja o único fator de diagnóstico o seu acompanhamento constante é relevante para a detecção dessa doença. O glaucoma pode ser classificado como de Ângulo Aberto (obstrução do escoamento do humor aquoso) ou Fechado (aumentos súbitos de pressão intraocular) e ainda o de tensão-normal o qual não está diretamente associado com aumento da PIO, mas com outros aspectos como idade, uso de corticóides, etnia e genética (US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, 2003; AZUARA-BLANCO, COSTA, WILSON, 2003).

O glaucoma é uma doença que promove dano ao disco óptico e neurônios da retina e, como consequência, redução do campo visual, perda gradativa da visão e cegueira, afetando 68 milhões de pessoas em todo mundo (RISNER et al., 2009). Assim sendo, a PIO é o único fator tratável no glaucoma (WEINREB et al., 2009) e o exercício físico pode ser um mecanismo que induz à redução da PIO.

A PIO é determinada pelo balanço entre a taxa de produção e drenagem do humor aquoso. Este é um líquido claro que nutri as câmaras anteriores do olho, especialmente a córnea e o cristalino, e é produzido pelo corpo ciliar, que se localiza na camada média do bulbo ocular (ALM e NILSSON, 2009). O comprometimento do escoamento ou drenagem do humor aquoso pode promover aumento significativo da PIO. Isto resulta na pressão concentrada entre o cristalino e a córnea e ocasiona um processo denominado infiltração, cujo deslocamento do aquoso para o globo ocular causa danos mecânicos no nervo óptico. Essa disfunção pode resultar no glaucoma (VAUGHAN et al., 1998; READ et al., 2011; SHIELDS, 1998).

O glaucoma causa ao nervo óptico a perda primária de neurônios. Esta perda é determinada por diversas alterações teciduais, como hipóxia e/ou distensão mecânica relacionada ao aumento da PIO, seguidas de perda neuronal secundária (NEACSU, 2006, TEZEL, 2011). Em síntese, o glaucoma é um agravo que atinge principalmente pessoas com hipertensão intraocular gerando um dano progressivo e irreversível ao nervo óptico e neurônios da retina (por isso a denominação neuropatia óptica) (WEINREB et al., 2009).

O envolvimento genético e a ação da menor pressão de perfusão ocular podem influenciar no quadro glaucomatoso (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 (TAVARES, 2005), não adesão ao tratamento (SILVA et al., 2010), raça (especialmente negra), miopia (> 4 dioptrias), história familiar, espessura diminuída da córnea, hemorragia do disco óptico, doenças cerebrais, doenças cardiovasculares, alterações vasoespásticas, hipercolesterolemia e hiperlipidemia (EUROPEAN GLAUCOMA SOCIETY, 2003).

O exercício físico de modo geral, apresenta efeito hipotensivo na PIO (EMMA PRICE, 2003) e pode atuar, juntamente com a terapêutica tradicional, no controle e diminuição da PIO e na prevenção e tratamento do glaucoma.

Os exercícios aeróbios parecem promover maiores alterações na PIO em relação aos anaeróbios, tanto para praticantes de exercícios quanto para sedentários (OZMERDIVENIL et al., 2006; NATSIS et al., 2009). Dentre os anaeróbios, os isocinéticos parecem apresentar maiores diminuições da PIO em relação aos isométricos (AVUNDUK et al., 1999).

A desidratação consequente ao exercício pode explicar o mecanismo de hipotensão ocular (MARTIN et al., 1999). Por outro lado, a intensidade dos exercícios parece ser responsável pela magnitude da diminuição inicial da PIO (QURESHI et al., 1996). Outros autores não encontraram alteração da PIO sob efeito do exercício físico e sim com a restrição hídrica (MOURA et al., 2002).

Diante da importante contribuição do exercício físico como mecanismo de controle da PIO e possível coadjuvante no tratamento e prevenção do glaucoma, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito agudo do exercício resistido, aeróbio contínuo e aeróbio intervalado na PIO de indivíduos fisicamente ativos e normotensos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Centro de Atividade Física do Banco de Olhos de Sorocaba-SP (BOS Fit), no período de julho a agosto de 2012. A amostra foi constituída por 15 atletas da Liga Sorocabana de Boxe de Sorocaba, selecionados de acordo com os seguintes critérios de inclusão: gênero masculino; fisicamente ativos; com idade entre 18 e 35 anos; sem presença de lesões, aptos fisicamente a realizar o estudo, teste negativo ao Par-q, sem diagnóstico de glaucoma, pressão intraocular < 21 mmHg e liberação médica.

Os 15 voluntários fisicamente ativos e normotensos ($22 \pm 3,2$ anos) foram submetidos randomicamente a 3 sessões de exercícios físicos: E1) Sessão de exercícios resistidos: composta por oito exercícios, sendo: supino, crucifixo, puxador dorsal, desenvolvimento deltóide, rosca direta, leg press, mesa flexora e flexão plantar. Em cada exercício realizou-

se 3 séries de 8 repetições a 80% de 1RM com 60s de intervalo entre as séries. E2) Sessão de exercício aeróbio contínuo: foi realizado a 60% da Frequência Cardíaca de Reserva (FCR) em esteira ergométrica e E3) Sessão de Exercício Aeróbio Intervalado: também realizado em esteira ergométrica, alternou-se 2min de exercício a 50% da FCR e 1min a 80% da FCR. Todas as sessões de exercício tiveram duração de 30min. Entre as sessões houve intervalo de 72h.

Para determinação das cargas de treinamento, inicialmente foi realizado o teste de predição (BRZYCKI, 1993) que visa estimar a carga máxima para exercícios resistidos através da aplicação de cargas submáximas até a exaustão. De acordo com o protocolo, é aplicada uma carga aleatória e solicitado aos voluntários executar até a fadiga cada exercício. As repetições foram registradas e relacionadas à tabela específica para verificação da estimativa da carga a ser utilizada no experimento, no caso 80% de 1RM.

Em relação às sessões de exercício aeróbio contínuo e intervalado, realizadas em esteira ergométrica eletromagnética Righetto[®], a intensidade do exercício foi controlada pela frequência cardíaca monitorada continuamente por frequencímetro da marca Polar[®] modelo F1. A frequência cardíaca foi mantida dentro da faixa de treinamento calculada para cada participante, em cada respectiva sessão de exercício (E2 e E3), com base na FCR. Foi utilizado o método de Karvonen (1957) da reserva de frequência cardíaca para quantificar a intensidade de exercício. Esta é calculada pela diferença entre a frequência cardíaca máxima (FCM) e a de repouso (FCrep), multiplicada pela intensidade percentual do exercício e somado a FCrep, portanto, FC treinamento = [(FCM - FCrep) x %] + FCrep. A FCM foi estimada pela seguinte fórmula: $FCM = 208 - [0,7 \times idade]$ (TANAKA, et al.. 2001).

A PIO foi mensurada, antes de cada sessão de exercício (M1), aos 15min de exercício (M2), imediatamente após (30min) a sessão de exercício (M3) e no período de recuperação, aos 5min (R1) e 10min (R2) com tonômetro de aplanção Perkins, por oftalmologistas capacitados e que apresentam concordâncias das aferições entre os mesmos. Em todas as situações a medida foi coletada com os voluntários sentados, observando objeto à distância com o olho contralateral, após a instilação de uma gota de colírio de proparacaína e uma gota de colírio de fluoresceína. Uma única medida no olho direito foi realizada em cada momento das sessões de exercício. A equipe de investigadores incluiu profissionais da área da Educação Física, Oftalmologia e Psicologia.

O protocolo foi conduzido seguindo os princípios éticos estabelecidos na Declaração de Helsinki proposta pela Associação Mundial de Médicos (Declaração de Helsinki, 1964, 1975, 1983, 1989, 1996, 2000). O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Anhanguera Educacional sob o número 5500261. Todos os participantes foram esclarecidos sobre o projeto e o respectivo grau de envolvimento no mesmo e, então, foi solicitada a

assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (MINISTÉRIO DA SAÚDE/FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE, 1996), consistindo em esclarecimento a respeito dos seguintes aspectos: i) justificativa, objetivos e procedimentos utilizados; ii) desconfortos, possíveis riscos e benefícios esperados; iii) forma de acompanhamento e assistência e seus respectivos responsáveis; iv) informação sobre a possibilidade de inclusão no grupo controle; v) liberdade de recusar a participar ou retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização ou prejuízo e vi) garantia de sigilo em relação aos dados coletados (anexo 1).

Os dados são apresentados como média \pm desvio padrão ou 95% intervalo de confiança. O pacote estatístico SPSS 12.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA) foi utilizado para realizar as análises estatísticas. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para testar a normalidade dos dados da população estudada. ANOVA de dois caminhos (intervenção x tempo) com medidas repetidas foi utilizada para comparar as variáveis nas três intervenções realizadas, e o teste *post hoc* de Bonferroni foi usado para analisar dados significativos indicados pela ANOVA de dois caminhos. ANOVA de um caminho em ranks (teste de Kruskal-Wallis) foi utilizado para indicar diferenças inter-intervenção nas alterações da pressão intraocular durante e após exercício, e o teste *post hoc* de Mann-Whitney foi usado para identificar diferenças significativas entre intervenções indicadas pelo teste de Kruskal-Wallis. Foram considerados significativos os resultados cujos níveis descritivos (valores de p) apresentaram-se inferiores a 0,05.

Para estimar o poder amostral das variáveis do presente estudo (pressão intraocular), foram observados os valores de PIO obtidos em investigações similares ao presente estudo (QURESHI et al., 1995, CHROMIAK et al., 2003; VIEIRA et al., 2003; CONTE et al., 2009, CONTE, 2009). Considerando que nestes estudos a redução da pressão intraocular durante uma sessão de exercício aeróbio ou resistido variou de 4 a 2,5 mmHg, foi estimado que uma amostra de 15 indivíduos teria um poder amostral de 80% para detectar uma redução de 4 mmHg (desvio padrão de 4 mmHg) com um alfa bi-caudal $< 0,05$.

3. RESULTADOS

Houve redução significativa da PIO durante (M2) e imediatamente após o exercício (M3) para todos os modelos estudados (Tabela 1).

Os valores de PIO em M2 foram 23%, 21% e 16% menores que em M1 nas sessões de exercício aeróbio intervalado, resistido e aeróbio contínuo, respectivamente. Em M3 os valores de PIO se mostraram ainda significativamente menores que em M1 (23% na sessão de exercício intervalado; 20% no exercício aeróbio contínuo; 14% no resistido) (Figura 1).

Tabela 1. PIO antes, durante e após sessão de exercício aeróbio intervalado, aeróbio contínuo e resistido.

Modelos	M1	M2	M3	R1	R2
Aeróbio Intervalado	12,2 ± 1,9	9,3 ± 2 ***	9,2 ± 1,2 ***	9,8 ± 1,7 ***	9,7 ± 1,5 ***
Aeróbio Contínuo	12,4 ± 2	10,2 ± 1,7***	9,7 ± 1,8 **	10 ± 1,6 **	11,5 ± 1,8†
Resistido	11,2 ± 1,7	8,7 ± 1,5 ***	9,5 ± 2,3 **	9,7 ± 1,8 *	10 ± 1,8

Dados são expressos em média±desvio padrão (mmHg). Asterisco denota diferença significativa de pré-exercício no mesmo grupo (*: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$). † denota diferença significativa de exercício intervalado no mesmo período ($p = 0,025$)

Durante a recuperação, observou-se que aos 5min (R1) a PIO continuava reduzida em comparação aos valores pré-exercício (M1) nas 3 sessões avaliadas (Tabela 1). Comparado ao M1 houve redução da PIO em R1 de 19% após o exercício aeróbio intervalado, 16% após o exercício aeróbio contínuo e 12% após o exercício resistido (Figura 1). No entanto, observou-se que no momento R2, tanto no exercício aeróbio contínuo como no exercício resistido, a PIO já havia retornado aos valores pré-exercício (M1). Em contraponto, a PIO permaneceu significativamente reduzida (19% - Figura 1) aos 10 min de recuperação (R2) apenas no modelo de exercício aeróbio intervalado e ainda se mostrou significativamente menor quando comparada aos valores do exercício aeróbio contínuo (Tabela 1) e resistido (Figura 1).

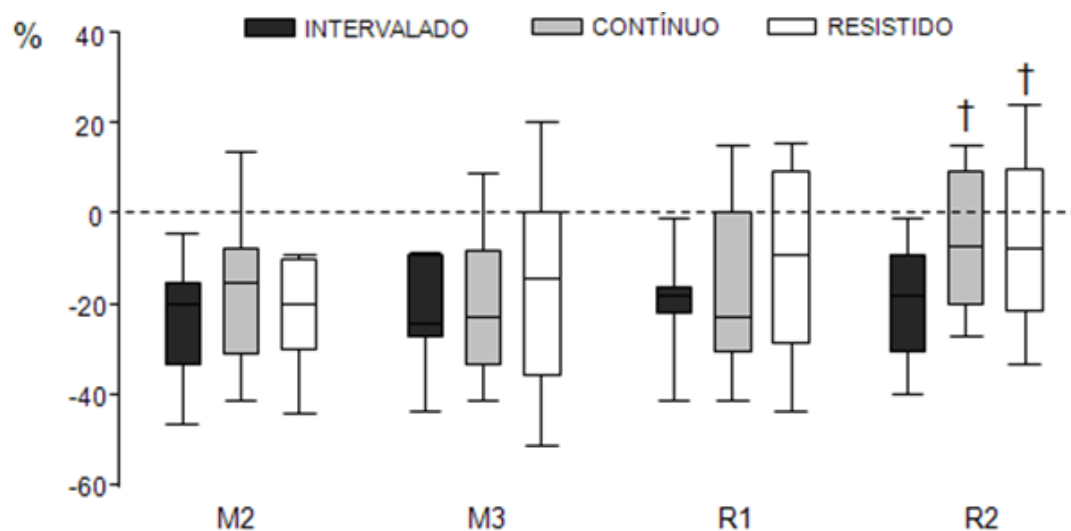


Figura 1. Mudança percentual na PIO durante e após sessão de exercício intervalado, contínuo e resistido. † denota diferença significativa de exercício intervalado no mesmo período ($p < 0,05$).

4. DISCUSSÃO

Qureshi et al. (1995) e Qureshi et al. (1996) apresentam evidências de que a PIO de voluntários submetidos a esforços aeróbios de alta intensidade (80% da FCM) e baixo volume (7,5min) decresce significativamente quando comparada à atividade de baixa intensidade (40% da FCM) e alto volume (30min). Resposta semelhante foi encontrada no presente estudo, na

comparação do exercício intervalado de alta intensidade comparado ao contínuo de baixa intensidade.

Sendo a PIO determinada e regulada pela produção, circulação e drenagem do humor aquoso, pelo fluxo trabecular e uveoscleral e ainda pela pressão venosa episcleral (WEINREB et al., 2009) algumas hipóteses podem ser consideradas para explicar a queda da PIO nas respectivas condições. Estudo clássico de Leighton e Phillips (1970) verificou a PIO de quatorze indivíduos adultos distribuídos aleatoriamente em duas situações: na primeira permaneceram sentados por 50min e na segunda caminharam moderadamente pelo mesmo tempo. Foi observado que após a caminhada a PIO reduziu significativamente (2,28 mmHg no OD e 2,07 mmHg no OE), valores semelhantes à redução observada no exercício contínuo a 60% da FCM (2,4 mmHg). No entanto, após o mesmo tempo na posição sentada a PIO não reduziu mais do que 0,14 mmHg (em ambos os olhos). Nesse estudo, realizado no início da década de setenta, os autores consideraram que a diminuição da PIO estava associada à redução da pressão da veia jugular e, conseqüentemente, da veia episcleral, além da possível contribuição dos efeitos adrenérgicos e mecanismos hormonais.

Em 1970, outra pesquisa foi realizada por Marcus, Krupin e Podo, que submeteram 12 indivíduos (6 homens e 6 mulheres) sedentários a 4min de corrida na esteira. A PIO, pressão arterial, frequência cardíaca e amostras de sangue (para dosagem de osmolaridade, lactato, pH e piruvato), foram mensuradas imediatamente e aos 5, 30 e 60min após a finalização do exercício. A queda da PIO após o exercício foi significativa (5,9 mmHg), manteve-se baixa ainda nos 30 minutos e retornou aos valores iniciais em uma hora. O lactato subiu imediatamente depois do exercício (0,8 para 9,6 mmol/l) e retornou aos valores prévios em 60 minutos. Também houve aumento da osmolaridade e redução do pH e esses valores retornaram aos iniciais em 30 minutos. O piruvato sanguíneo permaneceu elevado durante 30 minutos e retornou aos valores pré-exercício após uma hora. A PAS aumentou logo após o exercício, bem como a FC, e retornou após 15 minutos, enquanto a FC mesmo após 60 minutos ainda manteve-se elevada. Como conclusão foi apontada que a acidose deve ser considerada como um importante fator para a queda da PIO.

Os estudos mais recentes mostram que o esforço aeróbio intenso promove o aumento do fluxo sanguíneo (FS) pulsátil na coróide, justamente por ser o único aporte sanguíneo para outras áreas da retina. Esse aumento do FS acontece para garantir a perfusão adequada nos fotorreceptores, visando manter a visão enquanto o FS é redistribuído para os músculos ativos durante o exercício (LOVASIK e KERGOAT, 2004). De fato, nessas condições, ocorre um aumento da PA e FC contribuindo para elevação da PPO e do FS na Artéria Oftálmica (KOZOBOLIS, DETORAKIS e KONSTAS, 2008). Esse aumento contínuo e intenso do FS causa o aumento do atrito exercido pelas células circulantes sobre o endotélio vascular promovendo a síntese de óxido nítrico (ON). Resumidamente pode-se explicar a queda

da PIO nas condições aeróbias devido à associação da redução da pressão na veia episcleral, aumento da atividade adrenérgica, aumento da concentração do lactato e da expressão de ON.

Já no treinamento resistido (TR), devido ao fato de os exercícios não serem contínuos como na atividade aeróbia, pode ser que os mecanismos de auto-regulação na circulação retiniana e coroidal não sejam tão significativos. No entanto, outros mecanismos podem explicar a redução da PIO no exercício resistido.

Uma das explicações para redução da PIO durante a realização de TR pode estar relacionada com o humor aquoso, uma vez que o controle fisiológico da PIO depende de três fatores: a) produção do humor aquoso; b) resistência no escoamento do humor aquoso e c) pressão da veia episcleral (SHIELDS, 1998).

É provável que ocorra a redução da produção do humor aquoso em decorrência do aumento da acidose sanguínea. De fato, já é conhecido que intensidades acima de 30% de 1RM já são suficientes para determinar o predomínio da atividade glicolítica no TR (promovendo o aumento das concentrações de lactato) para manutenção das contrações musculares, ademais, nessas condições ocorre a isquemia relativa, com redução do aporte de oxigênio aos músculos ativos e o aumento da concentração de lactato sanguíneo (OLIVEIRA et al., 2006). Outros estudos também mostram elevação significativa do lactato (até 24 mmol) após realização de exercícios a 80% de 1RM (LEVERITT e ABERNETHY, 1999). Corroborando esses achados, autores (VIEIRA et al., 2003) já apontaram que a redução do pH sanguíneo acarreta o desequilíbrio hidro-eletrolítico, com consequente redução da formação do humor aquoso.

No exercício intervalado, devido às características bioenergéticas mistas da atividade (GIBALA e McGEE, 2008), é provável que tanto os mecanismos de redução da PIO associados ao exercício aeróbio quanto ao resistido (anaeróbio) influenciam a respectiva alteração. Além disso, sugere-se a diminuição da PIO mais pronunciada nesse tipo de exercício, devido ao aumento do escoamento do humor aquoso, promovido nessas situações pela hipercapnia a qual promove o aumento da hiperventilação, que por sua vez gera a consequente redução da pressão venosa e possivelmente da PIO. Tal situação metabólica acarreta hipocloremia e hipocalemia entre outros distúrbios, além da hipocapnia decorrente da hiperventilação acionada. Esse fenômeno foi descrito por Harris et al. (1992) ao investigarem voluntários que realizaram exercício isométrico com 2 minutos de duração a 50% da contração máxima voluntária, com a ventilação monitorada em duas situações distintas: a) com adição de dióxido de carbono (CO₂) para evitar a hipocapnia e b) sem adição de CO₂. Somente foi observada redução significativa na PIO (de 18,3 ± 0,7 para 15,6 ± 0,6 mmHg) na situação de hipocapnia.

Importa destacar estudo epidemiológico com 29.854 corredores norte-americanos e os autores encontraram que os indivíduos com melhor capacidade física (mais rápidos para percorrer 10 quilômetros, ou seja, que corriam essa distância na velocidade de 5m/s) ou que corriam mais quilometragem por dia (6km/dia) apresentaram menor risco relativo de incidência de glaucoma (WILLIAMS, 2009).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O exercício físico realizado em diferentes condições, volume e intensidade (exercício resistido, aeróbio contínuo e intervalado) promoveu redução da PIO durante e após a sessão. Porém, o exercício aeróbio intervalado se mostrou mais efetivo na redução da PIO comparado aos exercícios contínuo e resistido. Esses resultados indicam que o exercício físico pode ser utilizado como um tratamento preventivo, não medicamentoso, eficaz e seguro para a redução aguda da PIO. Também evidenciam a importância de novos estudos direcionados à população glaucomatosa e/ou com PIO elevada, a fim de comprovar os efeitos benéficos dos exercícios físicos sobre a PIO dessa população.

REFERÊNCIAS

- Alm A, Nilsson SFE. Uveoscleral outflow - a review. *Exp Eye Res.* 2009;88(4):760-8.
- Avunduk AM, Yilmaz B, Sahin N, Kapicioglu Z, Dayanir V. The comparison of intraocular pressure reductions after isometric and isokinetic exercises in normal individuals. *Ophthalmologica.* 1999; 213:290-4.
- Azuara-Blanco A, Costa VP, Wilson RP. *Handbook of Glaucoma.* London: Taylor & Francis e-Library, 2003.
- Brzycki M. Strength testing: predicting a one-rep max from repetitions to fatigue. *JOPERD,* 1993,64:88-90.
- Chromiak JA, Abadie BR, Braswell RA, Koh YS, Chilek DR. Resistance training exercises acutely reduce intraocular pressure in physically active men and women. *J Strength Cond Res.* 2003;17(4):715-20.
- Conte, Marcelo. Associação entre exercícios resistidos e pressão intraocular. Tese de doutoramento em Ciências. Universidade Federal de São Paulo, 2009.
- Conte M, Scarpi MJ, Rossin RA, Beteli H, Lopes RG, Marcos HL. Variação da pressão intra-ocular após teste submáximo de força no treinamento resistido. *Arq Bras Oftalmol.* 2009; 72(3):351-4.
- Emma Price, Lyles Gray, Lyndsay Humphries, Carolyn Zweig, Norman Button. Effect of Exercise on Intraocular Pressure and Pulsative Ocular Blood Flow in a Young Normal Population. *Optometry Vision Science.* 2003; v.80.
- European Glaucoma Society. Terminology and Guidelines for Glaucoma. Itália: DOGMA; 2003. Disponível em: <http://www.eugs.org/fullbook/eng.pdf>
- Gale J, Wells AP, Wilson G. Effects of exercise on ocular physiology and disease. *Surv Ophthalmol.* 2009;54(3):349-55.

- Gibala, MJ, McGee, SL. Metabolic Adaptations to Short-term High-Intensity Interval Training: A Little Pain for a Lot of Gain? *Med Sci Sports Exerc.* 2008; 36(2):58-63.
- Harris A, Malinovsky V, Cantor LB, Henderson PA, Martin BJ. Isocapnia blocks exercise-induced reductions in ocular tension. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1992; 33: 2229-32.
- Karvonen M, Kentala K, Mustala O. The effects of training on heart rate: a longitudinal study. *Ann Med Exper Biol Fenn* 1957; 35: 307-15.
- Kozobolis VP, Detorakis ET, Konstas AG, Achtopoulos AK, Diamandides ED. Retrobulbar blood flow and ophthalmic perfusion in maximum dynamic exercise. *Clin Experiment Ophthalmol.* 2008; 36(2):123-9.
- Leighton DA, Phillips CI. Effect of moderate exercise on the ocular tension. *Br J Ophthalmol.* 1970;54:599-605.
- Leveritt M, Abernethy, PJ. Acute Effects of High-Intensity Endurance Exercise on Subsequent Resistance Activity. *J Strength Cond Res.* 1999; 13(1)47-51
- Lovasik JV, Kergoat H. Consequences of an increase in the ocular perfusion pressure on the pulsatile ocular blood flow. *Optom Vis Sci.* 2004;81(9):692-8
- Marcus DF, Krupin T, Podos SM, et al... The effect of exercise on intraocular pressure. I. Human beings. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1970;9:749-752
- Martin B, Harris A, Hammel T, Malinovsky V. Mechanism of exercise-induced ocular hypotension. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1999; 40(5):1011-5.
- Ministério da Saúde/Fundação Nacional da Saúde. Informe Epidemiológico do SUS. Suplemento 3, ano V, n. 2, abril a junho, 1996.
- Moura MA, Rodrigues LO, Waisberg Y, De Almeida HG, Silami-Garcia E. Effects of submaximal exercise with water ingestion on intraocular pressure in healthy males. *Braz J Med Res.* 2002; 35:121-5.
- Natsis K, Asouhidou I, Nousios G, Chatzibalas T, Vlasis K, Karabatakis V. Aerobic exercise and intraocular pressure in normotensive and glaucoma patients. *BMC Ophthalmol.* 2009; 13(9):6-26.
- Neacșu AM. [Etiopathogenic mechanisms in glaucoma]. *Oftalmologia.* 2006;50(2):18-22.
- Oliveira JC, Baldissera V, Simões HG, Aguiar AP, Azevedo PHSM, Polan, PAFO et al... Identificação do limiar de lactato e limiar glicêmico em exercícios resistido. *Rev Bras Med Esporte.* 2006; 12(6):333-8.
- Ozmerdivenil, R. et al... Comparison of the effects of acute and regular exercise on intraocular pressure in Turkish athlete and sedentarians. *Int J Neurosci.* 2006; 116:351-60.
- Qureshi IA, Xi XR, Huang YB, Wu XD. Effects of mild, moderate and severe exercise on intraocular pressure of sedentary subjects. *Ann Hum Biol.* 1995; 22:545-53.
- Qureshi, IA, Xi, X.R, Huang, Y.B, Wu, X.D. Magnitude of decrease in intraocular pressure depends upon intensity of exercise. *Korean J Ophthalmol.* 1996; 10:109-15.
- 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.
- Risner D, Ehrlich R, Kheradiya NS, Siesky B, McCranor L, Harris A. Effects of exercise on intraocular pressure and ocular blood flow: a review. *J Glaucoma.* 2009; 18(6):429-36.
- Shields MB. Shields' textbook of glaucoma. Baltimore: 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.
- Tanaka, H, Monahan KD, Seals DR. Age-Predicted Maximal Heart Rate Revisited. *Journal Am Col Cardiology.* 2001; 37(1):153-156.
- 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.
- US Department of Health and Human Services. *Glaucoma: what you should know*. Bethesda: National Eye Institute, 2003.
- Vaughan, D, Asbury, D, Riordan-Eva, P. *Oftalmologia geral*. 4º edição. São Paulo: Atheneu, 1998.
- Vasudevan SK, Gupta V, Crowston JG. Neuroprotection in glaucoma. *Indian J Ophthalmol.* 2011;59(Suppl):S102-113.
- Vieira GM, Penna EP, Botaro M, Bezerra RF. The acute effects of resistance exercise on intraocular pressure. *Arq Bras Oftalmol.* 2003; 66: 431-5.
- Weinreb RN, Brandt JD, Garway-Heath D, Medeiros, FA. *Intraocular Pressure. WGA - Consensus series 4*. Amsterdam: Kugler Publications, 2009.
- Williams PT. Relationship of Incident Glaucoma versus Physical Activity and Fitness in Male Runners. *Med Sci Sports Exerc.* 2009; 41(8):1566-72.
- 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