

EFEITOS AGUDOS DO EXERCÍCIO RESISTIDO, AERÓBIO CONTÍNUO E INTERVALADO NA PRESSÃO INTRAOCULAR DE INDIVÍDUOS FISICAMENTE ATIVOS E NORMOTENSOS

Alexandre Duarte Baldin – Faculdade Anhanguera de Campinas - unidade 4

Morgana Rabelo Rosa Russo – Faculdade Anhanguera de Rio Claro

Emmanuel Gomes Ciolac – Universidade Estadual Paulista- UNESP

Heitor Francisco Cozza - Centro Universitário Anhanguera de Santo André

RESUMO: Apesar de ainda pouco explorado, evidências sugerem que a prática de atividade física promove redução e contribui no controle da Pressão Intraocular (PIO). O objetivo foi verificar o efeito agudo de diferentes tipos de exercício 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% alternando com 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 exercício (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: Although not yet explored, evidence suggests that physical activity promotes reduction and contributes in a Intraocular Pressure (IOP) control. The aim was to investigate the acute effect of different types of exercise on IOP. Fifteen volunteers were randomly assigned to 3 sessions of 30 minutes of exercise: resistance exercises: 3 sets of 8 repetitions at 80% 1RM; continuous aerobic exercise: 60% of Heart Rate Reserve (HRR); Aerobic Interval Exercise: intercalating 2min 50% 1min and 80% of HRR. IOP was measured before (M1) for 15min (M2) and immediately after the session (M3), and during recovery: 5min (R1) and 10 minutes (R2). As ANOVA statistical procedure was used. There were significant reductions of IOP during all exercise sessions (M2 and M3). After exercise, IOP remained low until 5min on all models, however, at 10 minutes was lower than in M1 only in interval workout.

PALAVRAS-CHAVE:

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

KEYWORDS:

Intraocular pressure; physical exercise; resistance exercise; aerobic exercise.

Artigo Original

Recebido em: 21/12/2012

Avaliado em: 28/12/2012

Publicado em: 19/05/2014

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

O olho é o órgão que transforma a percepção da luz em impulsos elétricos encaminhados ao sistema nervoso central. O bulbo ocular possui diâmetro médio de 17 mm em recém-nascidos a termo, chegando a 21,5mm aos 3 anos e 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 e pelas pálpebras (Bicas, Jorge, 2007).

O bulbo ocular pode ser descrito em três camadas distintas. A camada externa composta pela córnea, esclera e junção córneo-escleral (limbo). A camada média ou úvea 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 (Bron et al., 1997). O corpo ciliar, localizado na camada média do bulbo ocular, tem estrutura de 6 a 7 mm de largura, e é responsável pela produção do humor aquoso (Bron et al., 1997).

A função do humor aquoso é nutrir as estruturas anteriores do olho, principalmente a córnea e o cristalino. Ele é drenado através da malha trabecular, uma rede de fibras colágenas. Menos de um quarto do humor aquoso pode ser drenada através dos espaços supraciliares e supracoróideo, uma via de escoamento conhecida como úveo-escleral (Alm, Nilsson, 2009).

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. A elevação da pressão intra-ocular (PIO) é o principal fator de risco para o desenvolvimento do glaucoma.

O glaucoma é uma neuropatia óptica de causa multifatorial que atinge, principalmente, indivíduos com hipertensão intraocular, induzindo à lesão progressiva do nervo óptico, com consequente repercussão no campo visual. Trata-se de doença assintomática que requer investigação minuciosa com exames específicos, dentre eles, a aferição da PIO. (WEINREB *et al.*, 2009).

Tendo o aumento da pressão intraocular como a principal característica para a instalação do glaucoma, o exercício físico apresenta-se como um grande aliado no tratamento não medicamentoso dessa doença, contribuindo com a diminuição da pressão intraocular, melhora da qualidade de vida, tendo interesse terapêutico e preventivo.

O exercício físico mobiliza muitos mecanismos para evitar danos funcionais e estruturais. Durante o exercício ocorrem modificações nos níveis da pressão arterial, aumento da frequência cardíaca, da liberação de adrenalina e noradrenalina e do consumo de oxigênio.

A maioria dos estudos tem demonstrado que a PIO de repouso reduz após atividades físicas e permanece reduzida em até 2 horas após término da sessão de exercícios físicos (Qureshi, 1995). Wolff e De Jong em 1932, tentaram detectar algum fator humoral responsável pela diminuição da PIO em animais após corridas, mas não foram bem sucedidos em

encontrar tal fator, mas puderam comprovar a eficácia de certas atividades musculares em diminuir a PIO (Biró e Botar, 1967).

O exercício físico de modo geral, apresenta efeito hipotensivo na PIO (PRICE *et al.*, 2003), mas os exercícios aeróbios parecem promover maiores alterações na PIO em relação aos aneróbios, tanto para praticantes de exercícios quanto para sedentários (OZMERDIVENII *et al.*, 2006; NATSIS *et al.*, 2009). Dentre os anaeróbios, os isocinéticos parece 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 reposição hídrica (MOURA *et al.*, 2002).

Diante tal quadro, o propósito deste estudo é detectar os benefícios do exercício físico, tanto aeróbicos quanto anaeróbicos para a população glaucomatosa ou com aumento de risco para glaucoma.

2. OBJETIVOS

Verificar o efeito agudo do exercício resistido, aeróbio contínuo e intervalado na PIO em indivíduos fisicamente ativos e normotensos.

3. JUSTIFICATIVA

Este trabalho se justifica pela grande ocorrência de aumento da PIO, uma das grandes causas de cegueira (US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, 2003; AZUARA-BLANCO, COSTA, WILSON, 2003). Nesse sentido, procurar métodos que possibilitem reduzir e estabilizar a PIO é relevante para prevenção do glaucoma. É sabido que diversos fatores podem influenciar nas flutuações da PIO, sendo a prática de exercícios físicos, um desses aspectos (VIEIRA *et al.*, 2006).

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).

4. VIABILIDADE

Diante o quadro de PIO e, sabendo que o exercício físico é um grande aliado na diminuição da mesma, faz-se necessário verificar, de fato, qual tipo de exercício físico (resistido ou aeróbio) melhor contribui para a diminuição da PIO.

Para tal verificação, é necessária a aplicação desta pesquisa na população em referência, no caso, na cidade de Sorocaba, mais especificamente, no Hospital de Olhos de Sorocaba (centro de referência em transplante de córnea e tratamento ocular).

Este projeto não terá custos adicionais, visto que o Hospital em referência fornecerá todos os equipamentos e espaços físicos necessários para a realização do mesmo.

Sendo assim, acredita-se nos grandes benefícios dos resultados desta pesquisa, visando, por fim, em um aliado no tratamento não farmacológico no tratamento da PIO: o exercício físico.

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os exercícios físicos apresentam-se como grandes aliados na prevenção e controle de problemas de saúde pública e, também, benefícios oculares como diminuição da PIO (GALE et al., 2009, NATSIS et al., 2009) e aumento da Pressão de Perfusão Ocular (PPO) (YIP et al., 2011) e menor risco de oclusão venosa da retina e degeneração macular senil (GALE et al., 2009).

É na camada média do bulbo ocular que se localiza o corpo ciliar, responsável pela produção do humor aquoso, um líquido claro que nutre as câmaras anteriores do olho, especialmente a córnea e o cristalino (ALM e NILSSON, 2009). O balanço entre a taxa de produção e de drenagem do humor aquoso é o que determina a PIO, que pode ser influenciada, também, pelos níveis da pressão venosa episcleral (READ et al., 2011; SHIELDS, 1997). A PIO elevada associada a outros fatores, pode ocasionar danos no nervo óptico, induzindo a um quadro glaucomatoso (WEINREB, et al., 2009; YIP, et al., 2011), tendo como consequência a redução do campo visual e perda gradativa da visão, afetando 68 milhões de pessoas em todo mundo (RISNER, et al, 2009).

O glaucoma é definido como uma neuropatia da porção anterior ou intraocular do nervo óptico. Tal nervo é composto por um milhão de axônios provenientes das células ganglionares da retina. Esses axônios são organizados em fibras nervosas e seguem em direção ao nervo óptico, que, por sua vez, segue em direção ao córtex cerebral na porção posterior.

Essa patologia é considerada uma das causas mais comum de cegueira, em torno de 2% da população acima de 40 anos. Sobretudo, trata-se de um processo indolor que, na maioria das vezes, acomete somente um dos olhos sendo que o outro acaba compensando as perdas visuais. 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 Fechado (quando há obstrução física à malha trabecular e, conseqüentemente, à drenagem do humor aquoso) ou Aberto (a malha trabecular está livre de obstruções, porém, sua capacidade de drenagem está reduzida) e, ainda, o de tensão-normal, o qual não

está diretamente associado com aumento da PIO (US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, 2003; AZUARA-BLANCO, COSTA, WILSON, 2003).

Alguns fatores de risco contribuem para a instalação do glaucoma, como história familiar, idade maior que 45 anos, negros ou asiáticos, miopia ou hipermetropia, diabetes mellitus, hiper ou hipotensão arterial (HEIJL, et al., 2002; KASS, et al., 2002; WONG, et al., 2003).

O exercício físico de modo geral, apresenta efeito hipotensivo na PIO (PRICE, 2003), mas os exercícios aeróbios parecem promover maiores alterações na PIO em relação aos anaeróbios, tanto para praticantes de exercícios quanto para sedentários (OZMERDIVENII *et al*, 2006; NATSIS *et al*, 2009). Dentre os anaeróbios, os isocinéticos parece apresentar maiores diminuições da PIO em relação aos isométricos (AVUNDUK *et al*, 1999). Outras investigações têm mostrado que o exercício físico de modo geral, tem um efeito hipotensivo na PIO (PRICE, 2003).

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 reposição hídrica (MOURA *et al*, 2002).

WILLIAMS, 2009, estudou 29.854 corredores norte-americanos, e verificaram 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.

NATSIS *et al*, 2009, quando comparou a PIO de 145 pessoas (entre adultos saudáveis e pacientes com glaucoma primário) submetido a exercícios aeróbios moderados, verificaram que a atividade física promoveu a redução da PIO em indivíduos saudáveis, bem como em pacientes com glaucoma já em tratamento, além de contribuir para a diminuição da instilação de beta-bloqueadores, análogos de prostaglandinas ou alfa-agonistas.

Em trabalho de revisão a respeito do estilo de vida, nutrição e glaucoma (PASQUALE & KANG, 2009) foi abordado a influência do exercício físico, dieta, peso corporal, uso de hormônios após menopausa, tabagismo e consumo de álcool na prevenção do glaucoma de ângulo aberto. Alguns hábitos foram associados ao aumento da PIO (importante fator de risco para a patologia), tais como tocar instrumentos de sopro, consumo de café, uso de gravata, realizar certas posições de ioga e praticar "levantamento de peso". Os autores ponderam a magnitude da duração dessas situações e o tempo que a PIO permanece elevada e ainda apontam que não existem estudos que comprovem associação entre prática de ioga ou de exercícios com pesos e o aparecimento do glaucoma, bem como não existem evidências suficientes que mostrem que o exercício pode prevenir o glaucoma. Contudo, outros efeitos do exercício como redução da pressão arterial (positivamente relacionada

com a queda da PIO) e da pressão de perfusão (importante fator de risco para o glaucoma) são potencialmente benéficos para reduzir a PIO.

No entanto, ainda remanescem lacunas quanto o potencial efeito hipotensor do exercício segundo volume e intensidade, tipo e frequência de exercício.

6. METODOLOGIA

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 deltoíde, 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 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: $FCM = 208 - [0,7 \times \text{idade}]$ (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 $< 0,05$.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após submissão do projeto e aprovação do CEP pelo IPAD e FUNADESP, esta pesquisa iniciou-se com a colaboração dos pesquisadores e voluntários, obtendo muito sucesso em todos os momentos, graças a dedicação de todos. Esta pesquisa encontra-se, atualmente, em seus momentos finais de execução (redação dos artigos/resumos) e de submissão dos mesmos às revistas e congressos especializados no assunto.

O cuidado em se realizar uma pesquisa deste cunho, demanda tempo e meticulosidade dos pesquisadores envolvidos. Desde a seleção dos voluntários, a elaboração dos exercícios e dos protocolos, até a prescrição dos exercícios aos voluntários, foram cuidadosamente acompanhados e monitorados.

Diante o alto grau de comprometimento, este grupo se antecipa e, junto à Anhanguera Educacional e FUNADESP, propõe o escopo de um projeto de continuação de pesquisa (Anexo VI), para que mais investigações científicas sejam realizadas em torno do assunto em pauta e publicadas em parceria com estas instituições.

Sendo assim, o novo projeto foi intitulado como: *“Variação da pressão intraocular decorrente de diferentes tipos de exercícios em mulheres pré e pós-menopausa”*.

Tal título se justifica pelas evidências de que mulheres na pós-menopausa apresentaram redução significativa da Pressão Intraocular (PIO) após terapia hormonal e que a maioria dos estudos abordando esse assunto foi realizada no sexo masculino.

A continuidade dos estudos e pesquisas acerca do tema será de valor inestimável para as comunidades acadêmica e científica, especialmente considerando-se o nível avançado em que este grupo se encontra, o que permitirá dar maior destaque e visibilidade à Anhanguera Educacional e FUNADESP, com intuito de torná-la cada vez mais presente e reconhecida dentre as instituições de pesquisa.

REFERÊNCIAS

American College of Sports and Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009; 41(3):687-708.

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.
- Bicas HEA, Jorge AAH. *Oftalmologia - Fundamentos e Aplicações*. Novo Conceito Saúde; São Paulo, 2007.
- Bron AJ, Wolff E, Tripathi RC, Tripathi BJ. *Wolff's Anatomy of the Eye and Orbit*. Chapman & Hall Medical; London 1997.
- 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 M. 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.
- Dane S, Kocer I, Demirel H, Uçok K, Tan U. Effect of acute submaximal exercise on intraocular pressure in athletes and sedentary subjects. *Int J Neurosci*. 2006; 116(10):1223-30.
- Price E, Gray L, Humphries L, Zweig C, Button N. Effect of Exercise on Intraocular Pressure and Pulsative Ocular Blood Flow in a Young Normal Population. *Optometry Vision Science*. 2003; v.80
- 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.
- Heijl A. et al., Reduction of intraocular pressure and glaucoma progression: results from the early manifest glaucoma trial. *Arch Ophthalmol* 120:1268-79, 2002.
- 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.
- Hilton E. Exerc-eyes: effects of exercise on ocular health. *OT*. 2003;15:45-9.
- Kass, M. et al., The ocular hypertension treatment study: a randomized Trial determines that topical ocular hypotensive medication delays or prevents the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch ophthalmol* 120:701-13, 2002.
- 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.
- Lempert P, Cooper KH, Culver JF, Tredici TJ. The effect of exercise on intraocular pressure *Am J Ophthalmol*. 1967; 63(6):1673-6.
- 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.
- McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano.* 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.
- 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.
- 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.
- Pasquale LR, Kang JH. Lifestyle, nutrition, and glaucoma. *J Glaucoma.* 2009; 18(6):423-8.
- Pedrinelli A, Eugênio L, Do Serro R. O efeito da atividade física no aparelho locomotor do idoso. *Rev. Bras Ortop.* 2009; v.44, n.2, p. 96-101.
- Prestes J, Lima C, Frollini A, Donatto F, Conte M. Comparison of linear and reverse linear periodization effects on maxima strength and body composition. *J Strength Cond Res.* 2009; 23(1)266-74.
- 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
- Tanaka, H, Monahan KD, Seals DR. Age-Predicted Maximal Heart Rate Revisited. *Journal Am Col Cardiology.* 2009; 37(1):153-156.
- 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
- Vieira, GM, Oliveira HB; Andrade DT; Bottaro M; Ritch R. Intraocular pressure variation during weight lifting. *Arch Ophthalmol.* 2006; 124:1251-4.
- 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.

Wong T. et al., Refractive errors intraocular pressure and glaucoma in a white population. *Ophthalmology*, 110:221-7, 2003.

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.