

MARCELO CONTE

**ASSOCIAÇÃO ENTRE EXERCÍCIOS RESISTIDOS E PRESSÃO
INTRA-OCULAR**

Tese apresentada à Universidade Federal
de São Paulo para obtenção do título de
Doutor em Ciências

**São Paulo
2009**

MARCELO CONTE

**ASSOCIAÇÃO ENTRE EXERCÍCIOS RESISTIDOS E PRESSÃO
INTRA-OCULAR**

Tese apresentada Universidade à
Federal de São Paulo para obtenção do
título de Doutor em Ciências

Orientador: Prof. Dr. Marinho Jorge Scarpi

**São Paulo
2009**

FICHA CATALOGRÁFICA

Conte, Marcelo
Associação entre exercícios resistidos e pressão intra-ocular
Marcelo Conte – São Paulo, 2009.
xii, 65f.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de São Paulo. Escola Paulista de Medicina. Programa de Pós Graduação em Oftalmologia.

Título em inglês: Association between resistance exercise and intraocular pressure

1. Pressão Intra-ocular. 2. Treinamento Resistido. 3. Atividade Física
4. Saúde Ocular. 5. Oftalmologia Esportiva. 6. Hipotensão Ocular.

Nome: CONTE, Marcelo

Título: Associação entre exercícios resistidos e pressão intra-ocular

Tese apresentada Universidade à
Federal de São Paulo para obtenção do
título de Doutor em Ciências

Aprovado em: 25 de novembro de 2009.

Banca Examinadora

Prof. Dr Marinho Jorge Scarpi Instituição: UNIFESP - Oftalmologia
Julgamento: Assinatura:

Prof. Dr Ivan Maynard Tavares Instituição: UNIFESP - Oftalmologia
Julgamento: Assinatura:

Prof. Dr Antonio Carlos da Silva Instituição: UNIFESP – Fisiologia do Exercício
Julgamento: Assinatura:

Prof. Dr Marco Carlos Uchida Instituição: UNIFIEO – Ciências Biológicas
Julgamento: Assinatura:

Prof. Dr Roberto Murad Vessani Instituição: USP - Oftalmologia
Julgamento: Assinatura:

Dedico este trabalho à memória dos meus pais,
eternamente presentes em meu coração e que são os
verdadeiros responsáveis por tudo que tenho alcançado em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a pessoas e instituições que contribuíram para a conclusão deste trabalho, destacadamente:

Ao Prof. Dr. Marinho Jorge Scarpi, pela sua competência singular na orientação dessa tese, pela contribuição inestimável em meu processo de aprendizado e finalmente pelo seu exemplo como pesquisador e ser humano.

Ao Grupo de Pesquisa em Oftalmologia Esportiva (ESEFJ-UNIFESP) e Centro de Oftalmologia Esportiva (UNIFESP), pelo suporte técnico para desenvolvimento do trabalho, contribuições nas discussões dos resultados e acima de tudo pelo companheirismo.

A Prof^a Dr^a Luciene Barbosa, por articular a parceria com o Hospital Oftalmológico de Sorocaba (HOS);

A Dr^a Caroline Moreira, do HOS, pelas avaliações oftalmológicas iniciais e pela realização de todas as medidas de Pressão Intra-ocular em cada sessão de treinamento resistido;

A equipe de Tecnólogas em Oftalmologia do HOS, pela realização da paquimetria em todas sessões de treinamento resistido;

A Diretoria do HOS, pelo apoio técnico imprescindível para concretização desse estudo;

Ao Prof. Dr. Fernando Balbino, pelo apoio ao Grupo de Pesquisa em Oftalmologia Esportiva (ESEFJ-UNIFESP) e pelo incentivo pessoal;

Ao Prof. Vladimir Juliano de Godoi, pela fundamental participação no estudo, permitindo que seus atletas participassem como voluntários do estudo, viabilizando o uso das dependências da Academia Formação, monitorando sessões de exercícios e participando ativamente na coleta de dados;

Aos boxeadores da Liga Sorocabana de Boxe, voluntários da pesquisa, pela disposição nos treinamentos físicos e simpatia (mesmo nas sessões de exercício realizadas nos feriados), sem os quais não seria possível a concretização desse estudo.

Aos membros do GPOE: Lívia Pimenta, Luis Felipe Milano Teixeira e Arnaldo Beghelli pelo auxílio e dedicação nas coletas de dados;

A Equipe da Coordenação de Pós-Graduação do Departamento de Oftalmologia da Universidade Federal de São Paulo, pela competência no atendimento das questões administrativas.

A Escola Superior de Educação Física de Jundiaí, pelos inestimáveis apoios acadêmicos, administrativos e pessoais proporcionado em todos momentos, especialmente durante a conclusão desse estudo.

A Veris Educacional – Curso de Educação Física, especialmente ao Prof. Ms. Sérgio Paulo de Tarso Domingues, pela colaboração e incentivo para conclusão dessa etapa acadêmica.

Cem vezes, todos os dias, lembro a mim mesmo
que minha vida interior e exterior, depende do
trabalho de outros homens, vivos ou mortos, e que devo
esforçar-me a fim de devolver na mesma medida o que recebi.

ALBERT EINSTEIN

LISTA DE TABELAS, QUADROS, FIGURAS e GRÁFICOS

Quadro 1: Distribuição dos principais estudos sobre PIO e exercício físico segundo tipo de exercício utilizado na metodologia	17
Figura 1: Fluxo do HA da câmara posterior para a anterior (US Department of Health and Human Services, 2003).....	23
Figura 2: Transporte ativo do HA.....	24
Figura 3: Processo ciliar e produção do HA	25
Figura 4: Diagrama de causa e efeito dos principais aspectos fisiológicos, que influenciam as alterações da PIO.....	26
Figura 5: Mecanismo de isquemia seguida de reoxigenação	32
Quadro 2: Características dos microciclos aplicados na periodização.	42
Quadro 3: Seqüência de exercícios aplicados em todas as sessões de TR	43
Tabela 1: Composição Corporal dos voluntários	49
Tabela 2: Comparação dos valores da Paquimetria, FC e PIO segundo o método de treinamento resistido na avaliação dos voluntários	49
Figura 6: Box Plot da Variação da PIO no OD durante o TR de Adaptação	50
Figura 7: Box Plot da Variação da PIO no OE durante o TR de Adaptação.....	50
Figura 8: Box Plot da Variação da PIO no OD durante o TR de Resistência	51
Figura 9: Box Plot da Variação da PIO no OE durante o TR de Resistência	51
Figura 10: Box Plot da Variação da PIO no OD durante o TR de Hipertrofia	52
Figura 11: Box Plot da Variação da PIO no OE durante o TR de Hipertrofia	52
Figura 12: Box Plot da Variação da PIO no OD durante o TR de Força	53

Figura 13: Box Plot da Variação da PIO no OE durante o TR de Força.....	53
Figura 14: Box Plot da Variação da PIO no OD pré exercício, segundo tipo de sessão de TR.....	54
Figura 15: Box Plot da Variação da PIO no OE pré exercício, segundo tipo de sessão de TR.....	54
Figura 16: Box Plot da Variação da PIO no OD no exercício supino, segundo tipo de sessão de TR.....	55
Figura 17: Box Plot da Variação da PIO no OE no exercício supino, segundo tipo de sessão de TR.....	55
Figura 18: Box Plot da Variação da PIO no OD no exercício rosca direta, segundo tipo de sessão de TR.....	56
Figura 19: Box Plot da Variação da PIO no OE no exercício rosca direta, segundo tipo de sessão de TR.....	56
Figura 20: Box Plot da Variação da PIO no OD no exercício leg-press, segundo tipo de sessão de TR.....	57
Figura 21: Box Plot da Variação da PIO no OE no exercício leg-press, segundo tipo de sessão de TR.....	57
Figura 22: Box Plot da Variação da PIO no OD na recuperação 1, segundo tipo de sessão de TR	58
Figura 23: Box Plot da Variação da PIO no OE na recuperação 1, segundo tipo de sessão de TR	58

Figura 24: Box Plot da Variação da PIO no OD na recuperação 2, segundo tipo de sessão de TR	59
Figura 25: Box Plot da Variação da PIO no OE na recuperação 2, segundo tipo de sessão de TR	59
Figura 26: Box Plot da Paquimetria no OD antes e após a sessão de exercícios de adaptação.....	60
Figura 27: Box Plot da Paquimetria no OE antes e após a sessão de exercícios de adaptação.....	60
Figura 28: Box Plot da Paquimetria no OD antes e após a sessão de exercícios de resistência	61
Figura 29: Box Plot da Paquimetria no OE antes e após a sessão de exercícios de resistência	61
Figura 30: Box Plot da Paquimetria no OD antes e após a sessão de exercícios de hipertrofia.....	62
Figura 31: Box Plot da Paquimetria no OE antes e após a sessão de exercícios de hipertrofia.....	62
Figura 32: Box Plot da Paquimetria no OD antes e após a sessão de exercícios de força.....	63
Figura 33: Box Plot da Paquimetria no OE antes e após a sessão de exercícios de força.....	63

Figura 34: Box Plot da Paquimetria no OD antes da sessão de exercícios, segundo tipo de sessão de treinamento resistido.....	64
Figura 35: Box Plot da Paquimetria no OE antes da sessão de exercícios, segundo tipo de sessão de treinamento resistido.....	64
Figura 36: Box Plot da Paquimetria no OD após sessão de exercícios, segundo tipo de sessão de treinamento resistido	65
Figura 37: Box Plot da Paquimetria no OE após sessão de exercícios, segundo tipo de sessão de treinamento resistido	65
Tabela 3: Análise da variação da PIO segundo momento em cada tipo de sessão de treinamento resistido	66
Tabela 4: Relação entre o método de TR, tempo sob tensão, duração do exercício, redução da PIO e estimativa redução da produção de humor aquoso no exercício supino.....	67
Gráfico 1: Comparação da variação da PIO em diferentes métodos de treinamento resistido (média dos olhos direito e esquerdo) segundo momento	67

LISTA DE ABREVIATURAS

AO	Artéria Oftálmica
ACR	Artéria Central Retiniana
AV	Acuidade Visual
AFR	Atividade Física Regular
AF	Atividade Física
ATP	Adenosina Trifosfato
ADP	Adenosina Difosfato
AMP	Adenosina Monofosfato
Ca ⁺⁺	Cálcio
Cl ⁻	Cloro
CO ₂	Dióxido de Carbono
ER	Exercícios Resistidos
FC	Frequência Cardíaca
FCM	Frequência Cardíaca Máxima
FS	Fluxo Sanguíneo
FSC	Fluxo Sanguíneo Coroidal
FSR	Fluxo Sanguíneo Retiniano
HA	Humor Aquoso
HCO ₃ ⁻	Bicarbonato
H ₂ O ₂	Peróxido de Hidrogênio
mmHg	Milímetros de Mercúrio
Na ⁺	Sódio
NO	Óxido Nítrico
NOS	Óxido Nítrico Sintase
NO ₂ ⁻	Nitritos
NO ₃ ⁻	Nitratos
O ₂	Oxigênio
O ₂ ^σ	Radical Superóxido
OD	Olho Direito
OE	Olho Esquerdo
OH ^σ	Radical Hidroxila
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONOO ^σ	Radical Peroxinitrito
PAM	Pressão Arterial Média
PIO	Pressão Intra-ocular
PA	Pressão Arterial
PPO	Pressão de Perfusão Ocular
RM	Repetições Máximas
SNA	Sistema Nervoso Autônomo
TR	Treinamento Resistido
VR	Vascularização Retiniana

RESUMO

Objetivo: Verificar a influência dos exercícios resistidos na Pressão Intra-ocular (PIO), estudando-se a associação entre a variação da PIO em diferentes tipos e condições de exercícios resistidos, tais como: método de treinamento de exercício resistido, posicionamento corporal durante a realização do exercício resistido e tipo de respiração. **Método:** O estudo analítico testou a seguinte hipótese: “existe associação entre exercícios resistidos e a pressão intra-ocular”. A amostra por conveniência foi constituída por 19 voluntários (13 homens e 6 mulheres) com média de idade de $21,8 \pm 3,28$ anos, atletas e praticantes de boxe, os quais foram submetidos a diferentes sessões de exercício resistido (métodos de adaptação, resistência, hipertrofia e força), realizadas três vezes por semana, de acordo com uma periodização linear ao longo de cinco semanas. A avaliação da PIO, utilizando tonômetro de Perkins, foi determinada por medidas antes, durante e após a realização das sessões de exercícios. Todos os dados foram expressos pela estatística descritiva (média \pm desvio-padrão). A análise estatística foi realizada pelo Teste de normalidade de Shapiro-Wilk, sendo que todas variáveis analisadas apresentaram distribuição normal. Como procedimentos estatísticos para comparação das médias referente as variáveis estudadas foi utilizado o teste Anova e Anova com medidas repetidas, adotando-se um nível de significância de 5%. **Resultados:** Pode-se observar que, independentemente do método de treinamento utilizado, durante as sessões de exercícios resistidos houve redução significativa da PIO. Contudo, as respectivas variações da PIO foram específicas de acordo com o método de treinamento empregado, ou seja, o método de resistência apresenta maiores reduções da PIO quando comparado aos demais. Por outro lado, nas sessões de hipertrofia a PIO retornou aos escores iniciais antes da finalização dos exercícios. Especificamente, no método de força, mesmo com a apnéia realizada durante os exercícios, houve redução da PIO. **Conclusão:** Existe associação diferencial da PIO de acordo com o método de treinamento aplicado na sessão de treinamento resistido.

Descritores: Pressão Intra-ocular, Treinamento Resistido, Atividade Física, Saúde Ocular, Oftalmologia Esportiva, Hipotensão Ocular.

ABSTRACT

Purpose: To verify the influence of resistance exercises on Intraocular Pressure (IOP). Specifically aimed study association between variations of IOP on different condition, such as Resistance Training (RT) method, body position and kind of respiration. **Method:** The analytical study verified the hypothesis: “there is association between resistance exercise and IOP”. The convenience group was constituted to 19 volunteers (13 male and 6 female, 21.8 ± 3.28 years old) athletes and practices of boxer, undergone to different resistance exercise sessions (adaptation, local muscular endurance, hypertrophy and strength methods), performed three times week, according to linear periodization, during five weeks. IOP was by Perkins tonometer was measured before, during and after resistance exercise session. All data were showed by descriptive tests. The statistical analyzes were performed by Shapiro-Wilk Test and Anova and repeated measures Anova. **Results:** Was verified that, independently of RT method used, there was decrease of IOP during resistance exercise session. However, that variations were specifically according to method of RT applied, or better, the local muscular endurance showed significantly decreases of IOP when compared with others, and hypertrophy session the IOP return to initial scores before of end of exercises session. Specifically, on strength training, same individuals performed apnea during exercises, there was decrease of IOP. **Conclusions:** There is differentiated association of IOP according to method applied on resistance training session.

Key-words: Intraocular pressure, Resistance Training, Physical Activity, Eye Health, Sports Ophthalmology, Ocular Hypotension.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	16
2. Revisão da Literatura.....	18
2.1. Atividade Física e Treinamento Resistido	18
2.2. Pressão Intra-ocular.....	23
2.3. Atividade Física, Treinamento Resistido e Pressão Intra-ocular	27
3. Objetivos.....	38
4. Métodos.....	39
5. Resultados.....	47
6. Discussão	68
7. Conclusão.....	84
Referências	85
Anexos	93
Anexo 1: Carta de aprovação do CEP-UNIFESP	93
Anexo 2: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	95
Anexo 3: Protocolo de Coleta de Dados	97

1. INTRODUÇÃO

Há aproximadamente quarenta anos foram publicados os primeiros estudos consistentes a respeito da relação entre Pressão Intra-ocular (PIO) e Exercício Físico⁽¹⁾. No entanto, ainda hoje, esse é um fenômeno pouco estudado e controverso⁽²⁾. Nesse sentido, o resultado de busca em bases de dados especializadas (Medline e PubMed) indicou aproximadamente cinquenta e quatro artigos publicados no período entre 1997-2009. Desse total pode-se destacar trinta e três investigações que submeteram seres humanos a diferentes tipos de atividade física (quadro 1).

Especificamente em relação à associação entre PIO e Treinamento Resistido (TR), poucos estudos a respeito foram realizados^(3,4,5), contudo a maioria das investigações que analisaram o efeito dos exercícios, tanto resistidos quanto aeróbios, foi baseada em estudos transversais ou durante a realização de testes de aptidão física, o que leva a indagações sobre o efeito crônico da atividade física na PIO. Ademais, a maioria dos desenhos metodológicos empregados nas investigações da associação da PIO e exercício físico (principalmente quanto ao TR) foi pouco correspondente às típicas sessões de exercício, bem como não foram exploradas as variações dos exercícios resistidos.

Finalmente, o conhecimento da associação entre PIO e exercício resistido pode contribuir com a identificação de fatores de risco e de proteção para os aspectos relacionados a PIO.

Quadro 1: Distribuição dos principais estudos sobre PIO e exercício físico segundo tipo de exercício utilizado na metodologia

TIPO DE EXERCÍCIO	QUANTIDADE DE ESTUDOS	AUTORES	ANO
Exercício Aeróbio	13	Natsis et al	2009
		Medina et al	2007
		Lester et al	2007
		Dane et al _a	2006
		Dane et al _b	2006
		Lovasik & Kergoat	2004
		Karabatakis et al	2004
		Prince et al	2003
		Lovasik et al	2003
		Németh et al	2002
		Moura et al	2002
		Güngör et al	2003
		Qureshi	1997
Exercício Isométrico	11	Bakke et al	2009
		Poska et al	2007
		Morgan & Hosking	2007
		Luksch et al	2006
		Tittl et al	2005
		Wimpissinger et al	2003
		Luksch et al	2003
		Fuchsjäger-Mayrl et al	2003
		Poska et al	2003
		Jandrasits et al	2001
Kiss et al	2001		
Exercício Resistido	5	Conte et al	2009
		Vieira et al	2006
		Chromiak et al	2003
		Vieira et al	2003
		Avunduk et al	1999
Teste de Esforço (aeróbio)	3	Kozobolis et al	2008
		Okuno et al	2006
		Martin et al	1999
Teste Wingate (aneróbio)	1	Ozmedivenil et al	2006
TOTAL	33		

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. ATIVIDADE FÍSICA e TREINAMENTO RESISTIDO

A Atividade Física Regular (AFR) é reconhecida por suas implicações positivas na saúde das pessoas. Por outro lado, o sedentarismo, é considerado como um fator de risco para redução da longevidade, tão importante quanto o tabagismo, hipertensão arterial e a dislipidemia. Assim sendo, a utilização do exercício físico é relevante para prevenção e controle de Problemas de Saúde Pública, como por exemplo, a Síndrome Metabólica, caracterizada pela hipertensão arterial, resistência à insulina, hiperinsulinemia, intolerância à glicose/diabete do tipo II, obesidade central e dislipidemia⁽⁶⁾.

Especificamente, é consenso entre várias entidades relacionadas à promoção e intervenção na área da saúde, incluindo a Organização Mundial de Saúde (OMS), que a AFR deve ser utilizada para a prevenção e o tratamento da hipertensão arterial, considerada um importante fator de risco para mortalidade⁽⁷⁾. Destaca-se também a influência dos exercícios com pesos e pliométricos para o aumento da mineralização óssea, sendo que os respectivos tipos de atividade física (AF), quando realizados na infância e adolescência e mantidos durante a idade adulta, podem reduzir a perda de massa óssea na terceira idade, prevenir fraturas, bem como os agravos à saúde decorrente de quedas e imobilizações⁽⁸⁾.

De acordo com os clássicos conceitos de Aptidão Física⁽⁹⁾, os exercícios podem ser direcionados para melhoria das variáveis físicas relacionadas à Saúde (aptidão aeróbia, força e resistência muscular, flexibilidade e

composição corporal) ou Desempenho Esportivo (potência anaeróbia, velocidade, potência muscular, agilidade, equilíbrio, além das mencionadas para a saúde). As variáveis relacionadas à saúde podem ser desenvolvidas a partir da realização de exercícios aeróbios, de flexibilidade e pelo treinamento resistido.

No que se refere ao Treinamento Resistido (TR), constata-se que se tornou amplamente aceito e utilizado, não somente como componente do treinamento de atletas, mas também para promoção da saúde, reabilitação de traumatismos e lesões musculares ou articulares e para desenvolvimento da aptidão física. Conceitualmente, o termo TR foi definido para substituir outras denominações tais como “musculação”, “exercícios com pesos” ou “levantamento de pesos”. De fato, a palavra “musculação”, é freqüentemente associada ao aspecto “estético” ou a atividade física realizada exclusivamente em academias e ainda omite outros objetivos como, por exemplo, o desenvolvimento da potência ou reabilitação muscular. Por outro lado, o TR também significa algo a mais do que simplesmente “exercícios com pesos”. Treinamento com pesos ou levantamento de pesos não são exatamente denominações apropriadas, uma vez não incluem os recursos, estratégias e métodos que são empregados no TR, além dos “pesos livres”, ou seja, barras, anilhas e halteres. Sobretudo, levantamento de peso é uma denominação mais usual para definição de competições ou práticas esportivas que visam o deslocamento de halteres acima da cabeça. Assim sendo, é sugerido que o termo treinamento resistido é mais apropriado para definir todos os modos de treinamento contra alguma resistência, tais como pesos livres, resistência do

próprio corpo, exercícios isocinéticos, resistências estáticas, dinâmicas variáveis ou invariáveis⁽¹⁰⁾.

De forma geral, para estimular maiores adaptações aos objetivos do TR, é necessário a utilização de programas de exercícios que considerem os princípios da sobrecarga, especificidade e variação. As principais metas dos respectivos programas envolvem o desenvolvimento, manutenção ou reabilitação da Força, Hipertrofia, Potência ou Resistência Muscular^(11,12).

As características ótimas dos programas de Força Muscular incluem o uso de contração muscular tanto, concêntrica quanto excêntrica, e a realização de exercícios envolvendo única ou múltiplas articulações. É importante que a seqüência do programa de TR priorize exercícios para os grandes grupos musculares antes dos pequenos e exercícios de múltiplas articulações antes de única. Sugere-se que as cargas nos TR, específicos para o desenvolvimento da Força Muscular, devem corresponder entre 1 a 6 repetições máximas (RM) seguindo modelos de periodização, com ênfase sobre as cargas de alta intensidade, usando no mínimo três minutos de intervalo entre as séries, com freqüência de treinamento de 2 a 5 vezes semanais. Programas similares são recomendados para o treinamento de Hipertrofia Muscular, em relação a seleção de exercícios e freqüência. Contudo, a carga deve corresponder a 8-12 RM, usando entre 1-2 minutos de intervalo entre as séries, com velocidade moderada. Programas com alto volume e séries múltiplas são indicados para maximização da Hipertrofia Muscular. Por outro lado, a progressão nos treinamentos de Potência Muscular deve envolver duas estratégias gerais: 1) treinamento de força e 2) uso de cargas leves (30-60% de 1 RM) realizadas em alta velocidade com 2 a 3 minutos de repouso, com múltiplas séries.

Finalmente, para Resistência Muscular, recomendam-se cargas leves a moderadas (40-60% de 1 RM) realizadas com altas repetições (15 a 20RM) e com emprego de pequenos intervalos entre séries, em torno de 60 segundos^(11,12).

Por outro lado, importante Meta-Análise em que foram analisados 177 estudos e 1.803 efeitos de acordo com intensidade, freqüência, volume de treinamento e aumento da força muscular, com objetivo de elucidar a dose-resposta para desenvolvimento da força muscular de acordo com o nível de atividade física individual, verificou que os níveis ótimos para incrementar a força muscular, de acordo com estado inicial de treinamento, foram: i) Sedentários: intensidade de 60% de 1RM, 4 séries por grupo muscular com freqüência semanal de 3 vezes; ii) Treinados não-atletas: 80% de 1RM, 4 séries por grupo muscular, 2 vezes semanais e iii) Atletas: 85% de 1RM, 8 séries por grupo muscular, 2 dias por semana. Os autores não especificaram o número de repetições para cada série, pois apontam que a intensidade utilizada no treinamento deve definir as repetições para cada série e não o contrário. Contudo, ressalta-se que a velocidade da contração muscular é um aspecto fundamental para determinar os resultados esperados, sendo que a ação de reduzir deliberadamente a velocidade do movimento para acentuar a fadiga não é uma estratégia recomendada para maximizar o ganhos de força muscular. Finalmente, os resultados da investigação mostraram que é necessário apropriar o volume e intensidade do exercício resistido para otimizar as respostas fisiológicas segundo a condição de treinamento individual⁽¹³⁾.

Um fator comum em todos os programas de TR é a inclusão de ao menos uma série com o maior número de repetições possíveis, utilizando a

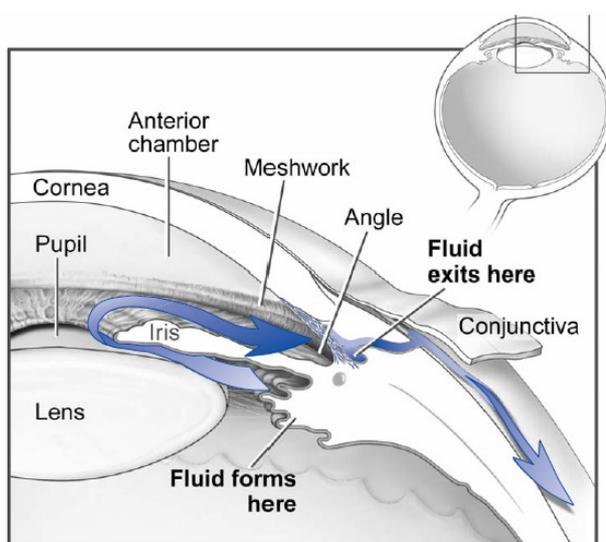
carga máxima ou quase máxima. O total de peso a ser usado nessas circunstâncias, pode ser baseado sobre o percentual de carga máxima que pode ser deslocado uma vez, geralmente referido como uma repetição máxima. O número máximo de repetições realizadas sem fadiga e ainda sem a possibilidade de realizar um movimento adicional, em relação à carga utilizada, é definido como repetição máxima (RM) sendo utilizada como controle da intensidade do exercício resistido. Assim, quando um indivíduo realizando um exercício resistido qualquer, por exemplo, desloca uma carga três vezes, com boa técnica de execução, porém não conseguindo realizar o quarto movimento, pode-se afirmar que foram executadas três repetições máximas (3 RM). Assim sendo, esses aspectos são importantes, devido ao fato de que o número de repetições realizadas sem fadiga, porém com resistência significativa, ser fundamental na consideração dos delineamentos de programas de treinamentos resistidos⁽¹⁴⁾.

Apesar de as funções visuais, de percepção visual e outros aspectos fisiológicos oculares serem importantes para a realização de esportes e os aspectos oftalmológicos relevantes para expressar respostas fisiológicas frente à Atividade Física, tanto nas Ciências Visuais quanto do Esporte estes ainda são pouco explorados quanto às alterações referentes à pressão intra-ocular, vascularização retiniana, acuidade visual, campo visual, estereopsia ou alterações morfológicas, frente às modalidades esportivas e exercícios físicos específicos.

2.2. PRESSÃO INTRA-OCULAR

A PIO é determinada pela produção, circulação e drenagem do humor aquoso, pelo fluxo trabecular e uveoscleral e ainda pela pressão venosa episcleral⁽¹⁵⁾. O volume do vítreo, volume sanguíneo da coróide, rigidez da esclera, tensão do músculo orbicular do olho e a pressão externa, também podem influenciar a PIO. A compressão externa do globo, por meio da contração dos músculos extra-oculares, pode aumentar diretamente a PIO ou indiretamente, induzindo a alterações nos volumes dos componentes intra-oculares⁽¹⁶⁾.

O humor aquoso (HA) é um ultra filtrado formado pela secreção ativa do epitélio não pigmentado que reveste os processos ciliares do corpo ciliar para a câmara anterior. Esse líquido flui pelo espaço entre a íris e o cristalino, chega à câmara anterior, e finalmente é escoado pelo Canal de Schlemm para a veia episcleral (Figura 2).



Fluid pathway is shown in blue.

Figura 2: Fluxo do HA da câmara posterior para a anterior (US Department of Health and Human Services, 2003).⁽¹⁷⁾

O transporte ativo (Figura 3) de sódio (Na^+) para dentro das células epiteliais, promove também a passagem da água presente no fluxo sangüíneo dos pequenos vasos adjacentes, com intensidade média de 2 a 3 microlitros por minuto⁽¹⁸⁾. O HA deve atravessar três camadas do processo ciliar (parede capilar, estroma e epitélio) até chegar na câmara posterior (Figura 4). Os mecanismos envolvidos nesse processo são: i) difusão: pela bicamada lipídica da membrana plasmática devido à diferença de concentração; ii) ultrafiltração: fluxo pelos canais protéicos da membrana celular em resposta à pressão osmótica e iii) secreção: transporte ativo pela membrana plasmática. Um pequeno percentual de íons cloro (Cl^-) é transportado ativamente, dependente da presença Na^+ , bem como de pH adequado. Por outro lado, a formação de bicarbonato (HCO_3^-) tem mostrado influência nesse transporte de fluídos, possivelmente na regulação do pH para otimizar o transporte de Na^+ . No entanto, a rápida reação entre o H_2O e Dióxido de Carbono (CO_2), catalisadas pela enzima anidrase carbônica, dificulta determinar as relativas proporções. O controle fisiológico da PIO está relacionada à produção do humor aquoso, resistência no escoamento do HA e pressão da veia escleral⁽¹⁹⁾.

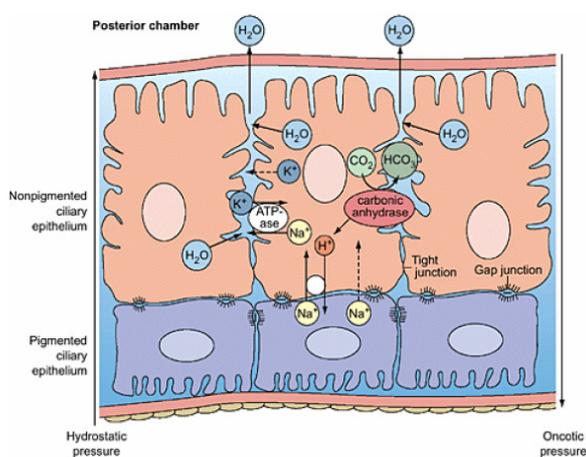
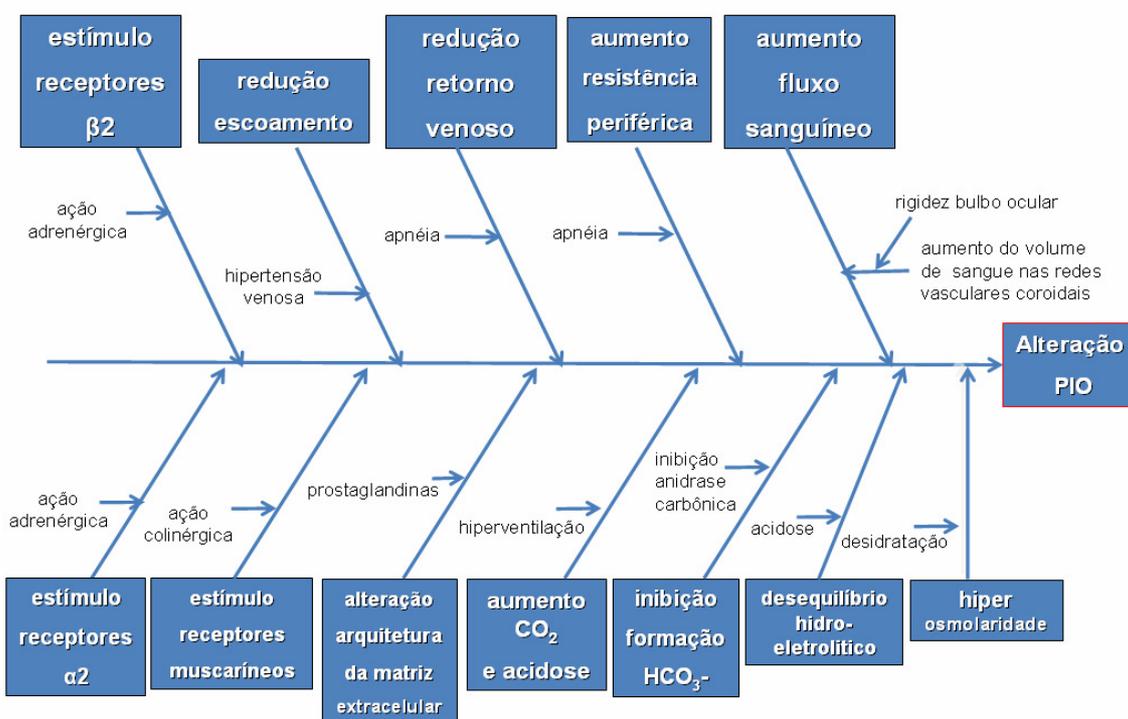


Figura 3: Transporte ativo do HA (Azura-Blanco, Costa, Wilson, 2003).⁽²⁰⁾

autônomo, controle humoral e a mudança do tônus muscular^(23,24,25). Quanto à posição corporal, a PIO deitado é maior do que sentado, possivelmente as alterações hidrostáticas, como a elevação da pressão venosa episcleral, que ocorrem de uma posição para a outra, podem explicar essas diferenças⁽²⁶⁾. Logo após a realização de exercícios físicos, principalmente em atividades aeróbias, ocorre redução da PIO decorrente da redução da osmolaridade do plasma, hiperventilação, aumento da síntese de óxido nítrico entre outros mecanismos^(27, 28).

Em síntese, a Figura 5 apresenta o diagrama de causa e efeito dos principais aspectos fisiológicos, relacionados ou não com o exercício físico, que influenciam as alterações da PIO^(5, 19, 27, 28, 29,30, 31,32).

MECANISMOS DE AUMENTO



MECANISMOS DE REDUÇÃO

Figura 5: Diagrama de causa e efeito dos principais aspectos fisiológicos, que influenciam as alterações da PIO.

A tonometria, pelo método de aplanção ou sem contato, é o processo de mensuração da PIO considerando o gradiente de pressão na câmara anterior⁽³³⁾. O Tonômetro de Aplanção de Goldmann é considerado o padrão-ouro para a medida da pressão intra-ocular, porém outros tonômetros apresentam boa correlação na medida, tais como Perkins, Pneumotonômetro, Tono-Pen XL^(34, 35). Outra possibilidade para mensuração da PIO é a utilização da tonometria de contorno dinâmico (Tonômetro de Contorno Dinâmico Pascal), a qual permite a medida direta sem deformação da córnea, contudo, estudo comparativo entre o Tonômetro de Aplanção de Goldmann (TAG) e o Tonômetro de Contorno Dinâmico Pascal (TCD) mostrou que O TCD apresentou pouca concordância com o TAG, apresentando medidas da PIO maiores que as obtidas com o TAG e ainda que as medidas realizadas no TCD parecem ser menos influenciadas pelos valores da espessura da córnea do que as medidas obtidas no TAG⁽³⁶⁾.

2.3. ATIVIDADE FÍSICA, TREINAMENTO RESISTIDO E PRESSÃO INTRA-OCULAR

É controversa a relação entre AF e PIO, bem como escores de PIO de acordo com intensidade do exercício, gênero, nível de aptidão física e tipo de exercício⁽³⁷⁾.

Em estudo transversal com 15 indivíduos do sexo masculino se exercitando nas seguintes condições: i) 70% Frequência Cardíaca Máxima (FCM) por sete minutos e 30 segundos; ii) 55% FCM por quinze minutos; iii) 40% FCM por trinta minutos, foi reportado que a PIO diminui proporcionalmente

ao aumento da intensidade do exercício e não de acordo com o tempo de duração da atividade⁽³⁸⁾. Já, outros autores examinaram os efeitos de 20 minutos de corrida a 70% da FCM na PIO, PA FC em 29 sujeitos, observando redução da PIO e aumento da pressão arterial (PA) e frequência cardíaca (FC). Assim sendo, pode-se concluir que não existe relação linear entre alterações na FC e PA com a PIO⁽³⁹⁾.

O fluxo sanguíneo ocular é outro aspecto que merece destaque na relação com a Atividade Física. Foi verificado o fluxo sanguíneo retiniano (FSR) durante o exercício, em estudo transversal com 11 homens submetidos a esforço máximo em cicloergômetro e outros 10 se exercitando a 60% do $VO_{2máx}$, através de vídeo angiografia fluorescente. Os testes mostraram que o exercício promove redução da PIO e aumento da pressão de perfusão ocular (PPO), sem alteração da FSR. Esses dados indicam que a hemodinâmica da retina responde ao aumento da PPO incluindo a vasoconstrição para normalizar o fluxo e acelerar a vascularização total do trânsito sanguíneo retiniano⁽⁴⁰⁾.

Outro estudo verificou a auto-regulação das artérias oftálmica (AO) e central retiniana (ACR) durante o exercício dinâmico, em 12 voluntários do sexo masculino, através de Doppler Fluxometria Laser, e encontraram que houve redução da PIO e elevação da FC e PA. A ACR manteve velocidade do fluxo e índice de resistência, enquanto na AO a velocidade do fluxo diminuiu e a resistência aumentou, concluindo que existe um mecanismo regulatório compensatório para circulação retiniana relacionado ao aumento do PPO induzido pelo exercício. Ainda foi encontrado que nessas condições há alguma sobre-compensação na AO⁽⁴¹⁾.

O fluxo sanguíneo retiniano (FSR) antes e após o aumento da pressão sanguínea foi analisado, em 20 homens que realizaram subidas em escada, encontrando redução da PIO e aumento da FC e PA após exercício, e nenhuma alteração da FSR. Concluiu-se que os mecanismos de auto-regulação são suficientes para compensar o aumento da PA e manter a FSR após exercício⁽⁴²⁾.

Contatou-se que o exercício modifica a PPO a qual pode ser calculada indiretamente por equação ($PPO = (0,67 \times PAM) - PIO$) e que aumenta o fluxo sanguíneo na retina imediatamente após a finalização do exercício, enquanto o fluxo de sangue aumenta persistentemente na coróide. Acredita-se que o respectivo fluxo de sangue nessas duas regiões está relacionado ao importante mecanismo de auto-regulação da retina, com envolvimento do óxido nítrico (NO)⁽⁴³⁾.

O NO é um gás azul pálido produzido a partir do aminoácido L-arginina, por ação das enzimas óxido nítrico sintase (NOS). Possui baixa meia-vida, sendo rapidamente convertido a nitritos (NO_2^-) e nitratos (NO_3^-), seus metabólitos estáveis⁽⁴⁴⁾. Foram descritas três isoformas de enzimas NOS, sendo duas formas constitutivas (c-NOS) e uma induzível (i-NOS). As formas constitutivas estão presentes em neurônios não-colinérgicos, não-adrenérgicos e células endoteliais e produzem baixa quantidade de NO por longo tempo, sendo aparentemente responsáveis pela produção fisiológica do NO. A forma induzível é ativada por citocinas e interleucinas, está presente em células inflamatórias e endoteliais, produzindo grande quantidade de NO em curto espaço de tempo⁽¹⁸⁾.

Tem-se demonstrado que o NO, além de ser um importante vasodilatador endógeno, parece exercer papéis relevantes dentro do contexto fisiopatológico do organismo humano⁽⁴⁵⁾, como a inibição de agregação plaquetária, adesão endotelial e modulação da adesão leucocitária⁽⁴⁶⁾.

Ainda foi testada a hipótese de que a inibição da NOS poderia influenciar o fluxo sanguíneo coroidal (FSC), durante exercício isométrico na posição de agachamento por 6 minutos (12 indivíduos do sexo masculino), tendo sido utilizada a Doppler Fluxometria Laser. Os autores encontraram que o aumento relativo da PPO durante o exercício isométrico foi comparável com as drogas administradas. O exercício isométrico aumentou o FSC durante a administração de placebo efinillefrina, mas não durante a ação do inibidor do oxido nítrico sintase (L-NMMA). Os dados sugerem o importante papel do NO na regulação do FSC⁽⁴⁷⁾.

Supõe-se que o NO tenha papel ambíguo durante a isquemia-reperfusão tecidual: na isquemia, ele parece proteger o tecido devido a sua propriedade vasodilatadora e ação contra o acúmulo leucocitário; contudo, durante a reoxigenação do tecido isquêmico, o NO pode reagir com o radical superóxido (O_2^{σ}) e formar o radical peroxinitrito ($ONOO^{\sigma}$), um importante agente causador da lipoperoxidação de membranas celulares⁽⁴⁸⁾.

Outro aspecto interessante é que durante o exercício físico pode acontecer isquemia dos músculos ativos, principalmente nos treinamentos resistidos. Neste sentido, a falta de fluxo sanguíneo está muitas vezes associada à dor muscular aguda ou tardia decorrentes da atividade física (AF)⁽⁹⁾. Sobretudo, durante um TR habitual, pode ocorrer uma combinação de contração muscular estática e dinâmica proporcional ao esforço requerido para

deslocar o peso. Em outras palavras, ao se iniciar o movimento, existe uma contração estática (para sustentação da carga), seguida por uma contração dinâmica concêntrica (de curta duração) e excêntrica (um pouco mais lenta), ocorrendo uma fase variável de relaxamento entre as sucessivas repetições.

Esse mecanismo promove uma série de respostas circulatórias importantes, por exemplo, aumento da pressão arterial sistólica e diastólica e da frequência cardíaca, com ocorrência de alterações na resistência periférica ao fluxo sanguíneo⁽⁴⁹⁾. Devido aos exercícios resistidos serem de curta duração e alta intensidade, a fonte principal de energia é a produção anaeróbia de ATP⁽⁹⁾, ou seja, no momento do exercício a resistência periférica não diminui, justamente pelo fato de o oxigênio (O₂) não participar do processo de produção de energia, nessas condições não ocorre vasodilatação periférica, uma vez que os esfíncteres pré-capilares permanecem com elevada constrição, já que a concentração de O₂ no sangue mantêm-se praticamente inalterada. Porém nos intervalos entre as séries ocorre uma reperfusão significativa nos músculos ativados.

Contudo, esforços físicos também podem gerar isquemia cardíaca, fato que se observa toda vez que a demanda de oxigênio (O₂) ultrapassa o fornecimento de O₂⁽⁵⁰⁾. Esse evento pode promover a isquemia-reperfusão primária, por isso é recomendada para pacientes cardíacos inseridos em programas de AF a administração extra de antioxidantes para reduzir o estresse oxidativo induzido pelo exercício físico⁽⁵¹⁾.

Durante um processo isquêmico, a quantidade de adenosina trifosfato (ATP) é reduzida a níveis mínimos. O ATP é degradado em adenosina difosfato (ADP) e adenosina monofosfato (AMP), este último forma adenosina, inosina e

hipoxantina. Os nucleotídeos (ATP, ADP, AMP) são impermeáveis às células, enquanto os nucleosídeos (adenosina e inosina) e a base hipoxantina são permeáveis, saindo da célula esgotando suas reservas. No período de reperfusão, durante a reoxigenação, quando deveria haver ressíntese do ATP, a depleção celular destas últimas substâncias impede este processo⁽⁵²⁾.

O mecanismo de ação dos fenômenos que se desenvolvem na síndrome de isquemia-reperfusão está exposto na Figura 5.

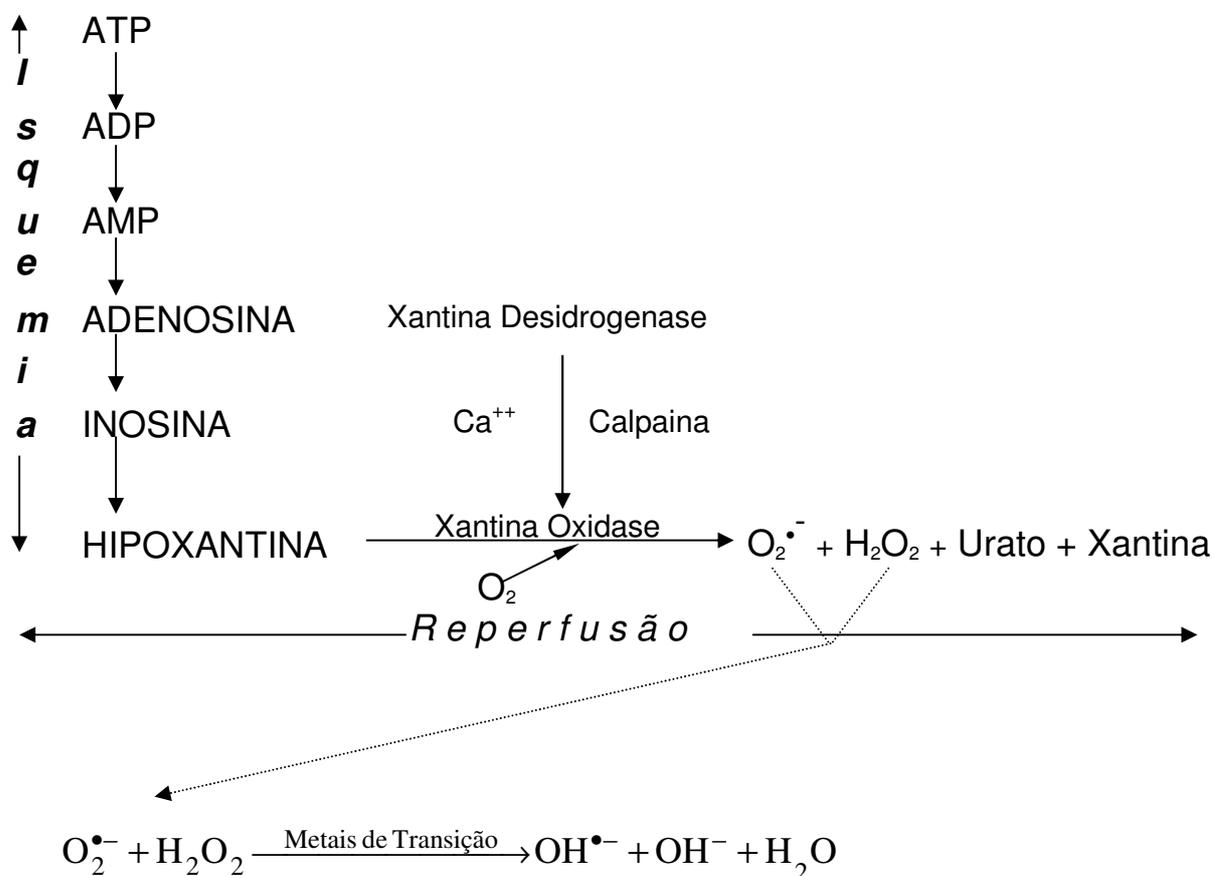


Figura 5: Mecanismo de isquemia seguida de reoxigenação⁽⁴⁰⁾.

Existe um sistema enzimático constituído pela xantina-desidrogenase e xantina-oxidase, envolvido neste processo. Por ocasião da isquemia, devido ao acúmulo de cálcio (Ca⁺⁺) intracelular, ocorre liberação de proteases, as quais convertem a xantina-desidrogenase em xantina-oxidase. Esta última enzima,

durante a reperfusão, transforma a hipoxantina em ácido úrico e neste processo são gerados radicais livres $O_2^{\sigma-}$ (47).

Destaca-se que a concentração sérica de ácido úrico pode revelar a ocorrência de Síndrome de Isquemia e Reperfusão, bem como a possibilidade da manifestação do estresse oxidativo como observado em atletas de handebol, submetidos a 28 dias de TR intenso⁽⁵³⁾.

Os radicais superóxido ($O_2^{\sigma-}$) e seus produtos de redução, o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e, principalmente o radical hidroxila ($OH^{\sigma-}$), são os responsáveis pela lesão celular, promovendo a peroxidação lipídica, com lesão das mitocôndrias, lisossomos e da própria membrana celular, levando a morte das células⁽⁵⁴⁾.

Outro aspecto importante é a relação entre a ativação do Sistema Nervoso Autônomo (SNA), o exercício e a PIO. A este respeito, verificaram-se os efeitos da mutação do gene do receptor beta-2 (beta 2AR) em 19 homens submetidos a exercício dinâmico submáximo, tendo sido avaliado o genótipo para: Arg16Gly, Gln27Glu e Thr164I e mutações do gene de beta 2AR. Foi encontrada redução da PIO em 16 pessoas que apresentaram genótipos Gly16Gly e Arg16Gly. Por outro lado, estes valores permaneceram baixos por período de até 3 horas após o teste em oito indivíduos que tinham Gly16Gly, enquanto os outros oito sujeitos com Arg16Gly retornaram aos valores iniciais da PIO em 1 hora depois do exercício. Nesse sentido a estimulação do beta 2AR durante o exercício pode ser um importante regulador da resposta PIO e a determinação do polimorfismo do beta 2AR pode melhorar o entendimento da patologia e tratamento de doenças oftalmológicas, como o glaucoma⁽⁵⁵⁾.

Também foi investigado se a influência farmacológica pode alterar o fluxo sanguíneo coroidal (FSC) durante o exercício de isometria na posição de agachamento por 6 minutos (15 indivíduos do sexo masculino), sendo utilizado Doppler Fluxometria Laser para verificação do FSC e a equação para a OPP. Tanto o propranolol quanto a atropina não alteraram o FSC, sendo que a capacidade vasoconstritora regulatória da coróide não é afetada por betabloqueadores ou antagonistas muscaríneos durante o exercício⁽⁵⁴⁾.

Em exercício com apnéia, freqüente durante séries de TR intenso, foi observado grande aumento da pressão intra-ocular⁽⁵⁵⁾. Especificamente, observa-se que a apnéia é realizada em exercícios ou situações que demandem grande esforço, devido ao aumento da pressão intra-abdominal contribuir de certa forma para redução da sobrecarga nos disco vertebrais⁽⁵⁷⁾. Classicamente, no TR são descritos cinco procedimentos de associar ou ritmar a ventilação com a execução dos exercícios: a) Continuada: emprega-se a respiração naturalmente por toda trajetória do movimento, sem ritmar com a ação muscular; b) Ativa: executa a inspiração na fase concêntrica e expiração na fase excêntrica do movimento; c) Passiva: inspiração na fase excêntrica do movimento e expiração na concêntrica; d) Bloqueada: as duas ações musculares são realizadas em apnéia; e) Combinada: o individuo inspira antes da fase concêntrica, logo em seguida mantêm a apnéia, realiza a respectiva contração e na fase excêntrica faz a expiração⁽⁵⁸⁾. Resumidamente, sugere-se que no exercício resistido, quando são realizadas de 1 a 5 RM é comum o emprego da apnéia, já entre 6 a 10 RM é mais frequente o uso de respiração combinada e acima de 10 RM o modo de respiração passivo ou ativo⁽⁵⁹⁾

Contudo, se verificou o efeito de quatro condições voluntárias de respiração na força máxima isométrica de grandes grupos musculares, registrou-se que com a expiração forçada (respiração passiva) houve aumento do pico de força durante alguns exercícios, enquanto a realização da manobra de Valsalva não garantiu melhores índices de força. Os autores concluíram que, considerando os riscos cardiovasculares associados à manobra de Valsalva, é altamente recomendado a utilização da expiração forçada nos exercícios realizados em intensidades máximas⁽⁶⁰⁾.

Exercícios agudos promoveram aumento da PIO em atletas do sexo masculino e não no feminino, por outro lado não mostraram efeito sobre os homens sedentários, mas reduziram a PIO de mulheres fisicamente inativas⁽²⁾. Não considerando o gênero, em sedentários submetidos a exercício agudo ocorreu diminuição da PIO por até duas horas após sua finalização, diferente do observado em indivíduos treinados os quais apresentaram aumento da PIO imediatamente após o término do exercício com redução somente após 30 minutos do término da atividade física⁽³⁷⁾. Na prática de exercícios aeróbios a diminuição foi mais evidente do que nos exercícios anaeróbios, tanto para praticantes de exercícios quanto para sedentários⁽⁶¹⁾. Observou-se maior diminuição da PIO com exercícios isocinéticos comparado aos isométricos, que levou a indicá-los como coadjuvantes no tratamento de pacientes com glaucoma⁽⁶²⁾. Exercícios leves, moderados e intensos foram aplicados aos pacientes com glaucoma devido à ação hipotensiva⁽⁶³⁾.

A desidratação conseqüente ao exercício pode explicar o mecanismo de hipotensão ocular⁽²⁹⁾, por outro lado a intensidade dos exercícios parece ser responsável pela magnitude da diminuição inicial da PIO⁽⁶⁴⁾. Outros autores não

encontraram alteração da PIO sob efeito do exercício físico e sim com a reposição hídrica⁽³⁰⁾. Investigações, até então, não demonstram se estas respostas são válidas para um mesmo indivíduo submetido à diversidade de exercícios físicos e acompanhado por longo período, ao invés de exercício agudo e observado em uma única oportunidade.

Por outro lado, foi investigada a associação entre a PIO e o golpe de estrangulamento em lutadores de Jiu-Jitsu. Os resultados mostraram que a PIO permaneceu, aproximadamente, 3,2 mmHg abaixo dos escores iniciais nos 12 minutos subseqüentes à aplicação do golpe⁽⁶⁵⁾.

Finalmente, em relação aos exercícios resistidos e PIO, estudou-se a respeito das variações da PIO após a realização de supino (1 série de 8 repetições a 85% de 1RM) em 15 indivíduos do sexo masculino e se concluiu que após esforço físico no supino houve redução da PIO⁽³⁾. Em outra pesquisa, verificaram-se os efeitos do supino e leg-press realizados com 3 séries de 10 repetições a 70% 1RM na PIO de 30 indivíduos (15 homens e 15 mulheres). Os resultados indicaram que houve redução da PIO após 1ª e 3ª séries e após 5' (supino) e resposta similar no leg-press, porém com retorno pós 5 minutos⁽⁴⁾. Entretanto, quando se estudaram 30 indivíduos do sexo masculino o efeito de 4 RM no supino realizadas uma vez em apnéia e outra com respiração continuada, concluiu-se que a PIO aumentou durante o exercício resistido, sendo que em apnéia o aumento foi maior comparado à respiração continuada⁽⁵⁾.

Por outro lado, foi observada variação da PIO após teste submáximo de força no treinamento resistido em 145 alunos de Educação Física ($22,04 \pm 4,17$ anos; de ambos os sexos). A avaliação da PIO foi determinada por 2 medidas

consecutivas com o tonômetro de Perkins: i) pré-teste: antes do teste de 1RM por predição e ii) pós-teste: logo após a realização do teste. O teste de 1RM por predição consistiu em prever o valor de uma repetição máxima através de repetições até a fadiga. Foram utilizados os seguintes exercícios resistidos: supino, pulley dorsal, desenvolvimento, rosca direta e leg press 45°, sendo registrada redução da PIO após a realização do teste de predição de 1RM: $13,48 \pm 3,32$ vs. $10,20 \pm 3,72$ mmHg ($p < 0,001$) olho direito e $13,13 \pm 3,96$ vs. $9,74 \pm 3,33$ mmHg ($p < 0,001$) olho esquerdo⁽⁶⁶⁾.

3. OBJETIVOS

3.1. Geral: verificar a influência dos exercícios resistidos na pressão intra-ocular.

3.2. Específicos: estudar a associação entre a variação da PIO em diferentes tipos e condições de exercícios resistidos:

a) método de treinamento de exercício resistido (adaptação, resistência, hipertrofia e força muscular);

b) posicionamento corporal durante a realização do exercício resistido (deitado, em pé e com os membros inferiores posicionados acima da cabeça) e;

c) tipo de ventilação utilizada durante exercícios resistidos (continuada, passiva e apnéia).

4. MÉTODOS

O fenômeno de saúde investigado foi a Saúde Ocular e o estudo analítico testou a seguinte hipótese: “existe associação entre exercícios resistidos e a variação da pressão intra-ocular”. Tratou-se de pesquisa experimental com indivíduos ativos fisicamente e que foram submetidos a diferentes volumes e intensidades de exercícios resistidos. A equipe de investigadores incluiu profissionais da área da Educação Física, Oftalmologia (oftalmologistas e tecnólogos) e Clínica Médica.

Para a investigação, a amostra, por conveniência, foi constituída inicialmente de 29 indivíduos (20 sexo masculino e 09 feminino), selecionados de acordo com os seguintes critérios de inclusão:

i) atletas e praticantes de boxe associados a Liga Sorocabana de Boxe, com no mínimo três meses de treinamento, ou seja, ativos regulares⁽⁶⁷⁾;

ii) sexo masculino e feminino;

iii) com idades entre 16 e 30 anos;

iv) sem presença de lesões e aptos fisicamente a realizar o teste: teste negativo ao Par-q e liberação médica e;

v) que não apresentavam opacidade de meios, isto é, opacidade de córnea e/ou cristalino e/ou vítreo, e/ou alteração de volume do bulbo ocular ou ausência de bulbo ocular. No entanto, 10 indivíduos, por motivos particulares desistiram em participar do estudo, sendo que o grupo de estudo foi definitivamente constituído por 19 voluntários (13 homens e 6 mulheres) apresentando média de idade de $21,8 \pm 3,28$ anos.

O protocolo foi conduzido seguindo os princípios éticos estabelecido na Declaração de Helsinki proposta pela Associação Mundial de Médicos. O projeto foi submetido e aprovado (Anexo 1) pelos Comitês de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo e escola Superior de Educação Física de Jundiaí (documento nº 1527/07 - CAAE-0092.0.174.335-07). Todos os participantes foram esclarecidos sobre a pesquisa e o respectivo grau de envolvimento e, então, solicitada a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido⁽⁶⁸⁾, consistindo em esclarecimento a respeito dos seguintes aspectos (Anexo 2): 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

Todos os indivíduos selecionados foram submetidos ao exame oftalmológico prévio, realizado no Hospital Oftalmológico de Sorocaba, consistindo em: Acuidade Visual (Tabela Logmar); Motilidade Ocular (Teste Cover), Paquimetria Ultrasônica (3 medidas) e PIO (Tonometro de Perkins - Clement Clarke H/S).

Foi mensurada a composição corporal dos voluntários, utilizando balança Filizola® com precisão de 100 gramas para o peso corporal, estadiometro para estatura e compasso de dobras cutâneas Cescorf® para a medida do tecido subcutâneo. O fracionamento do peso corporal (percentual de gordura e massa magra) foi efetuado segundo equação específica⁽⁶⁹⁾, a partir

de três pregas cutâneas, tricipital, abdominal e suprailíaca para homens e subescapular, suprailíaca e coxa para as mulheres, aplicando a técnica de medição antropométrica da somatotipia.

No consultório, a avaliação da PIO, inicialmente, foi determinada por 5 medidas com o tonometro de Perkins e paquimetria ultrassônica (3 medidas), sem que o indivíduo tenha realizado atividade física nas 24 horas antecedentes a cada avaliação.

Foram obtidas associações entre a variação da PIO de acordo com diferentes sessões de exercício resistido, aplicados de acordo com uma periodização linear^(12,70) ao longo de cinco semanas de treinamento, sendo que os voluntários realizaram os treinamentos três vezes por semana (com intervalo mínimo de 48 horas entre cada sessão). Em cada semana da periodização aplicaram-se sobrecargas específicas para cada exercício, visando simular os estímulos de adaptação, resistência, hipertrofia e força muscular^(11,12,66) as características de cada microciclo são apresentadas no Quadro 2.

Em relação à velocidade de execução dos movimentos, variável muito importante no entendimento das respostas ao TR, os voluntários foram orientados e monitorados para empregar nos exercícios, em todas as sessões de treinamento, a velocidade moderada⁽¹¹⁾, a qual corresponde ao tempo de aproximadamente um segundo para completar a fase concêntrica do movimento (fase caracterizada quando a força muscular supera a resistência da carga, ou seja, ocorre o encurtamento do músculo agonista), e dois segundos na fase excêntrica (fase determinada quando a resistência externa

vence a força gerada pelo músculo, ou seja, o músculo agonista se alonga), logo cada repetição teve a duração média de 3 segundos⁽⁷¹⁾.

Também foi quantificado o volume total de treinamento para cada sessão de exercícios⁽¹¹⁾, nesse sentido optou-se pelo registro do número de repetições totais em cada sessão de exercícios, segundo método de treinamento específico.

Em todas sessões de TR foi aplicada a mesma seqüência e os mesmos exercícios, conforme ilustrado no quadro 3.

Quadro 2: Características dos microciclos aplicados na periodização.

Variáveis	MÉTODO			
	Adaptação (semana 1)	Resistência (semana 2)	Hipertrofia (semana 3 e 4)	Força (semana 5)
Intensidade	50% (1RM)	60% de 1RM	80% de 1RM	90% de 1RM
Repetições	10	15	8	4
Séries	2	3	4	3
Volume total (repetições)	240	540	384	144
Intervalo entre as séries	90"	30"	90"	180"
Velocidade das repetições	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Ventilação durante as repetições	Continuada	Passiva	Passiva	Apnéia

RM: repetição máxima

Quadro 3: Seqüência de exercícios aplicados em todas as sessões de Treinamento Resistido.

SEQÜÊNCIA	FIGURA	EXERCÍCIO
1		Supino
2		Supino com pesos inclinado
3		Puxador Dorsal
4		Remada
5		Desenvolvimento Ombro
6		Encolhimento Ombro
7		Rosca Direta

8		Pulley Tríceps
9		Rosca Inversa
10		Leg Press 45º
11		Mesa Flexora
12		Flexão Plantar

Fonte: DELAVIER (2002) ⁽⁷²⁾

As coletas de PIO foram realizadas, semanalmente aos sábados, ou seja, uma vez para cada tipo de treinamento resistido por um mesmo Oftalmologista (equipe do Hospital de Oftalmológico de Sorocaba), utilizando tonômetro de aplanção de Perkins, em seis oportunidades:

i) pré-exercício (PRÉ): imediatamente antes do início da sessão de treinamento;

ii) exercício 1 (E1): durante a sessão de exercício, logo após o término do exercício supino (primeiro exercício na seqüência da sessão de treinamento resistido);

iii) exercício 2 (E2): durante a sessão de exercício, logo após o término do exercício rosca direta (sétimo exercício na seqüência da sessão de treinamento resistido);

iv) exercício 3 (E3): durante a sessão de exercício, logo após o término do exercício leg press 45° (décimo exercício na seqüência da sessão de treinamento resistido);

v) pós-exercício (R1): três minutos após a finalização da sessão de exercício e;

vi) pós-exercício (R2): seis minutos após a finalização da sessão de exercício.

Esses exercícios foram selecionados para registro da PIO devido ao fato de serem habituais na maioria dos programas de TR, solicitarem grupos musculares diferentes (peitoral, bíceps braquial e membros inferiores) e posições de execução diferentes.

Registra-se que em todas as oportunidades a PIO foi mensurada com o(a) voluntário(a) sentado(a) 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. Especificamente, durante a sessão de exercícios, logo após a finalização do total de séries estipulado para o supino, rosca direta e leg-press 45°, o indivíduo se sentava (em um banco posicionado estrategicamente próximo ao local onde foi realizado o exercício, ou seja, com o mínimo de deslocamento possível) e logo em seguida era realizada a aferição da PIO (sempre avaliando primeiro o olho direito e depois o esquerdo).

Também foi efetuada a paquimetria ultrassônica, por Tecnólogo em Oftalmologia, antes de cada sessão de exercício e após o momento R2.

A pressão intra-ocular foi considerada como variável dependente e o tipo de treinamento resistido como independente. A análise estatística foi realizada pelo Teste de normalidade de Shapiro-Wilk, sendo que todas variáveis analisadas apresentaram distribuição normal. Descritivamente foram calculados a média e o desvio-padrão. Os dados foram apresentados sob forma tabular e gráfica e ainda utilizou-se o diagrama de caixa (Box-plot) para revelar características importantes, como a dispersão dos dados em torno da média, o grau e a direção da simetria. Como procedimentos estatísticos para comparação das médias referente às variáveis estudadas foi utilizado Anova e Anova com medidas repetidas, com pós-teste de Bonferroni adotando-se um nível de significância 5%. O software utilizado foi GraphPad Prism®.

5. RESULTADOS

Os resultados são expressos nas tabelas 1, 2, 3, 4, nas figuras 3 a 34 e no gráfico 1. Na tabela 1 são apresentadas as características da composição corporal dos indivíduos estudados.

Na tabela 2 é apresentada a comparação dos valores de Paquimetria e PIO segundo o método de treinamento resistido. Importa registrar que para indicação das significâncias estatísticas foram utilizadas letras minúsculas para indicar comparação entre as variáveis da mesma sessão de treinamento. Verificou-se que em todas as sessões de TR (cada sessão foi constituída por 12 exercícios – quadro 2) houve redução significativa da PIO após a realização do primeiro exercício (E1), exceto no OE na sessão de força, o mesmo comportamento foi observado no sétimo exercício (E2) do TR, exceto no OD na sessão de hipertrofia, contudo essa mesma variação somente manteve-se no décimo exercício (E3) do método de adaptação (ambos os olhos), resistência (OE) e força (OD). A análise da variação da PIO em relação a comparação do E1, mostrou que no TR de hipertrofia os valores aumentaram significativamente a partir do E3, permanecendo ainda elevados nos momentos R1 e R2. Por outro lado, o aumento da PIO durante recuperação em relação ao E1, também foi registrado no TR de resistência e força (exceto no OE na força). Especificamente, no somente no TR de hipertrofia o momento R2 apresentou PIO elevada em comparação aos demais momentos. A tabela 3 apresenta a síntese dos resultados e da análise estatística.

As figuras (box-plots) de 6 a 25 apresentam as variações da PIO segundo tipo de sessão de treinamento resistido e também de acordo com tipo de exercício e as figuras de 26 a 37 a paquimetria.

Finalmente, na tabela 4 foi quantificada a redução da PIO em cada sessão de exercício, no exercício supino, pelo tempo que o voluntário permaneceu sob tensão muscular e a duração do total do exercício supino. Assim sendo, quantitativamente a maior redução da PIO foi no TR de resistência 2,34 mmHg o qual coincidiu com o exercício que exigiu do voluntário o maior tempo sob tensão muscular, inversamente, o TR foi o que apresentou menor redução da PIO (0,85 mmHg) porém com menor tempo sob tensão. Todavia, na sessão de resistência os atletas foram orientados a manter o tipo de respiração ativa durante a execução dos exercícios enquanto na sessão de força foi realizada a manobra de Mueller.

O gráfico 1 apresenta a variação da PIO (média dos olhos direito e esquerdo) segundo momento.

Destaca-se que nos exames oftalmológicos iniciais não foram encontrados indivíduos com pressão PIO superior a 16 mmHg, alterações biomicroscópicas e oftalmoscópicas de tecidos oculares, alterações na acuidade e na motilidade ocular.

Tabela 1: Média e Desvio Padrão da composição corporal dos voluntários estudados.

Sexo	Variáveis						
	N	Idade (anos)	Peso (kg)	Estatura (cm)	Gordura (%)	Massa Magra (kg)	Gordura Absoluta (kg)
Masculino	13	21,8 ± 3,90	70,6 ± 11,7	173,8 ± 7,5	11,9 ± 5,1	61,8 ± 7,8	8,8 ± 5,2
Feminino	06	22,2 ± 2,5	70,1 ± 5,7	163,2 ± 4,9	31,4 ± 4,6	48,6 ± 1,6	22,6 ± 4,8

Tabela 2: Comparação dos valores da Paquimetria e PIO segundo o método de treinamento resistido na avaliação dos voluntários.

Momento	Variável	MÉTODO DE TREINAMENTO RESISTIDO			
		Adaptação (semana 1)	Resistência (semana 2)	Hipertrofia (semana 4)	Força (semana 5)
Pré exercício	Paqui OD	557,5 ± 32,5	546,2 ± 36,6	555,9 ± 39,1	554,4 ± 33,3
	Paqui OE	558 ± 31,1	549,5 ± 34,1	559,8 ± 34,3	554,5 ± 33,5
	PIO OD	11,7 ± 3,1	11 ± 2,3	11,5 ± 2,1	11 ± 1,9
	PIO OE	12,2 ± 2,6	11,6 ± 2,2	11,8 ± 2,2	10,9 ± 2,2
E1 Supino	PIO OD	10,3 ± 1,9 ^a	8,8 ± 2,2 ^a	9,8 ± 1,6 ^a	9,7 ± 2 ^a
	PIO OE	10,9 ± 1,6 ^a	9 ± 2,3 ^a	10,5 ± 1,6 ^a	10,5 ± 1,7
E2 Rosca Direta	PIO OD	9,8 ± 1,7 ^a	8,6 ± 1,9 ^a	10,7 ± 1,9	10,1 ± 1,8 ^a
	PIO OE	10,7 ± 2,3 ^a	9,1 ± 1,8 ^a	10,4 ± 2 ^a	9,7 ± 1,7 ^a
E3 Leg Press 45°	PIO OD	9,9 ± 1,9 ^a	10 ± 2,2 ^c	11,6 ± 1,7 ^b	10,2 ± 1,9 ^a
	PIO OE	10 ± 2,1 ^a	9,9 ± 2,6 ^a	11,5 ± 1,9 ^c	10,3 ± 2,1
R1	PIO OD	Não registrado	10,5 ± 2,3 ^b	12,3 ± 2,4 ^b	10,8 ± 2 ^{b;d}
	PIO OE	Não registrado	10,6 ± 2,3 ^b	12,4 ± 2,4 ^{b;c}	10,8 ± 1,8 ^c
R2	PIO OD	10,6 ± 2,8	11,2 ± 2,8 ^b	13,1 ± 2,2 ^{a;b;c;d;e}	11 ± 2,1 ^{b;c;d}
	PIO OE	11,2 ± 2,5	11,9 ± 3 ^b	13,1 ± 1,7 ^{a;b;c;d;e}	11,1 ± 1,8 ^c
	Paqui OD	557,6 ± 32,4	549,3 ± 37,1 ^x	557,6 ± 41,6	552,8 ± 33
	Paqui OE	556,8 ± 30,1	549,0 ± 36,3	556,2 ± 38,7 ^x	553 ± 30

a (indica diferença significativa na comparação com a PIO pré-exercício) = p < 0,05

b (indica diferença significativa na comparação com a PIO E1) = p < 0,05

c (indica diferença significativa na comparação com a PIO E2) = p < 0,05

d (indica diferença significativa na comparação com a PIO E3) = p < 0,05

e (indica diferença significativa na comparação com a PIO R1) = p < 0,05

f (indica diferença significativa na comparação com a PIO R2) = p < 0,05

x (indica diferença significativa na comparação com a paquimetria) = p < 0,05

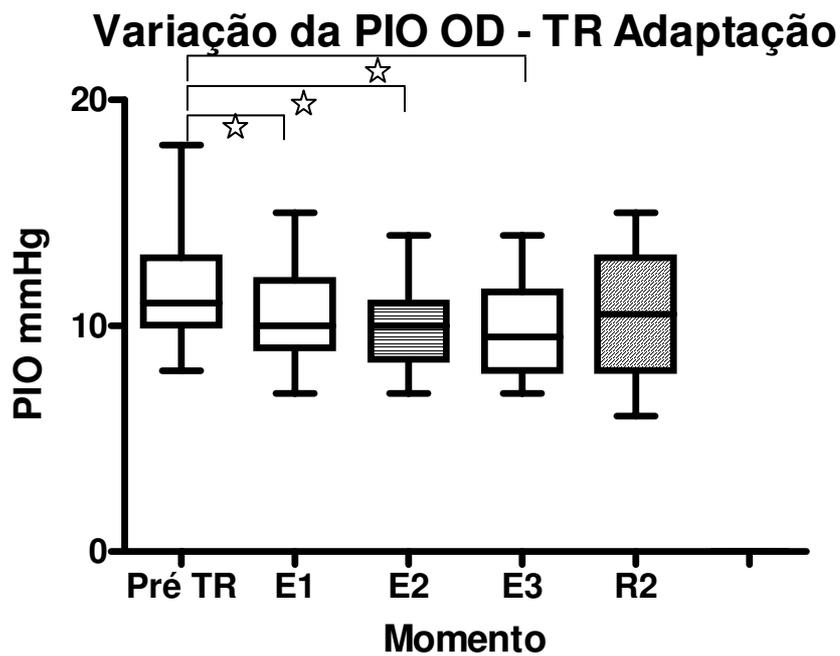


Figura 6: Box Plot da Variação da PIO no OD durante o TR de Adaptação.
* $p < 0,05$.

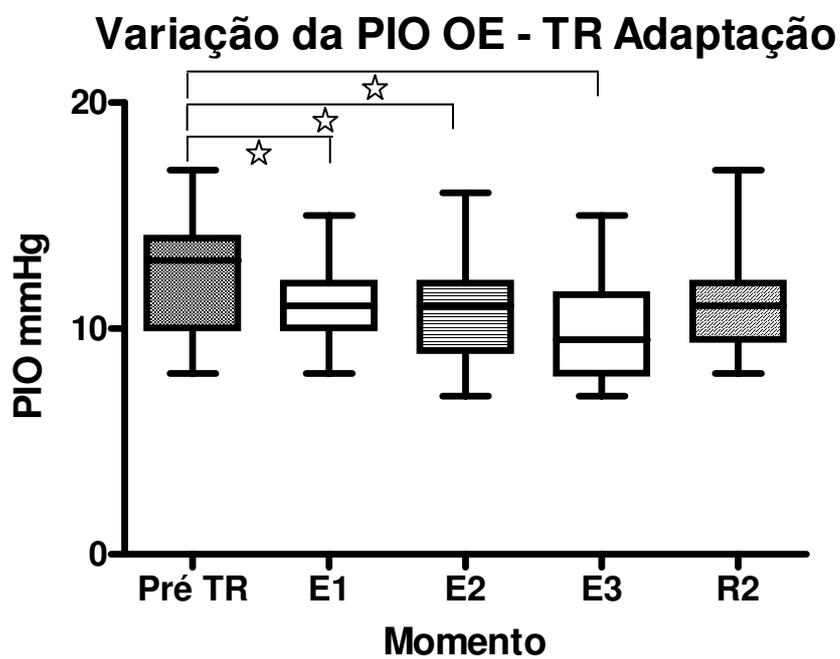


Figura 7: Box Plot da Variação da PIO no OE durante o TR de Adaptação.
* $p < 0,05$.

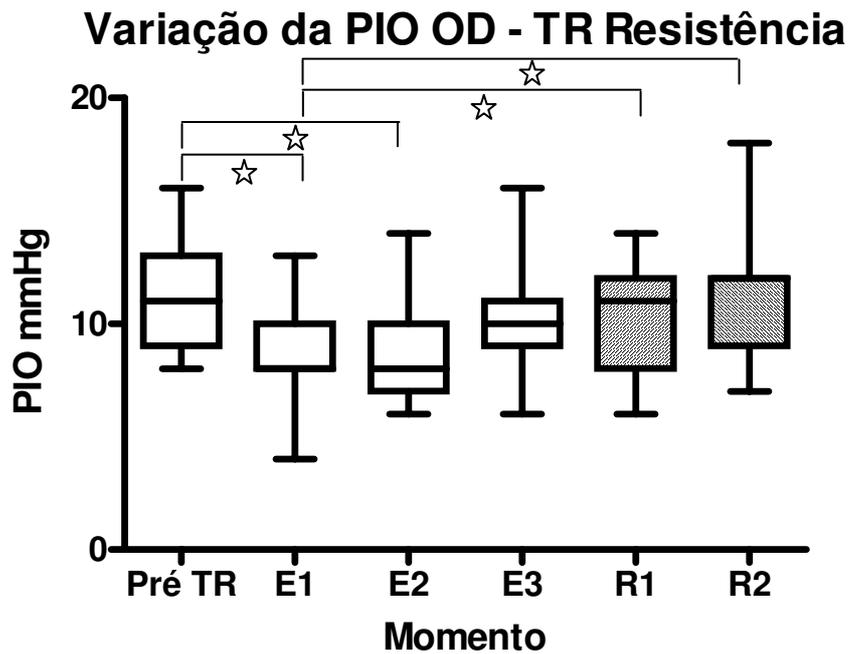


Figura 8: Box Plot da Variação da PIO no OD durante o TR de Resistência.
* $p < 0,05$.

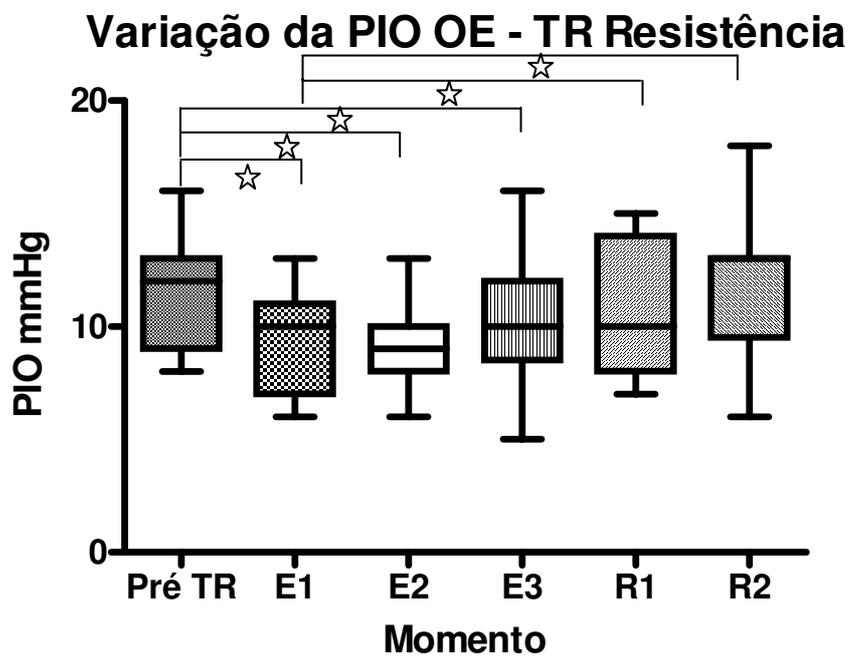


Figura 9: Box Plot da Variação da PIO no OE durante o TR de Resistência.
* $p < 0,05$.

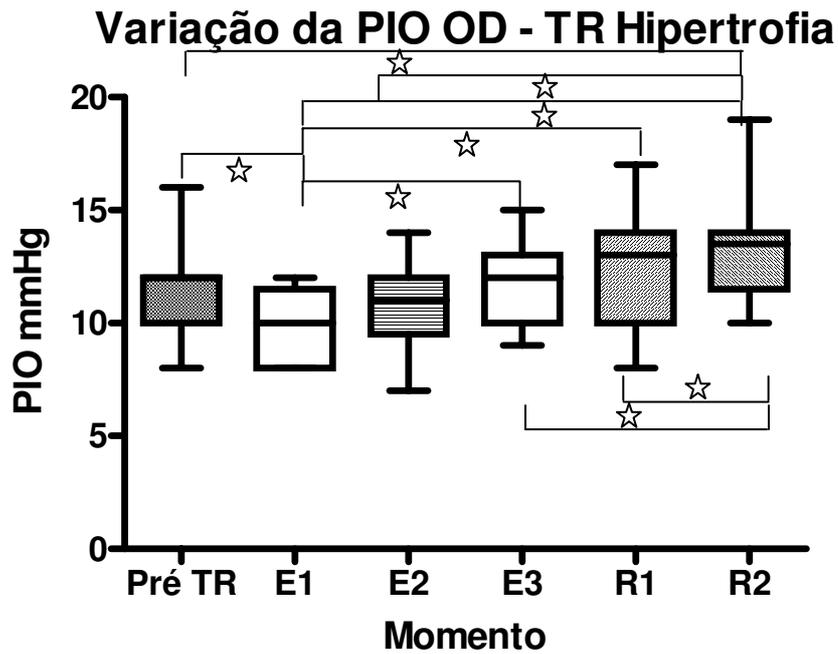


Figura 10: Box Plot da Variação da PIO no OD durante o TR de Hipertrofia.
* $p < 0,05$.

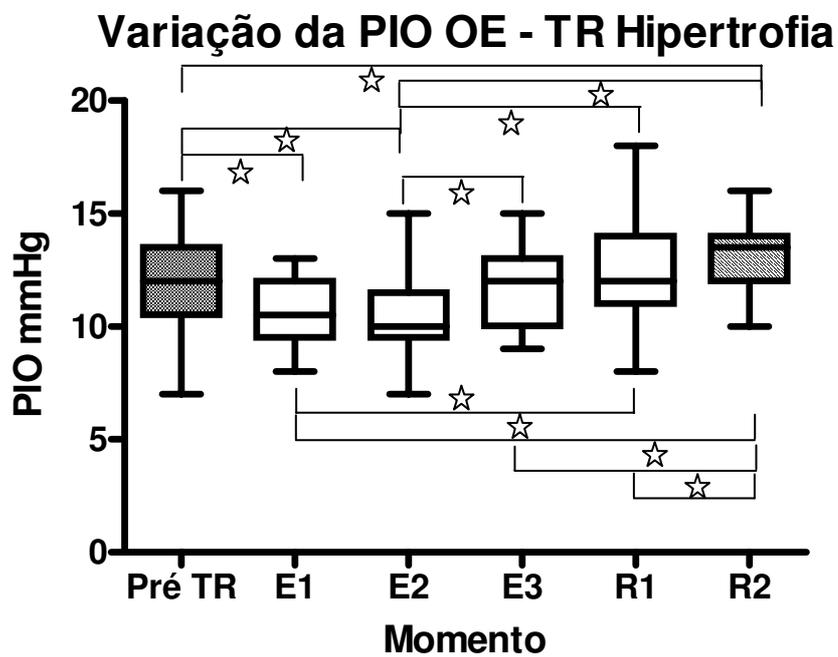


Figura 11: Box Plot da Variação da PIO no OE durante o TR de Hipertrofia.
* $p < 0,05$.

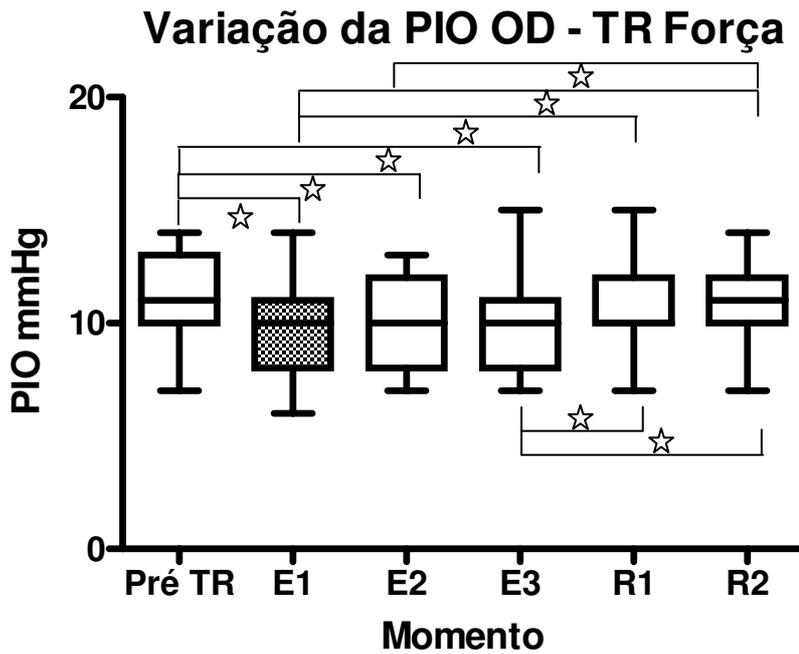


Figura 12: Box Plot da Variação da PIO no OD durante o TR de Força.
* $p < 0,05$.

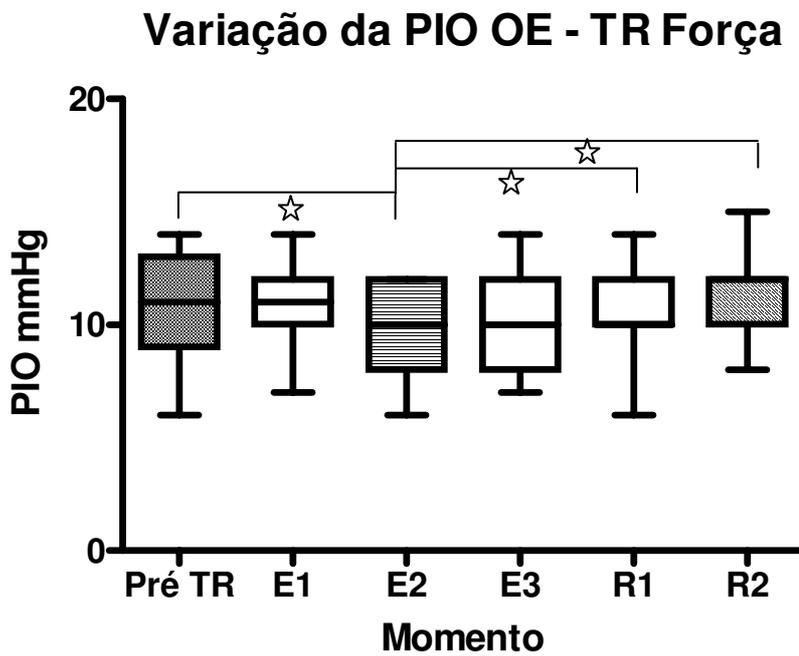


Figura 13: Box Plot da Variação da PIO no OE durante o TR de Força.
* $p < 0,05$.

Varição da PIO OD - Pré Exercício

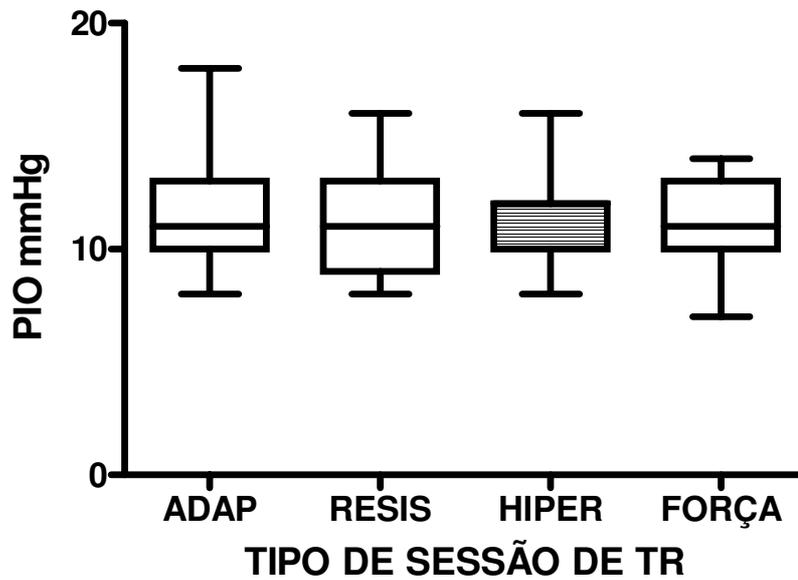


Figura 14: Box Plot da Variação da PIO no OD pré exercício, segundo tipo de sessão de TR.

Varição da PIO OE - Pré Exercício

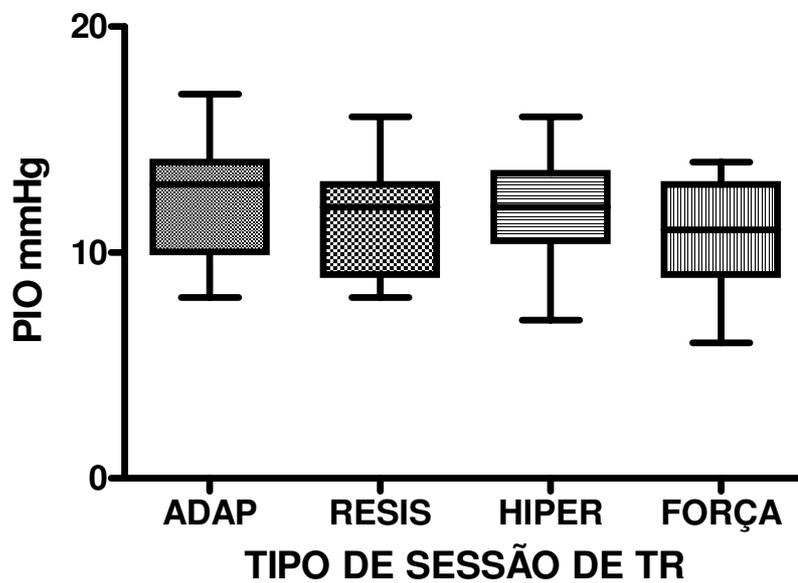


Figura 15: Box Plot da Variação da PIO no OE pré exercício, segundo tipo de sessão de TR.

Varição da PIO OD - Exercício Supino E1

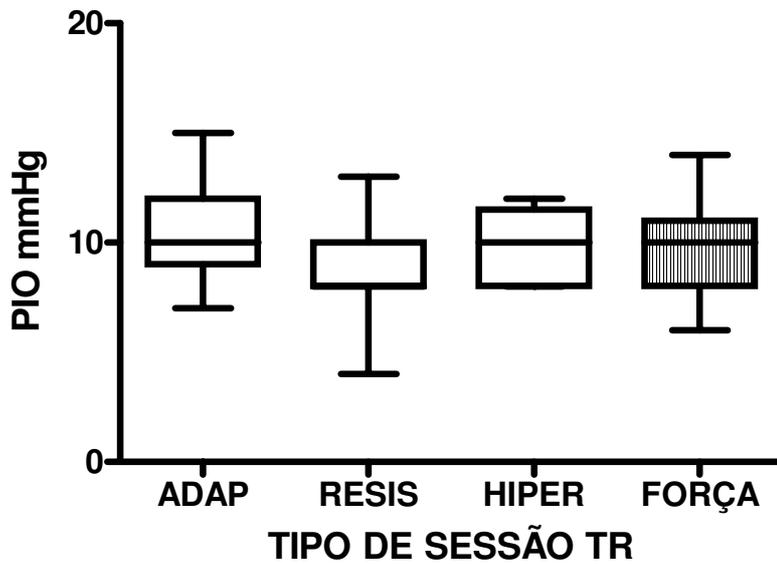


Figura 16: Box Plot da Variação da PIO no OD no exercício supino, segundo tipo de sessão de TR.

Varição da PIO OE - Exercício Supino E1

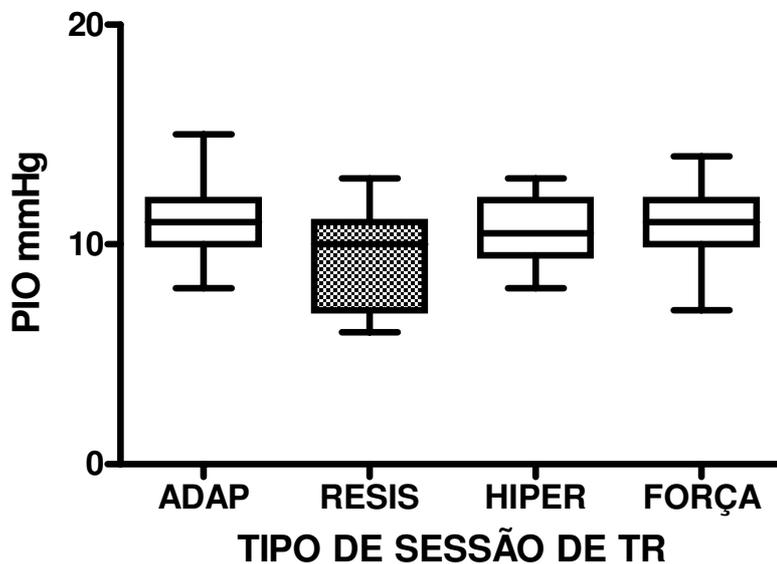


Figura 17: Box Plot da Variação da PIO no OE no exercício supino, segundo tipo de sessão de TR.

Variação da PIO OD - Exercício Rosca Direta E2

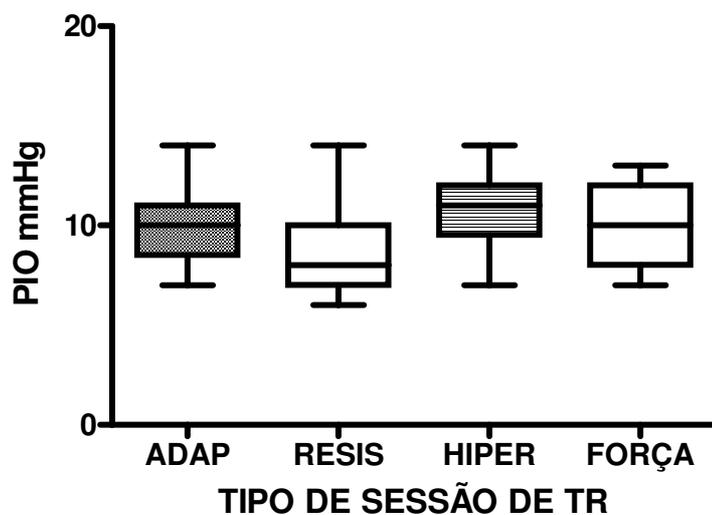


Figura 18: Box Plot da Variação da PIO no OD no exercício rosca direta, segundo tipo de sessão de TR.

Variação da PIO OE - Exercício Rosca Direta E2

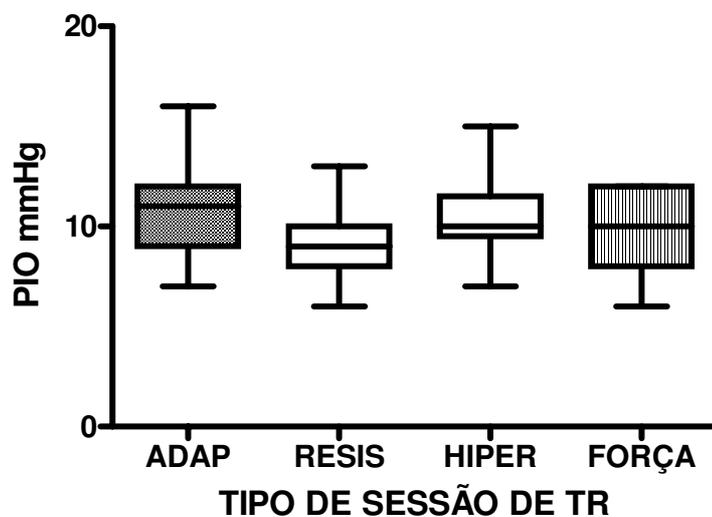


Figura 19: Box Plot da Variação da PIO no OE no exercício rosca direta, segundo tipo de sessão de TR.

Varição da PIO OD - Exercício Leg-Press E3

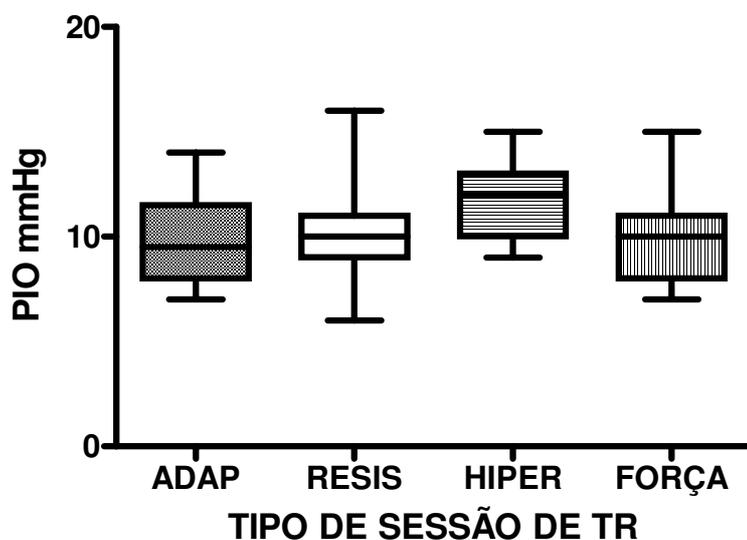


Figura 20: Box Plot da Variação da PIO no OD no exercício leg-press, segundo tipo de sessão de TR.

Varição da PIO OE - Exercício Leg-Press E3

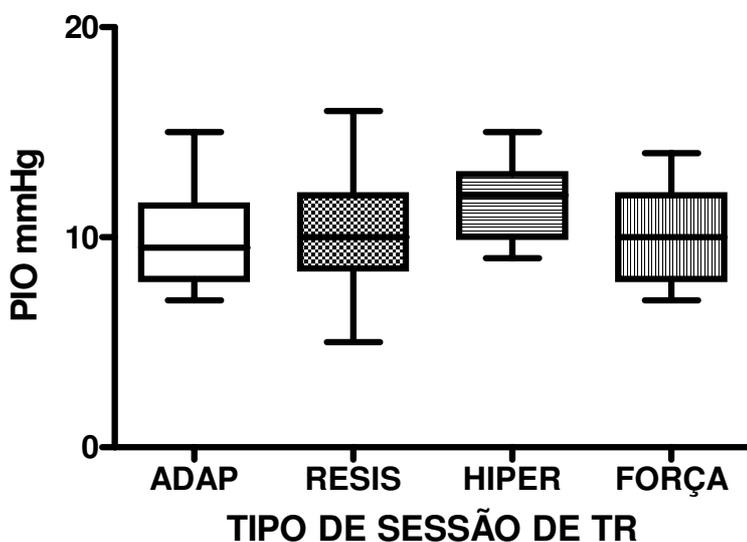


Figura 21: Box Plot da Variação da PIO no OE no exercício leg-press, segundo tipo de sessão de TR.

Variação da PIO OD - Recuperação R1

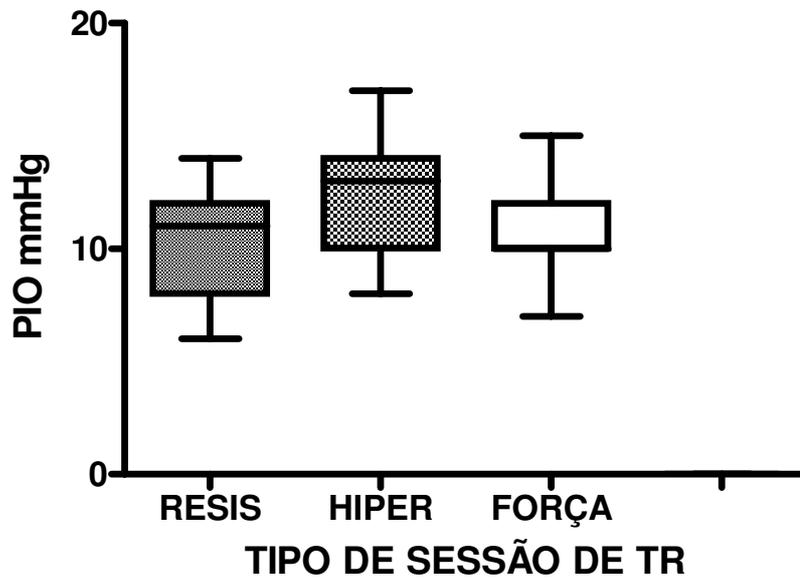


Figura 22: Box Plot da Variação da PIO no OD na recuperação 1, segundo tipo de sessão de TR.

Variação da PIO OE - Recuperação 1

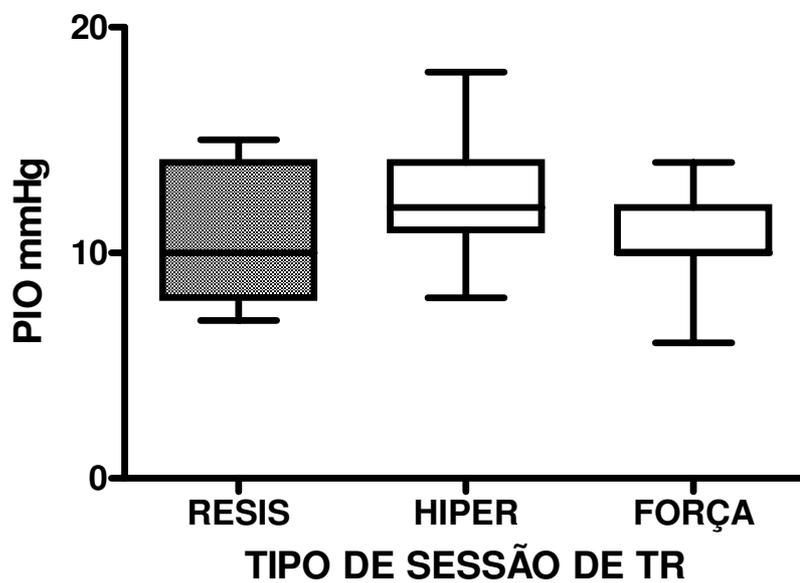


Figura 23: Box Plot da Variação da PIO no OE na recuperação 1, segundo tipo de sessão de TR.

Variação da PIO OD - Recuperação 2

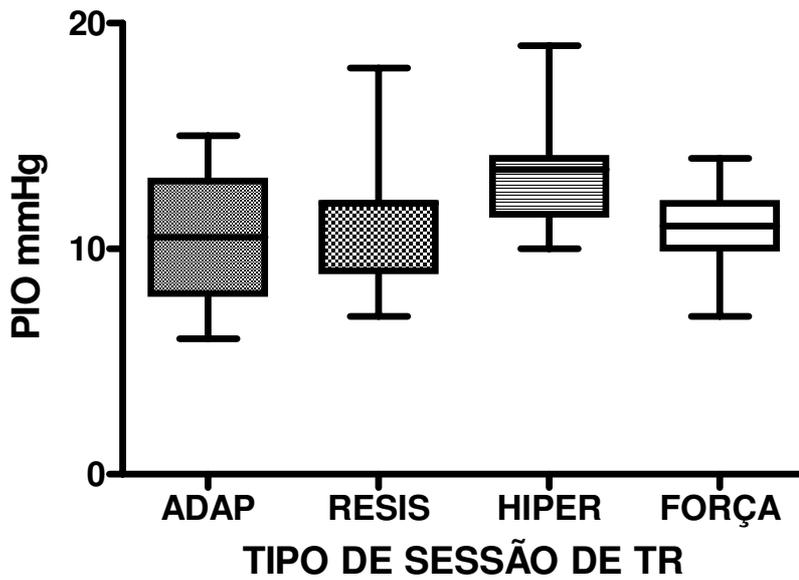


Figura 24: Box Plot da Variação da PIO no OD na recuperação 2, segundo tipo de sessão de TR.

Variação da PIO OE - Recuperação 2

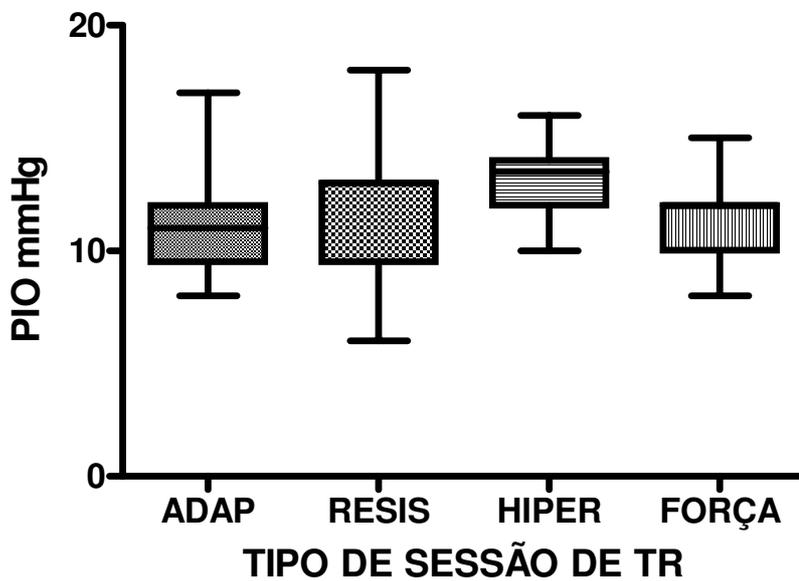


Figura 25: Box Plot da Variação da PIO no OE na recuperação 2, segundo tipo de sessão de TR.

Paquimetria OD - antes e após sessão de Adaptação

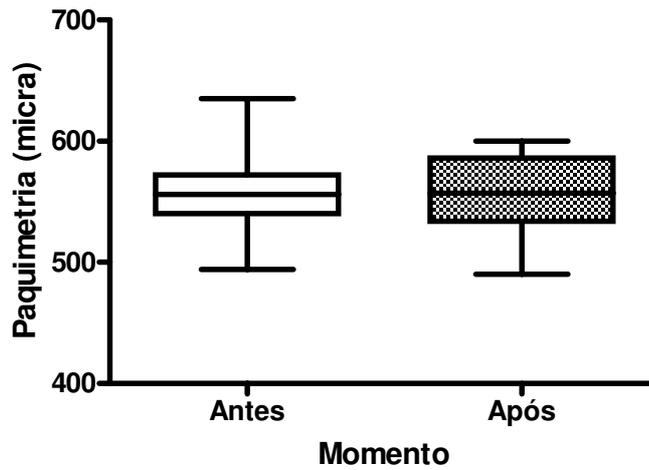


Figura 26: Box Plot da Paquimetria no OD antes e após a sessão de exercícios de adaptação.

Paquimetria OE - antes e após sessão de Adaptação

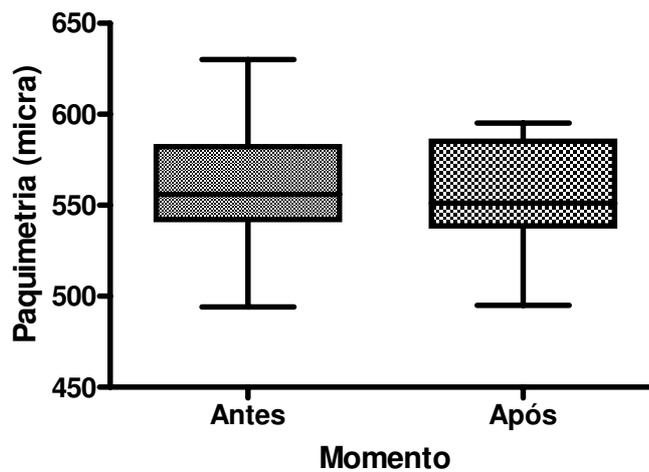


Figura 27: Box Plot da Paquimetria no OE antes e após a sessão de exercícios de adaptação.

Paquimetria OD - antes e após sessão de Resistência

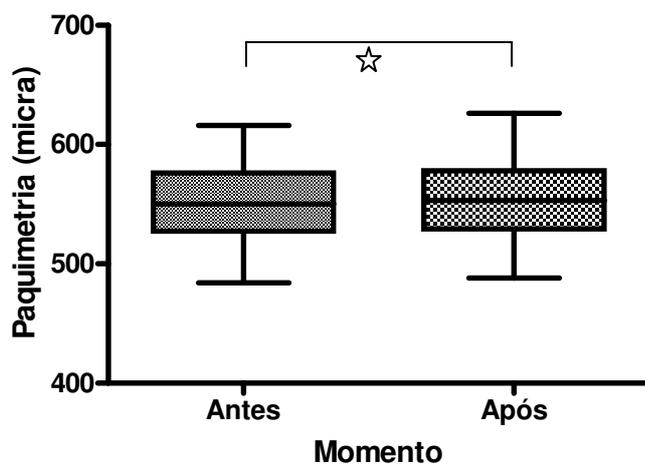


Figura 28: Box Plot da Paquimetria no OD antes e após a sessão de exercícios de resistência. * $p < 0,05$.

Paquimetria OE - antes e após sessão de Resistência

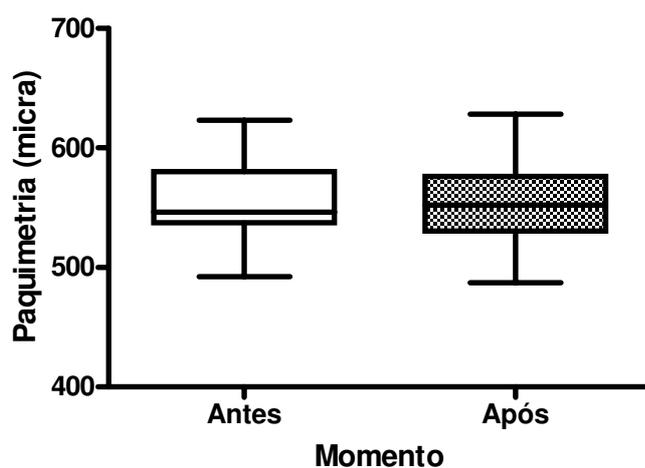


Figura 29: Box Plot da Paquimetria no OE antes e após a sessão de exercícios de resistência.

Paquimetria OD - antes e após exercícios Hipertrofia

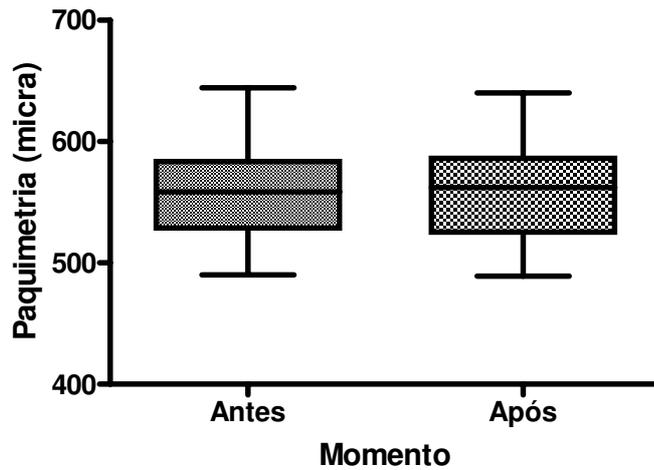


Figura 30: Box Plot da Paquimetria no OD antes e após a sessão de exercícios de hipertrofia.

Paquimetria OE - antes e após exercício Hipertrofia

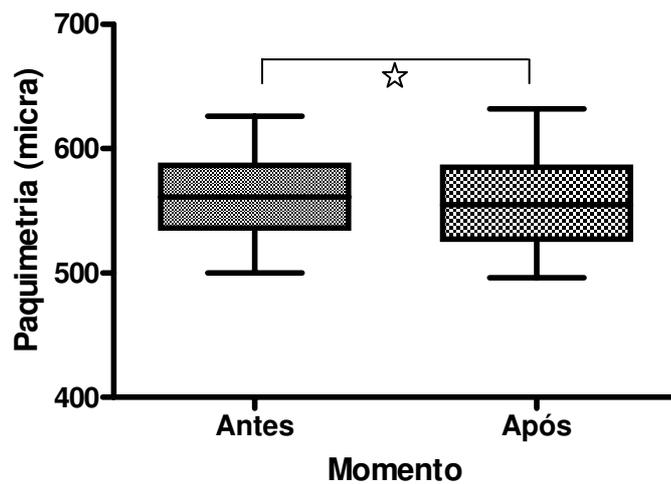


Figura 31: Box Plot da Paquimetria no OE antes e após a sessão de exercícios de hipertrofia. * $p < 0,05$.

Paquimetria OD - antes e após exercício força

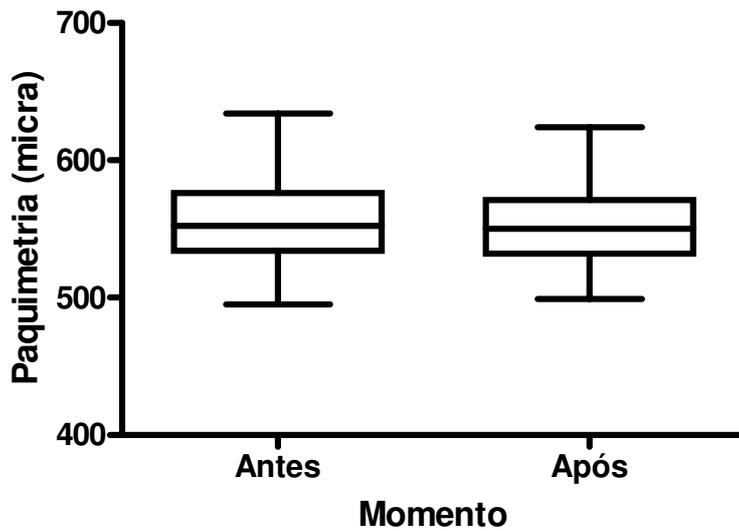


Figura 32: Box Plot da Paquimetria no OD antes e após a sessão de exercícios de força.

Paquimetria OE - antes e após exercícios Força

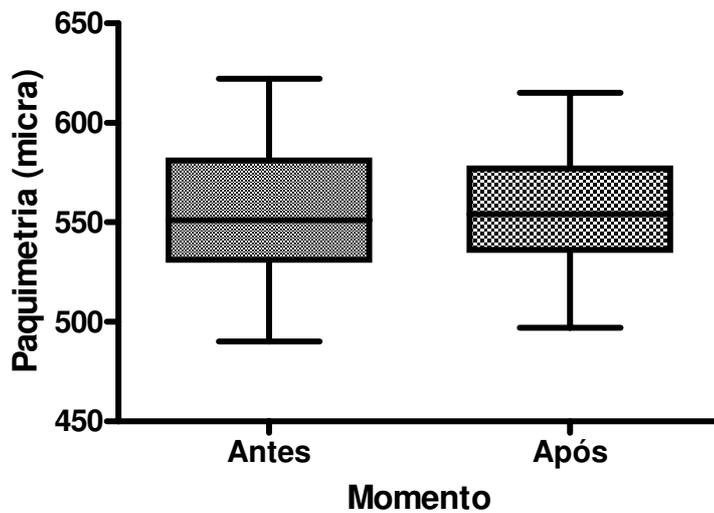


Figura 33: Box Plot da Paquimetria no OE antes e após a sessão de exercícios de força.

Paquimetria OD - antes da sessão de exercícios

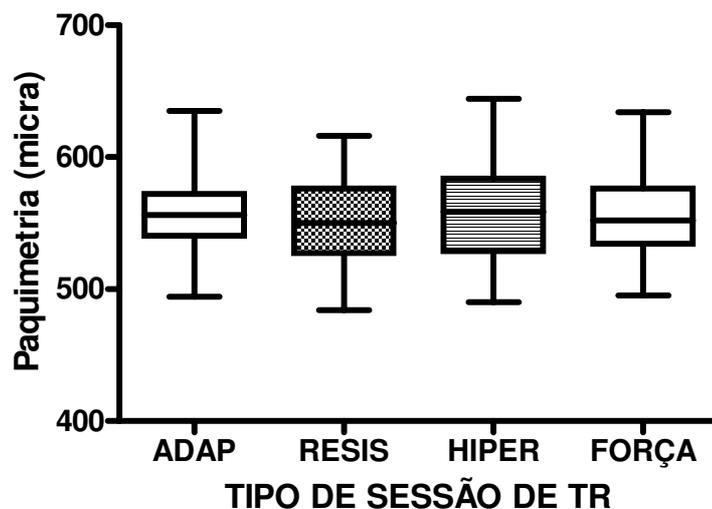


Figura 34: Box Plot da Paquimetria no OD antes da sessão de exercícios, segundo tipo de sessão de treinamento resistido.

Paquimetria OE - antes da sessão de exercícios

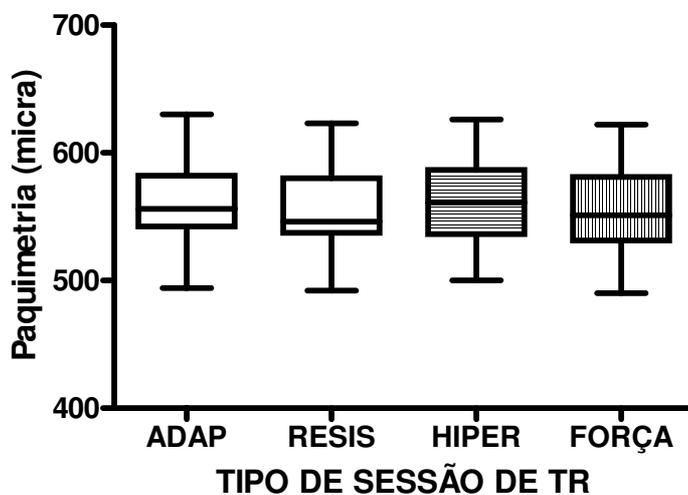


Figura 35: Box Plot da Paquimetria no OE antes da sessão de exercícios, segundo tipo de sessão de treinamento resistido.

Paquimetria OD - após sessão de exercícios

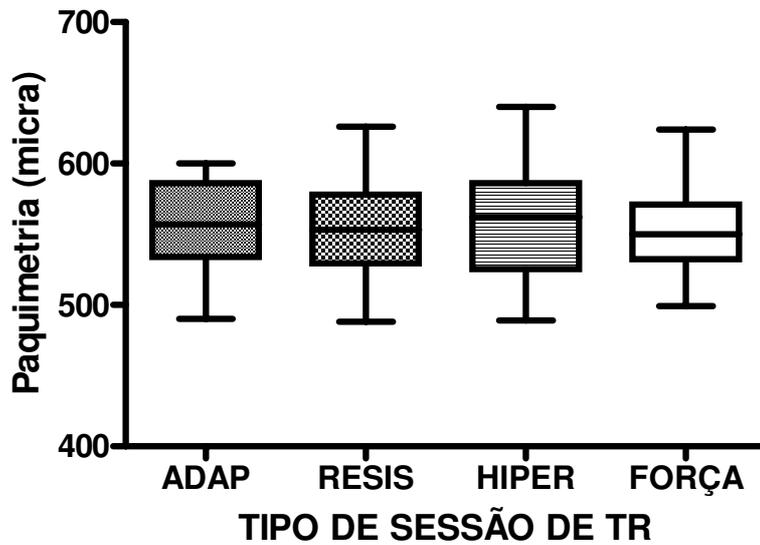


Figura 36: Box Plot da Paquimetria no OD após sessão de exercícios, segundo tipo de sessão de treinamento resistido.

Paquimetria OE - após sessão de exercícios

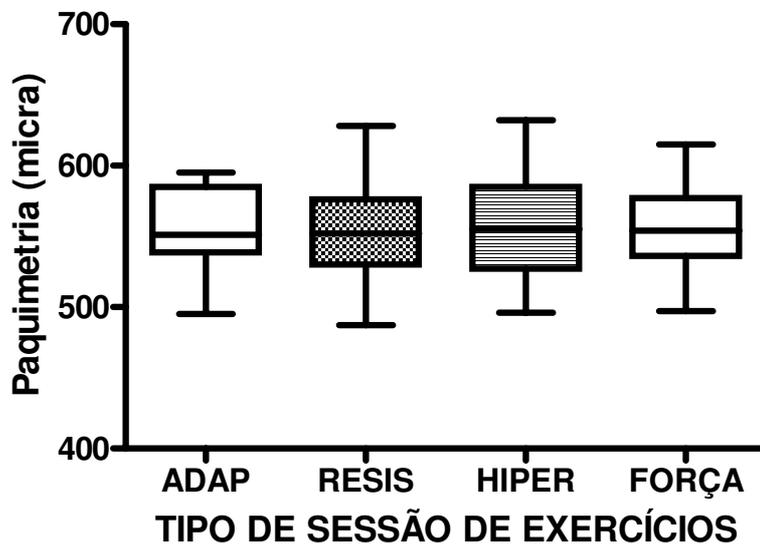


Figura 37: Box Plot da Paquimetria no OE após sessão de exercícios, segundo tipo de sessão de treinamento resistido.

Tabela 3: Análise da variação da PIO segundo momento em cada tipo de sessão de treinamento resistido.

COMPARAÇÃO	OLHO	TIPO DE SESSÃO DE TREINAMENTO RESISTIDO			
		ADAPTAÇÃO	RESISTÊNCIA	HIPERTROFIA	FORÇA
PIO PRÉ x PIO E1	OD	Redução	Redução	Redução	Redução
	OE	Redução	Redução	Redução	Ns
PIO PRÉ x PIO E2	OD	Redução	Redução	Ns	Redução
	OE	Redução	Redução	Redução	Redução
PIO PRÉ x PIO E3	OD	Redução	Ns	Ns	Redução
	OE	Redução	Redução	Ns	Ns
PIO PRÉ x PIO R1	OD	Não disponível	Ns	Ns	Ns
	OE	Não disponível	Ns	Ns	Ns
PIO PRÉ x PIO R2	OD	Ns	Ns	Aumento	Ns
	OE	Ns	Ns	Aumento	Ns
PIO E1 x PIO E2	OD	Ns	Ns	Ns	Ns
	OE	Ns	Ns	Ns	Ns
PIO E1 x PIO E3	OD	Ns	Ns	Aumento	Ns
	OE	Ns	Ns	Ns	Ns
PIO E1 x PIO R1	OD	Ns	Aumento	Aumento	Aumento
	OE	Ns	Aumento	Aumento	Ns
PIO E1 x PIO R2	OD	Ns	Aumento	Aumento	Aumento
	OE	Ns	Aumento	Aumento	Ns
PIO E2 x PIO E3	OD	Ns	Aumento	Ns	Ns
	OE	Ns	Ns	Aumento	Ns
PIO E2 x PIO R1	OD	Ns	Ns	Ns	Ns
	OE	Ns	Ns	Aumento	Aumento
PIO E2 x PIO R2	OD	Ns	Ns	Aumento	Aumento
	OE	Ns	Ns	Aumento	Aumento
PIO E3 x PIO R1	OD	Ns	Ns	Ns	Aumento
	OE	Ns	Ns	Ns	Ns
PIO E3 x PIO R2	OD	Ns	Ns	Aumento	Aumento
	OE	Ns	Ns	Aumento	Ns
PIO R1 x R2	OD	Ns	Ns	Aumento	Ns
	OE	Ns	Ns	Aumento	Ns
PAQUIMETRIA PRÉ x PÓS	OD	Ns	Aumento	Ns	Ns
	OE	Ns	Ns	Redução	Ns

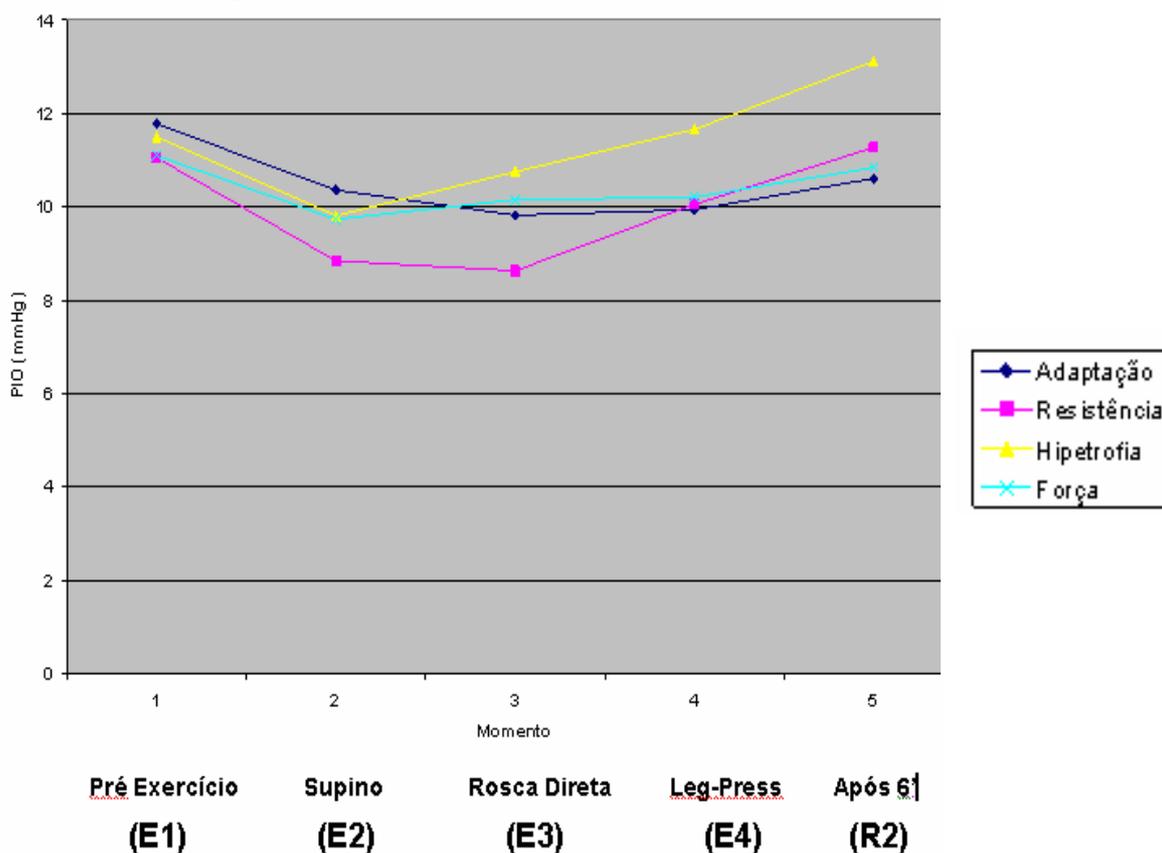
Ns: não significativo

Tabela 4: Relação entre o método de TR, tempo sob tensão no exercício supino, duração da série, redução da PIO (média do olho direito e esquerdo) e estimativa da redução da produção de humor aquoso.

Tipo de Exercício	Tempo sob tensão	Duração total da série	PIO Inicial mmHg	PIO Final mmHg	Redução da PIO mmHg	Redução Humor Aquoso* Microlitros
Adaptação	30"	2'30"	11,9	10,6	1,3	0,37
Resistência	45"	3'25"	11,3	8,9	2,4	0,67
Hipertrofia	24"	6'10"	11,6	10,1	1,5	0,42
Força	12"	6'60"	10,9	10,1	0,8	0,24

* Valor estimado

Gráfico 1: Comparação da variação da PIO em diferentes métodos de treinamento resistido (média dos olhos direito e esquerdo) segundo momento.



6. DISCUSSÃO

De uma forma geral, no presente estudo pode-se observar que, independentemente do método de treinamento utilizado durante as sessões de exercícios resistidos, na maioria das situações houve redução significativa da PIO, corroborando ao encontrado em outros estudos^(3,4,66). Contudo, as respectivas variações da PIO foram específicas para cada método de treinamento empregado (gráfico 1). Esse fato é particularmente interessante, uma vez que os estudos disponíveis, somente haviam identificado a variação da PIO após a realização de alguns exercícios distribuídos aleatoriamente e não o comportamento da PIO antes, durante e após diferentes sessões de treinamento resistido.

Inicialmente, destaca-se que, mesmo na sessão que foi utilizado o método de Adaptação, caracterizado por volume e intensidade relativamente reduzidos, os valores iniciais da PIO ($11,78 \pm 3,15$ mmHg no OD e $12,21 \pm 2,63$ mmHg no OE) apresentaram queda significativa ($10,36 \pm 1,94$ mmHg no OD e $10,94 \pm 1,61$ mmHg no OE) após a realização do primeiro exercício (supino). A PIO permaneceu com valores significativamente baixos, em comparação ao momento pré-exercício, mesmo após a realização do sétimo (rosca direta) e do décimo exercício (leg-press), ou seja, $9,82 \pm 1,70$ mmHg no OD e $10,70 \pm 2,36$ mmHg no OE e $9,94 \pm 1,95$ mmHg no OD e $10,01 \pm 2,14$ mmHg no OE, respectivamente. Porém, seis minutos após a finalização da sessão de exercícios a PIO retornou próxima aos valores iniciais ($10,61 \pm 2,87$ mmHg no OD e $11,27 \pm 2,51$ mmHg no OE). Por outro lado, no método de Força, caracteristicamente realizado com alta intensidade e baixo volume, o

comportamento da PIO foi semelhante à sessão de Adaptação, com queda da PIO após a finalização do supino ($11 \pm 1,96$ mmHg vs. $9,73 \pm 2,05$ mmHg no OD e $10,94 \pm 2,24$ mmHg vs. $10,52 \pm 1,74$ mmHg no OE), mantendo-se reduzida após a rosca direta ($10,15 \pm 1,89$ mmHg no OD e $9,78 \pm 1,78$ mmHg no OE) e o leg-press ($10,21 \pm 1,96$ mmHg no OD e $10,31 \pm 2,13$ mmHg no OE).

Esses resultados sugerem que no treinamento resistido à intensidade do exercício não pareceu relacionada com a magnitude da variação da PIO, contrariamente aos exercícios aeróbios, como observado nos estudos clássicos^(63,64) os quais apontaram que a PIO de voluntários submetidos a esforços aeróbios de alta intensidade (80% da frequência cardíaca máxima) e baixo volume (7,5 minutos) decresce significativamente quando comparada à atividade de baixa intensidade (40% da frequência cardíaca máxima) e alto volume (30 minutos). Contudo essa constatação sugere que, a exemplo do observado no metabolismo energético, qualidade física, resposta neuromotora, entre outros, também na fisiologia ocular pode-se verificar a manifestação de um dos princípios mais elementares do treinamento desportivo o da Especificidade⁽⁷³⁾, ou seja, o corpo produz respostas específicas de acordo com o tipo de estímulo o qual é submetido.

Ainda em relação aos exercícios aeróbios, foi comparada a PIO de quatorze indivíduos adultos distribuídos aleatoriamente em duas situações: na primeira permaneceram sentados por 50 minutos e na segunda caminharam moderadamente pelo mesmo tempo. Foi observado que após a caminhada a PIO reduziu significativamente ($2,28$ mmHg OD e $2,07$ mmHg OE). No entanto, após o mesmo tempo na posição sentada a PIO não reduziu mais do que $0,14$

mmHg (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, além da possível contribuição dos efeitos adrenérgicos e mecanismos hormonais⁽⁷⁴⁾.

Outra pesquisa, realizada na mesma época, submeteu 12 indivíduos (6 homens e 6 mulheres) sedentários a quatro minutos de corrida na esteira, sendo que a PIO, pressão arterial, frequência cardíaca e amostras de sangue (osmolaridade, lactato, pH e piruvato), foram registradas imediatamente e em 5, 30 e 60 minutos após a finalização do mesmo. 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 apontado que a acidose deve ser considerada como um importante fator para a queda da PIO⁽⁷⁵⁾.

Contudo, 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⁽⁷⁶⁾. De fato, nessas condições, ocorre um aumento da PA e FC contribuindo para

elevação da PPO e do FS na Artéria Oftálmica⁽⁷⁷⁾. Esse aumento contínuo e intenso do FS causa o aumento do atrito exercido pelas células circulantes sobre o endotélio vascular promovendo a síntese de ON.

Já no 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. Por isso a intensidade não foi preponderante para a redução da PIO. 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⁽¹⁹⁾.

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⁽⁷⁸⁾. Outros estudos também mostram elevação significativa do lactato (até 24 mmol) após realização de exercícios a 80% de 1RM⁽⁷⁹⁾. Corroborando esses achados, autores⁽³⁾ já apontaram que a redução do pH sanguíneo acarreta o desequilíbrio hidro-eletrolítico, com consequente redução da formação do humor aquoso.

Sabe-se que o humor aquoso é um filtrado, formado pela secreção ativa do epitélio que reveste os processos ciliares do corpo ciliar, sendo que o transporte ativo de sódio (Na^+) para dentro das células epiteliais, promove também a osmose água presente no fluxo sangüíneo dos pequenos vasos adjacentes, com intensidade média de 2 a 3 microlitros por minuto⁽¹⁸⁾. Nesse sentido, a redução do pH reduz o bombeamento do Na^+ visando à manutenção da homeostasia local.

Visando identificar se a respectiva redução da produção de humor aquoso seria suficiente para modificar a PIO – vale lembrar que de acordo com método de tonografia, para reduzir 1 mmHg da PIO é necessário escoar 0,28 microlitros/min/mmHg⁽¹⁹⁾ – foi quantificada a redução da PIO em cada sessão de exercício (somente no supino) pelo tempo que o voluntário permaneceu sob tensão muscular e a duração do total das séries (tabela 4). Nesse sentido, pode-se sugerir que as respectivas reduções da PIO são compatíveis ao tempo necessário para diminuir temporariamente a produção do humor aquoso.

Os dados da tabela 4 mostram que, em relação ao exercício supino, na sessão de Resistência houve a maior redução descritiva da PIO (média de 2,40 mmHg) e também nessas condições o músculo permaneceu por mais tempo sob tensão (45 segundos), por outro lado, no método de Força o tempo de tensão foi por volta de 12 segundos, com diminuição de 0,85 mmHg da PIO. Concomitantemente, ao se observar o gráfico 1 também é possível verificar, descritivamente que, não somente no exercício do supino, mas durante toda a sessão de TR a PIO manteve-se em valores mais reduzidos no método de Resistência comparado ao de Força, nesse sentido, ao se considerar o volume

total de treinamento (quadro 2) registra-se que 540 repetições (resistência) vs. 144 repetições (força).

De fato, a via metabólica predominante para a realização dos exercícios resistidos pode sugerir que no trabalho de Resistência houve maior participação do metabolismo glicolítico para demanda energética, associado ao período curto de intervalo entre as séries (trinta segundos). Já, na sessão de Força o sistema predominante para produção de energia foi o sistema ATP-CP, devido ao curto tempo de duração do exercício e ao período de intervalo entre as séries (três minutos)⁽⁹⁾. Assim sendo, o aumento do lactato e consequente redução do pH sanguíneo é mais expressivo na primeira situação, de fato a pelo menos trinta e cinco anos já tem sido demonstrado que esses fatores estão associados à redução da PIO em exercícios anaeróbios⁽⁸⁰⁾.

Por outro lado, a redução da PIO não está relacionada somente à diminuição da formação do humor aquoso, mas também pelo aumento do escoamento, promovido nessas situações pela hipercapnia a qual promove o aumento da hiperventilação, a qual 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. De fato, 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 $18,3 \pm 0,7$ para $15,6 \pm 0,6$ mmHg) na situação de hipocapnia⁽²⁸⁾.

Durante as sessões de TR, a PIO foi mensurada em três momentos, cada qual correspondendo à determinada posição do voluntário: E1 (exercício supino) em decúbito dorsal (quadro 2 – figura 1); E2 (rosca direta) em pé (quadro 2 – figura 7) e E3 (leg-press) sentado com as costas apoiadas no banco e os membros inferiores apoiados na plataforma posicionada acima da linha da cabeça (quadro 2 – figura 10). Na sessão de Adaptação nos três exercícios (ambos os olhos) a PIO manteve-se abaixo da inicial, na sessão de Resistência o mesmo comportamento foi observado (exceto no E3 OD), bem como na Força (exceto E1 e E3 ambos no OE), porém na Hipertrofia, somente houve redução da PIO comparada aos valores iniciais no E1 (OD e OE) e E2 (OE). Esses dados, em termos, contradizem outro estudo⁽⁸¹⁾ o qual aponta que exercícios realizados com os membros inferiores posicionados acima da cabeça, podem resultar em aumento da PIO. De fato, é conhecido que ocorre variação PIO devido à mudança de posição corporal⁽⁸²⁾. Pacientes em posição supina apresentam valores pressóricos mais elevados em relação às medidas obtidas com o paciente sentado, sendo que o aumento da pressão venosa episcleral é um dos responsáveis pela flutuação da PIO decorrente da mudança de postura. Porém, em estudo que verificou a variação da drenagem do humor aquoso segundo posição corporal, constatou que a média da PIO em 21 voluntários, sentados e deitados foi significativamente diferente, ou seja, respectivamente de $17,8 \pm 1,7$ mmHg e $19,9 \pm 1,6$ mmHg, por outro lado, não foi observada diferença significativa da drenagem do humor aquoso de acordo com a posição corporal: $0,30 \pm 0,31$ $\mu\text{l}/\text{min}/\text{mmHg}$ (sentado) e $0,28 \pm 0,09$ $\mu\text{l}/\text{min}/\text{mmHg}$ (deitado)⁽⁸³⁾.

Existe ainda, a sugestão que ocorre aumento da PIO relacionado à mudança da posição (de sentado para supina) tanto em pacientes com glaucoma quanto em indivíduos saudáveis⁽⁸⁴⁾. Por outro lado em Contudo, no presente estudo, embora os voluntários realizaram exercícios em diferentes posições no momento da avaliação da PIO todos foram avaliados sentados.

No presente estudo no método de força, mesmo com a apnéia realizada durante os exercícios, houve redução da PIO, esse achado contradiz aos resultados de outra investigação⁽⁵⁾ realizada no exercício supino em apnéia indicando o aumento da PIO nessas circunstâncias. Esses autores sugerem que o bloqueio da respiração promove um súbito aumento da pressão da caixa intra-torácica, isso associado a contração dos músculos abdominais e torácicos para a realização do exercício físico (no caso o supino) causa um aumento extra na pressão da veia intra-torácica e compressão do sistema venoso intra-torácico a qual é propagada pelas veias jugular, orbital e vorticosas para a coróide levando ao ingurgitamento, aumento do volume coroidal, além do comprometimento do escoamento do humor aquoso, que acarretam na elevação da PIO.

Contudo, estudo exploratório⁽⁸⁵⁾ objetivando conhecer a resposta da PIO frente à avaliação isocinética do pico de torque em 10 atletas de handebol, mostrou redução significativa da PIO, em ambos os olhos, após realização da avaliação isocinética, ou seja, de $13,1 \pm 2,33$ vs. $9,9 \pm 2,60$ mmHg ($p= 0,0007$) no OD e $12,50 \pm 2,60$ vs. $9,3 \pm 2,26$ ($p=0,0001$) OE, mesmo com as atletas, embora não controladas realizando apnéia, principalmente nas séries excêntricas. Os resultados deste estudo, similarmente ao registrado na

presente tese, revelaram que após a realização da contração muscular em apnéia houve redução da PIO.

Em outra investigação⁽⁸⁶⁾ foi estudado efeito da manobra de Valsalva e do estresse psicológico na variação da PIO de 49 voluntários, em ambas situações houve elevação da PIO, porém foi marcadamente superior na manobra de Valsalva (aumento de 10,2 mmHg) em relação ao estresse psicológico (1,3mmHg). Não foram encontradas associações com gênero, tensão do músculo ocular, tabagismo ou consumo de maconha, porém os indivíduos ativos fisicamente apresentaram menor aumento da PIO na situação de estresse psicológico. Os autores consideram que durante a manobra de Valsalva ocorre uma estimulação tanto nos ramos simpáticos como parassimpáticos do sistema nervoso autonômico, ocorrendo redução do débito cardíaco e hipotensão durante a fase aguda da manobra produzindo na seqüência a taquicardia e vasoconstrição periférica. Após a exalação do ar, o aumento do débito cardíaco associado com constrição vascular resulta no aumento da pressão arterial e diminuição da FC. As respostas da FC, particularmente nessa situação são reguladas pelos barorreceptores.

Uma questão importante na comparação desses estudos é a respeito do tempo que os voluntários mantiveram a respiração bloqueada, seja pela apnéia ou Manobra de Valsalva e ainda a situação a qual os voluntários foram expostos. No presente estudo, o tempo em que os atletas permaneceram com a respiração presa não foi maior do que 15 segundos, enquanto na investigação com as atletas de handebol⁽⁸⁵⁾ por volta de 30 segundos ambos em condições de esforço físico, já em relação ao estudo realizado com praticantes de musculação após o supino⁽⁵⁾, não foi possível identificar o

precisamente o tempo em que os sujeitos permaneceram em apnéia, porém considerando o tempo médio necessário para realizar 4RM e o tempo adicional para avaliar PIO pela Tonopen, uma vez que os atletas permaneceram em apnéia sustentando a carga enquanto era avaliada a PIO, acredita-se que deve ter sido por volta de 30 segundos. Finalmente na pesquisa norte-americana⁽⁸⁶⁾ os indivíduos foram induzidos a realizar a manobra de Valsalva por 20 segundos, porém sem a realização de exercício físico.

Conceitualmente, deve-se levar em consideração que a Apnéia é caracterizada como interrupção da respiração por mais do que 10 segundos. São classificadas como: i) obstrutivas: quando o fluxo de ar é impedido pelo colapso das vias aéreas superiores, apesar dos esforços repetidos para restabelecer a respiração; ii) mistas: é iniciada com a pausa do centro respiratório, seguida por aumento sucessivo do esforço respiratório contra a via aérea obstruída ou iii) centrais: ventilação é interrompida porque o sistema nervoso central torna-se incapaz de ativar o diafragma e os demais músculos respiratórios⁽⁸⁷⁾. Por outro lado, a manobra de Valsalva consiste em expirar contra uma resistência. A expiração é executada em tubo acoplado a um manômetro durante 5 segundos. Após essa fase uma resistência de 40mmHg é aplicada por mais 15 segundos e depois aliviada. Muito utilizada na prática e na clínica experimental com objetivo de testar a função cardíaca e SNA⁽⁸⁶⁾.

Ainda assim, é importante também considerar que das três pesquisas consideradas que submeteram os voluntários a algum tipo de exercício contra a resistência, embora tenham em comum a situação de apnéia, apresentam métodos diferentes na realização do exercício, tais como tipo de contração (isocinética vs. isotônica), tamanho da massa muscular e músculos solicitados

(peitoral vs. deltóide), número de repetições (várias vs. poucas). Porém, alguns resultados encontrados são passíveis de comparação ao estudo que mostrou elevação da PIO após o exercício em apnéia⁽⁵⁾. Evidentemente, somente é possível comparar as respectivas variações da PIO no exercício supino que foi realizado durante a sessão de treinamento de Força (uma vez que na presente tese, além dessa situação, foram estudadas outras variáveis, tais como o comportamento da PIO em vários métodos de treinamento, com diferentes tipos de respiração e durante uma sessão de 12 exercícios). Nas condições específicas mencionadas, registra-se que ambos estudos utilizaram quatro repetições em apnéia, todavia com intensidade um pouco diferente (90% de 1RM vs. 80% de 1RM). Contudo, uma importante questão refere-se aos procedimentos da avaliação da PIO, sendo que no presente estudo foi imediatamente após a finalização de 3 séries do supino com o indivíduo sentado (tonômetro de Perkins), já no outro estudo⁽⁵⁾ a PIO foi medida utilizando Tonopen, enquanto os voluntários permaneciam deitados, sustentando a barra com a carga e ainda em apnéia. Talvez, a elevação da PIO encontrada no respectivo estudo⁽⁵⁾ tenha sido devido a isometria intensa para sustentar a barra, enquanto a PIO era aferida, e não exatamente pelo bloqueio da respiração, ademais não é usual em exercícios resistidos manter isometria após a realização das séries, a não ser em situações específicas de treinamento de atletas ou programas voltados para recuperação de lesões.

Por outro lado, é importante destacar outra investigação que verificou o efeito da apneia obstrutiva simulada na PIO e no FS pulsátil ocular. Na respectiva investigação sete voluntários foram submetidos à pressão intratorácica negativa gerada pela inspiração forçada (manobra de Mueller). A

respectiva manobra é justamente contrária a Valvsa, ou seja, inspiração forçada contra a oclusão das vias aéreas superiores. Este procedimento é associado com a redução da pressão arterial e débito cardíaco, sendo que muitos estudos utilizam a manobra de Mueller para simular respostas hemodinâmicas agudas decorrentes da pressão intratorácica negativa durante apnéia do sono. Os indivíduos realizaram duas intensidades de esforço inspiratório (-20 cm H₂O e a -40 cm H₂O), por volta de 27 segundos cada, os resultados mostram que a PIO caiu em ambas situações, contudo houve correlação negativa entre o esforço inspiratório reduções da PIO. Enquanto na manobra de Valsalva ocorre a redução do retorno venoso, na de Mueller esse mecanismo é aumentado, conseqüentemente a pressão na veia episcleral é reduzida, melhorando o fluxo do escoamento do humor aquoso e acarretando na queda da PIO⁽⁸⁸⁾. Esses achados podem ajudar a explicar, o porque, embora seja descrito na literatura que existe associação entre Apnéia Obstrutiva do Sono e Glaucoma, a origem da respectiva associação permanece desconhecida⁽⁸⁹⁾. Pois, paradoxalmente, durante a Apnéia Obstrutiva do Sono, a manobra de Mueller favorece a redução PIO, certamente a interação de outros fatores devem contribuir para prevalência de Glaucoma em pacientes com esse tipo de distúrbio.

Muitos estudos^(58,90,91) indicam que mecanismos semelhantes a manobra de Valsalva podem ocorrer durante a tosse, vômito, espirro, tocar instrumentos de sopro, levantamento de objetos pesados e prática de alguns exercícios (como por exemplo os resistidos e/ou força máxima). Curiosamente, parece haver um engano conceitual na associação entre a manobra de Valsalva e o que ocorre durante o levantamento de peso ou exercício resistido, pois ao

analisar o que de fato acontece durante os exercícios de força, em que se emprega a apnéia antes da realização do movimento é a manobra de Mueller. Ou seja, primeiro o indivíduo inspira (promovendo uma pressão intratorácica negativa), executa a ação concêntrica e/ou excêntrica e depois expira. Isto justifica, porque foi observada redução da PIO, mesmo após os voluntários terem realizado apnéia, tanto no presente estudo como na investigação exploratória com as atletas de handebol⁽⁸⁵⁾, ademais em ambas situações o exercício foi dinâmico que favorece o aumento do retorno venoso, ao contrário do isométrico ou estático.

De fato, é plausível associar a maior prevalência de glaucoma de pressão normal e aumento da PIO em músicos que tocavam instrumentos de sopro de alta resistência comparado aos que tocavam instrumentos de baixa resistência, pois, tocar instrumentos de sopro é muito semelhante a expiração forçada da manobra de Valsalva⁽⁹²⁾.

Segundo estudo de revisão⁽⁹³⁾ publicado recentemente, sobre os efeitos do exercício físico na PIO e fluxo sanguíneo ocular, que analisou os resultados dos artigos mais relevantes sobre glaucoma, PIO e fluxo sanguíneo ocular frente a exercícios isométricos e dinâmicos. Foi observado que nos exercícios isométricos ocorre redução aguda da PIO, porém nos dinâmicos a diminuição é mais expressiva. Contudo, os mecanismos fisiológicos ainda permanecem insuficientemente estudados, sendo que as três teorias disponíveis na literatura ainda se referem à diminuição do pH, elevação da osmolaridade do plasma e do lactato sanguíneo como responsáveis pelas alterações na PIO. No presente estudo, sugere-se que no TR, principalmente nos exercícios que visam o desenvolvimento da Resistência Muscular, deve ocorrer redução da produção

do humor aquoso devido à respectiva redução do pH com consequente diminuição do bombeamento ativo do Na^+ para manutenção da homeostasia local.

Evidentemente, no TR não deve ser considerada a hipótese da elevação da osmolaridade do plasma, como possível explicação da queda da PIO, pois esse mecanismo está relacionado aos exercícios aeróbios⁽⁹³⁾ sendo o TR predominantemente anaeróbio. Finalmente os autores apontam que mais pesquisas devem ser realizadas para melhor entendimento dos mecanismos de queda da PIO durante o exercício dinâmico antes de recomendações específicas a respeito da respectiva utilização como terapia. Contudo, a maioria dos trabalhos indica, devido ao fato de o exercício promover diminuição da PIO tanto dos valores basais como logo após o exercício, que se devem encorajar pacientes com glaucoma à prática de exercícios.

Em relação ao efeito crônico do exercício resistido, os resultados encontrados no presente estudo, não são suficientes para considerar que houve uma redução significativa da PIO após 5 semanas de TR periodizado, embora descritivamente, a comparação da PIO pré exercício da primeira semana com a última, mostra uma redução média de 0,78 mmHg no OD e 1,27 mmHg no OE. De uma forma geral, a prática da atividade física está associada a diminuição dos valores basais da PIO, contudo, a redução da PIO após a realização de exercícios físicos parece maior em sedentários do que em ativos fisicamente. Após um mês de interrupção da prática regular de exercícios os valores da PIO retornam aos registrados antes do início do treinamento físico⁽⁹³⁾, indicando novamente na fisiologia ocular a manifestação dos princípios do treinamento desportivo, nesse caso o da Reversibilidade⁽⁷³⁾, ou

seja, as adaptações obtidas após um período de treinamento físico são progressivamente perdidas, caso os estímulos sejam interrompidos.

Recentemente foi publicado estudo epidemiológico⁽⁹⁴⁾ 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.

Esses achados corroboram os de estudo que comparou a PIO de 145 pessoas (adultos saudáveis e de pacientes com glaucoma primário) submetidos a exercícios aeróbios moderados. Foi encontrado 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. Segundo os autores, pessoas com glaucoma devem ser encorajadas a praticar exercícios aeróbios, devido aos benefícios esperados⁽⁹⁵⁾.

Finalmente, em trabalho de revisão a respeito do estilo de vida, nutrição e glaucoma⁽⁹⁶⁾ 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.

Contudo, os mecanismos fisiológicos responsáveis pelas respectivas alterações ainda permanecem não completamente explicados, devido à dificuldade da análise das variáveis envolvidas e, sobretudo, pela impossibilidade de registrar a PIO durante a realização dos exercícios.

De fato, por motivos óbvios, seria especulativo estabelecer uma associação entre os resultados encontrados na presente tese com os verificados em corredores norte-americanos ou nos pacientes de glaucoma submetidos a exercício, seja pelos objetivos dos estudos ou principalmente pelos métodos empregado (experimental vs. epidemiológico – exercício resistido vs. aeróbio). No entanto, pode-se sugerir que existe uma forte evidência que o exercício físico (resistido ou aeróbio) pode promover efeitos benéficos na PIO das pessoas a curto e longo prazo. Aparentemente, não existe evidência de que em pessoas com tensão ocular normal ocorre a elevação da PIO após exercícios resistidos, com ou sem apnéia, embora os dados disponíveis revelem que o volume total do treinamento e o tempo sob tensão muscular são importantes para determinar a magnitude da alteração da PIO.

7. CONCLUSÃO

Durante a sessão de exercícios resistidos ocorre à redução dos valores da pressão intra-ocular. O volume e a intensidade da sessão do treinamento resistido não interferem na redução da PIO. Porém, o volume total do treinamento e o tempo sob tensão muscular são importantes para determinar a magnitude da alteração da PIO, sendo que, observam-se maiores reduções da PIO, no método que visa à melhora da resistência muscular.

O posicionamento corporal e o tipo de ventilação utilizada durante a realização do exercício resistido não influenciou a PIO. A partir dos dados obtidos, pode-se concluir que não existe evidência de que a PIO de pessoas com tensão ocular normal possa aumentar durante e após a realização de sessões de exercícios resistidos.

REFERÊNCIAS

1. Lempert P, Cooper KH, Culver JF, Tredici TJ. The effect of exercise on intraocular pressure. *Am J Ophthalmol.* 1967; 63(6):1673-6.
2. 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.
3. Vieira GM, Penna EP, Botaro M, Bezerra RF. The acute effects of resistance exercise on intraocular pressure. *Arq Bras Oftalmol.* 2003; 66: 431-5.
4. 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.
5. Vieira, GM, Oliveira HB; Andrade DT; Bottaro M; Ritch R. Intraocular pressure variation during weight lifting. *Arch Ophthalmol.* 2006; 124:1251-4.
6. Ciolac EG, Guimarães GV. Exercício Físico e Síndrome Metabólica. *Rev Bras Med Esporte.* 2004; 10(4):30-8.
7. Pescatello LO, Franklin BA, Fagard R, Farquhar, WB, Kelley, GA, Ray, CA Exercise and Hypertension. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 31(1):533-53.
8. Kohrt WM, Bloomfield SA, Little KD, Nelson ME, Yingling VR. Physical activity and bone health. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 31(1):1985-96.
9. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano.* 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.
10. Vogel JA. Introduction to the symposium: physiological responses and adaptations to resistance training. *Med Sci Sports Exerc.* 1988; 20(5):S131.
11. 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.* 2002; 34(2):364-80.
12. 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.
13. Peterson, MD, Rhea MR, Alvar BA. Applications of the dose-response for muscular strength development: a review of meta-analytic efficacy and reliability for designing training prescription. *J Strength Cond Res.* 2005; 19(4):950-8.
14. Feigenbaum MS, Pollock ML. Prescription of resistance training for health and disease. *Med Sci Sports Exerc.* 1999; 31(1):38-45.

15. Weinreb RN, Brandt JD, Garway-Heath D, Medeiros, FA. Intraocular Pressure. WGA - Consensus series 4. Amsterdam: Kugler Publications, 2007.
16. Talieri IC, Honsho CS, Nunes N, Souza AP, Duque JC. Comportamento da pressão intra-ocular segundo os efeitos cardiorrespiratórios e hemodinâmicos induzidos pela anestesia com desflurano, em cães submetidos à hipovolemia experimental. *Arq Bras Oftalmol.* 2005;68(4): 521-6.
17. US Department of Health and Human Services. Glaucoma: what you should know. Bethesda: National Eye Institute, 2003
18. Guyton AC, Hall JE. Tratado de fisiologia médica. 10 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.
19. Shields MB. Shields' textbook of glaucoma. Baltimore: Williams & Wilkins; 1998.
20. Azuara-Blanco A, Costa VP, Wilson RP. Handbook of Glaucoma. London: Taylor & Francis e-Library, 2003.
21. Tavares IM, Mello PAA. Glaucoma de pressão normal. *Arq Bras Oftalmol.* 2005; 68(4): 565-575.
22. Póvoa CA, Nicolela MT, Valle ALSL, Gomes LES, NI. Prevalência de glaucoma identificada em campanha de detecção em São Paulo. *Arq Bras Oftalmol.* 2001; 64(4): 303-7.
23. Jaén-Díaz JI, Cordero-García B, López-de-Castro F, De-Castro-Mesa C, Castilla-López-Madrdejós F, Berciano-Martínez F. Variabilidad diurna de la presión intraocular. *Arch Soc Esp Oftalmol.* 2007; 82(11): 675-9.
24. Shuba LM, Doan AP, Zimmerman M.B. Diurnal Fluctuation and Concordance of Intraocular Pressure in Glaucoma Suspects and Normal Tension Glaucoma Patients. *J Glaucoma* 2007; 16:307–12.
25. Asejczyk-Widlicka M, Pierscionek BK. Fluctuations in intraocular pressure and the potential effect on aberrations of the eye. *Br J Ophthalmol.* 2007; 91: 1054-8.
26. Rodrigues LD, Silva MRBM, Schellini SA, Jorge EN. Picos de pressão intra-ocular: comparação entre curva tensional diária, minicurva e medida da pressão intra-ocular às 6 horas. *Arq. Bras. Oftalmol.* 2004; 67(1): 127-31.
27. Ashkenazi I, Melamed S, Blumenthal M. The Effect of Continuous Strenuous Exercise on Intraocular Pressure. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1992; 33(10):291-7.
28. 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.

29. Martin B, Harris A, Hammel T, Malinovsky V. Mechanism of exercise-induced ocular hypotension. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1999; 40(5):1011-5.
30. 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.
31. Kraft ME, Glaeser H, Mandery K, König J, Auge D, Fromm MF, Schlötzer-Schrehardt U, Welge-Lüssen U, Kruse FE, Zolk O. The prostaglandin transporter OATP2A1 is expressed in human ocular tissues and transports the antiglaucoma prostanoid. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2010; 51(5):2504-1.
32. Paranhos Jr A, Lhama D, Lobo R. Revisão de farmacologia. In: Paranhos Jr A. *Urgências em glaucoma.* São Paulo: Lemos Editorial; 2004.
33. Robert YC. What do we measure with various techniques when assessing IOP? *Surv Ophthalmol.* 2007. 52 Suppl 2:S105-8
34. Santos MG, Makk S, Berghold A, Eckhardt M, Haas A. Intraocular pressure difference in Goldmann applanation tonometry versus Perkins hand-held applanation tonometry in overweight patients. *Ophthalmology.* 1998;105:2260-3.
35. Andrada Márquez MT, Fesser Oroz I, Antón López A. Estudio comparativo de dos Tonómetros portátiles: Tono-Pen XL y Perkins. *Arch Soc Esp Oftalmol.* 2003; 78(4): 189-196.
36. Meirelles SHS, Mathias CR, Azevedo GB, Álvares RM, Mattosinho CCS, Jardim JS. Estudo comparativo entre o tonômetro de aplanção de Goldmann e o tonômetro de contorno dinâmico de Pascal no glaucoma primário de ângulo aberto e olhos normais. *Rev Bras Oftalmol.* 2008; 67(6): 273-280.
37. Dane S, Kocer I, Demirel H, Uçok K, Tan U. Long-term effects of mild exercise on intraocular pressure in athletes and sedentary subjects. *Int J Neurosci.* 2006 Oct;116(10):1207-14.
38. Kiuchi Y, Mishima HK, Hotehama Y, Furumoto A, Hirota A, Onari K. Exercise intensity determines the magnitude of IOP decrease after running. *Jpn J Ophthalmol.* 1994; 38(2):191-5.
39. Karabatakis VE, Natsis KI, Chatzibalas TE, Lake SL, Bisbas IT, Kallinderis KA et al. Correlating intraocular pressure, blood pressure, and heart rate changes after jogging. *Eur J Ophthalmol.* 2004; 14(2):117-22.
40. Harris A, Arend O, Bohnke K, Kroepfl E, Danis R, Martin B. Retinal blood flow during dynamic exercise. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 1996 Jul; 234(7):440-4.

41. 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*. 2002; 240(10):835-40.
42. Lester M, Torre PG, Bricola G, Bagnis A, Calabria G. Retinal blood flow autoregulation after dynamic exercise in healthy young subjects. *Ophthalmologica*. 2007; 221(3):180-5.
43. Okuno T, Sugiyama T, Kohyama M, Kojima S, Oku H, Ikeda T. Ocular blood flow changes after dynamic exercise in humans. *Eye*. 2006 Jul; 20(7):796-800.
44. Percario, S. Alterações oxidativas e da defesa antioxidante no Broncoespasmo agudo induzido em cobaias [Tese Doutorado]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, 2000.
45. Moncada, S, Palmer RMJ, Higgs A. Nitric oxide: physiology, pathophysiology, and pharmacology. *Pharmacol Rev*. 1991; 43:109-42.
46. Raij L, Baylis, C. Glomerular actions of nitric oxide. *Kidney Int*. 1995; 48:20-6, 1995.
47. Luksch A, Wimpissinger B, Polak K, Jandrasits K, Schmetterer L. ETA-receptor blockade, but not ACE inhibition, blunts retinal vessel response during isometric exercise. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2006; 290(4):1693-8.
48. Gross SS, Wolin, MS. Nitric oxide: physiology, pathophysiology, and pharmacology. *Pharmacol Rev*. 1991; 43:109-42.
49. McCartney, N. Acute responses to resistance training and safety. *Med Sci Sports Exerc*. 1999; 31(1):31-7.
50. Foss ML, Keteyian SJ. Bases fisiológicas do exercício e do esporte. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
51. Winjnen MH, Coolen AS, Vader HL, Reijenga JC, Huf FA, Roumen RM. Antioxidants reduce oxidative stress in claudicants. *Journal J Surg Res*. 2001; 96(2):183-7.
52. Seguro, AC Lesão celular na isquemia renal. In: CRUZ, J. Atualidades em Nefrologia. 3ed. São Paulo: Sarvier, 1994.
53. Conte M, Percário S, Domingues SPT, Naufal AS, Silveira LV, Vazatta R, et al. Increase Free Radical Production in athletes underwent creatine supplementation and resistance training. *Med Sci Sports Exerc*. 2006; 38(5):S405-S406.
54. Ernani, LR. Effects of L-arginine and L-name on renal ischemia-reperfusion in rats. *Int Braz J Urol*. 2001; 27(1):78-83.

55. Güngör K, Beydagi H, Bekir N, Arslan C, Sürer C, Erbagci I, et al. The impact of acute dynamic exercise on intraocular pressure: role of the beta 2-adrenergic receptor polymorphism. *J Int Med Res.* 2002; 30(1):26-33.
56. Polska E, Luksch A, Schering J, Frank B, Imhof A, Fuchsjäger-Mayrl G, et al. Propranolol and atropine do not alter choroidal blood flow regulation during isometric exercise in healthy humans. *Microvasc Res.* 2003; 65(1):39-44.
57. Zatsiorsky, VM. *Science and Practice of Strength Training.* Human Kinetics, Illinois, 1995.
58. Bittencourt, N. *Musculação: uma abordagem metodológica.* Rio de Janeiro, Editora Sprint, 1984
59. Hernandez Jr, BDO. *Treinamento Desportivo.* Rio de Janeiro, Editora Sprint, 2000.
60. Ikeda ER, Borg A, Brown D, et al. The valsalva maneuver revisited: the influence of voluntary breathing on isometric muscle strength. *J Strength Cond Res.* 2009 Jan; 23(1):127-32.
61. 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.
62. 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.
63. 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.
64. 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.
65. Scarpi MJ, Conte M, Lenk RE, Rossin, RA, Brant, R, Skubs, R. Associação entre dois diferentes tipos de estrangulamento com a variação da pressão intra-ocular em atletas de jiu-jitsu. *Arq Bras Oftalmol.* 2009; 72(3):341-5.
66. 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.
67. Conte M, Gonçalves A, Chalita LVAS, Ramalho LCB. Nível de Atividade Física como estimador da Aptidão Física de estudantes universitários: explorando adoção de questionário através de modelo linear. *Rev Bras Med Esporte.* 2008; 14(4)332-6.

68. Ministério da Saúde/Fundação Nacional da Saúde. Informe Epidemiológico do SUS. Suplemento 3, ano V, n. 2, abril a junho, 1996
69. Guedes, D.P. Composição corporal: princípios, técnicas e aplicações. Londrina: APEF, 1994.
70. 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.
71. Stoppani J. Enciclopédia de Musculação e Força. Porto Alegre: Artmed, 2008.
72. Delavier F. Guia dos movimentos de musculação: uma abordagem anatômica. São Paulo: Manole, 2002.
73. American College of Sports and Medicine. Recursos do ACSM para o Personal Trainer. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.
74. Leighton DA, Phillips CI. Effect of moderate exercise on the ocular tension. *Br J Ophthalmol.* 1970;54:599-605.
75. 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.
76. 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.
77. Kozobolis VP, Detorakis ET, Konstas AG, Acharopoulos AK, Diamandides ED. Retrobulbar blood flow and ophthalmic perfusion in maximum dynamic exercise. *Clin Experiment Ophthalmol.* 2008; 36(2):123-9.
78. 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.
79. Leveritt M, Abernethy, PJ. Acute Effects of High-Intensity Endurance Exercise on Subsequent Resistance Activity. *J Strength Cond Res.* 1999; 13(1)47-51.
80. Kielar RA, Teraslinna P, Rowe DG, et al. Standardized aerobic and anaerobic exercise: differential effects on intraocular tension, blood pH, and lactate. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1975;14:782-5.
81. Hilton E. Exerc-eyes: effects of exercise on ocular health. *OT.* 2003;15:45-9.
82. Weber AK, Price J. Pressure differential of intraocular pressure measured between supine and sitting position. *Ann Ophthalmol.* 1981; 13(3):323-6.

83. Selvadurai D, Hodge D, Sit AJ. Aqueous humor outflow facility by tonography does not change with body position. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 3 December 2009.
84. Meirelles SHS, Mathias CR, Brandão G, Frota ACA, Yamane R. Influência da postura na pressão intra-ocular e nos defeitos de campo visual no glaucoma primário de ângulo aberto e glaucoma de pressão normal. *Rev. bras. oftalmol.* 2008; 67(1):19-24.
85. Conte M, Netto C, Orsi R, Andrade MS, Silva, AC, Scarpi MJ. Resposta da pressão intra-ocular frente avaliação isocinética dos rotadores do ombro de atletas de handebol. *Rev Bras Ciênc Mov.* 2009; 17(4):433.
86. Brody S, Erb C, Veit R, Rau H. Intraocular pressure changes: the influence of psychological stress and the Valsalva maneuver. *Biol Psychol.* 1999; 51(1):43-57.
87. Balbani APS, Formigoni GGS. Ronco e síndrome da apnéia obstrutiva do sono. *Rev. Assoc. Med. Brás.* 1999; 45(3): 273-8
88. Lundmark PO, Trope GE, Flanagan JG. The effect of simulated obstructive apnoea on intraocular pressure and pulsatile ocular blood flow in healthy young adults. *Br J Ophthalmol.* 2003; 87:1363-9.
89. Kiekens S, Veva De Groot, Coeckelbergh T, Tassignon MJ, Van de Heyning P, Wilfried de Backer, Verbraecken J. Continuous positive airway pressure therapy is associated with an increase in intraocular pressure in obstructive sleep apnea. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2008;49(3):934-40.
90. Rosen D, Johnston V. Ocular pressure pattern in the valsalva manoeuvre. *Arch Ophthalmol.* 1959; 62:810-16.
91. Rafuse P, Mills DW, Hooper PL, Chang TS, Wolf R. Effects of Valsalva's manoeuvre on intraocular pressure. *Can J Ophthalmol.* 1994; 29:73-6.
92. Schuman J, Massicotte EC, Connolly S, Hertzmark E, Mukherji B, Kunen MZ. Increased intraocular pressure and visual field defects in high resistance wind instrument players. *Ophthalmol.* 2000; 107:127-33.
93. 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.
94. Williams PT. Relationship of Incident Glaucoma versus Physical Activity and Fitness in Male Runners. *Med Sci Sports Exerc.* 2009; 41(8):1566-72.
95. 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.

96. Pasquale LR, Kang JH. Lifestyle, nutrition, and glaucoma. *J Glaucoma*. 2009; 18(6):423-8.

ANEXOS

Anexo 1: Carta aprovação CEP-UNIFESP



Universidade Federal de São Paulo
Escola Paulista de Medicina

Comitê de Ética em Pesquisa
Hospital São Paulo

São Paulo, 28 de setembro de 2007.
CEP 1527/07

Ilmo(a). Sr(a).
Pesquisador(a) MARINHO JORGE SCARPI
Co-Investigadores: Marco Túlio de Meilo, Solange Rios Salomão, Marcelo Conte, Adriana Berezovsky, Graciele Massoli Rodrigues
Disciplina/Departamento: Oftalmologia da Universidade Federal de São Paulo/Hospital São Paulo
Patrocinador: FAPESP.

PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA INSTITUCIONAL

Ref: Projeto de pesquisa intitulado: "Projeto temático de pesquisa associação entre a diversidade de exercícios físicos e aspectos da saúde ocular fr-152928 (SISNEP 22/08/2007)".

CARACTERÍSTICA PRINCIPAL DO ESTUDO: Intervenção diagnóstica.

RISCOS ADICIONAIS PARA O PACIENTE: Risco mínimo, desconforto leve, envolvendo coleta de sangue.

OBJETIVOS:

Estudar a influência das modalidades esportivas e atividades físicas nos aspectos morfo-fisiológicos e psico-físicos oculares.

RESUMO: Estudo temático. O estudo será conduzido na Escola Superior de Educação Física de Jundiaí, no Departamento de Oftalmologia da UNIFESP, no Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício (CEPE) do Departamento de Psicobiologia da UNIFESP e na Faculdade de Educação Física da Universidade Presbiteriana Mackenzie. O estudo testará a hipótese de que possa existir associação entre a diversidade de exercícios físicos e a saúde ocular. Todos os indivíduos selecionados segundo as modalidades esportivas e/ou intensidade de exercícios, e também os que constituirão o grupo controle, serão submetidos a exame oftalmológico. Este projeto examinará atletas e para-atletas em suas situações habituais de treinamento em 22 modalidades esportivas, comparando com um grupo de sedentários e classes especiais abertas em atividades de extensão de Instituições Universitárias, numa população aproximada de 3500 indivíduos. Serão investigadas alterações morfo-fisiológicas de acuidade visual, pressão intra-ocular, estereopsia, motilidade ocular extrínseca, tecido cristalino, tecido corneal, frente a intensidade do exercício das diferentes modalidades esportivas, ao uso de drogas oculares e/ou sistêmicas, desidratação, tabagismo, temperatura corporal, ritmicidade circadiana, privação do sono e equilíbrio..

FUNDAMENTOS E RACIONAL: A influência dos exercícios físicos nas funções visuais ainda não está clara. Alterações morfo-fisiológicas oculares foram investigadas em situações programadas de esforço físico e em episódios isolados, mas não mostram consenso nos resultados..

MATERIAL E MÉTODO: Projeto temático multi-institucional, apresentando aprovação do CEP da Escola Superior de Educação Física de Jundiaí. Estão descritos os procedimentos de cada sub-projeto envolvido..



TCLE: Adequado, contemplando a resolução 196/96.

DETALHAMENTO FINANCEIRO: FAPESP - R\$ 123 060,00.

CRONOGRAMA: 48 meses.

OBJETIVO ACADÊMICO: .

ENTREGA DE RELATÓRIOS PARCIAIS AO CEP PREVISTOS PARA: 27/9/2008 e 27/9/2009.

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo/Hospital São Paulo ANALISOU e APROVOU o projeto de pesquisa referenciado.

1. Comunicar toda e qualquer alteração do projeto e termo de consentimento livre e esclarecido. Nestas circunstâncias a inclusão de pacientes deve ser temporariamente interrompida até a resposta do Comitê, após análise das mudanças propostas.
2. Comunicar imediatamente ao Comitê qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento do estudo.
3. Os dados individuais de todas as etapas da pesquisa devem ser mantidos em local seguro por 5 anos para possível auditoria dos órgãos competentes.

Atenciosamente,

Prof. Dr. José Osmar Medina Pestana
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa da
Universidade Federal de São Paulo/ Hospital São Paulo

Anexo 2: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

- 1 – Associação entre a Diversidade de Exercícios Físicos e Aspectos da Saúde Ocular;
- 2 – Essas informações estão sendo fornecidas para sua participação voluntária neste estudo, que visa: Estudar a influência das modalidades esportivas e atividades físicas nos aspectos morfo-fisiológicos e psico-físicos oculares.
- 3 – Durante a pesquisa você será submetido a avaliação oftalmológica incluindo avaliação física (em três momentos distintos) por meio de testes de força, velocidade e resistência;
- 4 – Serão realizadas avaliações oftalmológicas e físicas e existe a possibilidade de ser incluído em programas de treinamento específicos;
- 5 – Existe a possibilidade de ocorrência de dores musculares e lesões músculo-esqueléticas decorrentes do treinamento com pesos ou testes físicos e também da formação de hematomas ou inflamações cutâneas decorrentes da coleta de sangue (punção digital);
- 6 – Os benefícios esperados são: 1) melhora na aptidão física em geral; 2) aumento da massa muscular. 3) aumento da força muscular e capacidade aeróbia, 4) avaliação da saúde ocular e verificação da condição física;
- 7 – Nesta investigação não existe a possibilidade de optar por procedimentos alternativos;
- 8 – Garantia de acesso: em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. Os principais investigadores são Prof. Dr. Marinho Jorge Scarpi (Médico Oftalmologista) e o Prof. Ms. Marcelo Conte (Professor de Educação Física), que podem ser encontrados na Escola Superior de Educação Física de Jundiaí (ESEFJ), situada à Praça Nicolino de Lucca, s/nº (11) 4521 7955. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Botucatu, 572 – 1º andar – cj 14, 5571-1062, FAX: 5539-7162 – E-mail: cepunifesp@epm.br
- 9 – É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade de seu tratamento na Instituição;
- 10 – Direito de confidencialidade – As informações obtidas serão analisadas em conjunto com outros voluntários, não sendo divulgado a identificação de nenhum paciente;
- 11 – Direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais das pesquisas, quando em estudos abertos, ou de resultados que sejam do conhecimento dos pesquisadores;
- 12 – Despesas e compensações: não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.
- 13 – Em caso de dano pessoal, diretamente causado pelos procedimentos ou tratamentos propostos neste estudo (nexo causal comprovado), o participante tem direito a tratamento médico na Instituição conveniada (Universidade Federal de São Paulo), bem como às indenizações legalmente estabelecidas.
- 14 - Compromisso do pesquisador de utilizar os dados e o material coletado somente para esta pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo "**ASSOCIAÇÃO ENTRE EXERCÍCIOS RESISTIDOS E ASPECTOS DA SAÚDE OCULAR**"; Eu discuti com o Prof. Dr. Marinho Jorge Scarpi ou Prof. Ms. Marcelo Conte sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

----- Assinatura do paciente/representante legal

Data / /

----- Assinatura da testemunha

Data / /

para casos de pacientes menores de 18 anos, analfabetos, semi-analfabetos ou portadores de deficiência auditiva ou visual.

(Somente para o responsável do projeto)

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo.

----- Assinatura do responsável

pelo estudo

Data / /

8.3. Anexo 3: PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS:

Atleta:		Data:		Horário:	
AVALIAÇÃO I		Adaptação: 2 x 10 c/ 50% 1RM			
Respiração: livre		Intervalo entre as séries: 90"			
PRÉ EXERCÍCIO					
TEMPO	FC	PA	PIO	PAQUIMETRIA	
Pré exercício					
Exercício		CARGA	FC	PA	PIO
Supino					
Supino com pesos inclinado					- X -
Puxador Dorsal					- X -
Remada					- X -
Desenvolvimento Ombro					- X -
Encolhimento Ombro					- X -
Rosca Direta					
Pulley Tríceps					- X -
Rosca Inversa					- X -
Leg Press 45º					- X -
Mesa Flexora					
Flexão Plantar					- X -
RECUPERAÇÃO					
TEMPO	FC	PA	PIO	PAQUIMETRIA	
3				- X -	
6					

Atleta:		Data:		Horário:	
AVALIAÇÃO II		Resistência: 3 x 15RM			
Respiração: passiva		Intervalo entre as séries: 30"			
PRÉ EXERCÍCIO					
TEMPO	FC	PA	PIO	PAQUIMETRIA	
Pré exercício					
Exercício		CARGA	FC	PA	PIO
Supino					
Supino com pesos inclinado					- X -
Puxador Dorsal					- X -
Remada					- X -
Desenvolvimento Ombro					- X -
Encolhimento Ombro					- X -
Rosca Direta					
Pulley Tríceps					- X -
Rosca Inversa					- X -
Leg Press 45º					- X -
Mesa Flexora					
Flexão Plantar					- X -
RECUPERAÇÃO					
TEMPO	FC	PA	PIO	PAQUIMETRIA	
3				- X -	
6					

Atleta:		Data:		Horário:	
AVALIAÇÃO III		Hipertrofia: 4 x 8 a 10RM			
Respiração: ativa		Intervalo entre as séries: 90"			
PRÉ EXERCÍCIO					
TEMPO	FC	PA	PIO	PAQUIMETRIA	
Pré exercício					
Exercício	CARGA	FC	PA	PIO	
Supino					
Supino com pesos inclinado				- X -	
Puxador Dorsal				- X -	
Remada				- X -	
Desenvolvimento Ombro				- X -	
Encolhimento Ombro				- X -	
Rosca Direta					
Pulley Tríceps				- X -	
Rosca Inversa				- X -	
Leg Press 45°				- X -	
Mesa Flexora					
Flexão Plantar				- X -	
RECUPERAÇÃO					
TEMPO	FC	PA	PIO	PAQUIMETRIA	
3				- X -	
6					

Atleta:		Data:		Horário:	
AVALIAÇÃO IV		Força: 3 x 4RM			
Respiração: apnéia		Intervalo entre as séries: 180"			
PRÉ EXERCÍCIO					
TEMPO	FC	PA	PIO	PAQUIMETRIA	
Pré exercício					
Exercício	CARGA	FC	PA	PIO	
Supino					
Supino com pesos inclinado				- X -	
Puxador Dorsal				- X -	
Remada				- X -	
Desenvolvimento Ombro				- X -	
Encolhimento Ombro				- X -	
Rosca Direta					
Pulley Tríceps				- X -	
Rosca Inversa				- X -	
Leg Press 45°				- X -	
Mesa Flexora					
Flexão Plantar				- X -	
RECUPERAÇÃO					
TEMPO	FC	PA	PIO	PAQUIMETRIA	
3				- X -	
6					