



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA
ESPECIALIZAÇÃO EM ATIVIDADE FÍSICA DESEMPENHO MOTOR
E SAÚDE

EFEITO DO TREINAMENTO RESISTIDO EM
MARCADORES DE ESTRESSE OXIDATIVO E
PARÂMETROS HEMODINÂMICOS EM
HIPERTENSOS SEDENTÁRIOS

TEMÍSTOCLES VICENTE PEREIRA BARROS

Santa Maria – RS

2015

EFEITO DO TREINAMENTO RESISTIDO EM MARCADORES
DE ESTRESSE OXIDATIVO E PARÂMETROS
HEMODYNÂMICOS EM HIPERTENSOS SEDENTÁRIOS

EFFECT OF RESISTANCE TRAINING IN STRESS MARKERS
OXIDATIVE AND HEMODYNAMIC PARAMETERS IN
HYPERTENSIVE SEDENTARY

Temístocles Vicente Pereira Barros

Artigo apresentado ao curso de especialização em Atividade Física, Desempenho Motor e Saúde do Programa de Pós-graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Maria, para obtenção do grau de **Especialista em Atividade Física, Desempenho Motor e Saúde.**

Orientadora: Professora Dr^a Maria Amélia Roth.

Santa Maria – RS

2015

Resumo

Introdução: A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é uma doença de alta incidência no mundo, sendo considerada um problema de saúde pública. O exercício físico é recomendado para prevenção e tratamento da HAS, em especial, o treinamento resistido (TR) ainda está se consolidando, uma vez que a maior parte dos estudos com esta população avalia os efeitos do treinamento aeróbio ou concorrente. **Objetivo:** analisar os efeitos do TR em marcadores de estresse oxidativo e parâmetros hemodinâmicos de indivíduos hipertensos sedentários. **Métodos:** 16 indivíduos hipertensos divididos intencionalmente em grupo experimental (GE) (n=8) que praticaram TR e grupo controle (GC) (n=8) que não fizeram parte do treinamento. O treino foi realizado durante 12 semanas, 3 vezes por semana. A intensidade do treinamento foi de 50% (3 primeiras semanas), 60% (4 semanas seguintes) e 70% (últimas 5 semanas). Foram avaliadas variáveis antropométricas, hemodinâmicas e bioquímicas. **Resultados:** como resultado ao treinamento o GE apresentou melhoras significativas no perfil lipídico e mecanismos antioxidantes, como também no controle da pressão arterial (PA). **Conclusões:** o programa de 12 semanas de TR mostrou-se eficaz no controle da PA, melhora dos mecanismos antioxidantes e do perfil lipídico de indivíduos hipertensos. O TR é uma prática bem aceita pela população hipertensa que pode e deve ser enfatizada em futuros estudos.

Palavras-chave: Treinamento resistido, hipertensão arterial, estresse oxidativo, parâmetros hemodinâmicos.

Abstract

Introduction: The Arterial Systemic hypertension (SH) is a high incidence disease in the world and is considered a public health problem. Exercise is recommended for prevention and treatment of hypertension, in particular, resistance training (RT) is still consolidating, since most of the studies with this population evaluates the effects of aerobic training or competing. **Objective:** To analyze the effects of RT in oxidative stress markers and hemodynamic parameters of sedentary hypertensive individuals. **Methods:** 16 hypertensive individuals intentionally divided into experimental group (EG) (n = 8) who practiced RT and control group (CG) (n = 8) were not part of the training. Training was conducted for 12 weeks, three times a week. The training intensity was 50% (first 3 weeks), 60% (4 weeks after) and 70% (last 5 weeks). Anthropometric, hemodynamic and biochemical variables were evaluated. **Results:** as a result the training the EG had significant improvements in lipid profile and antioxidant mechanisms, as well as in the control of blood pressure (BP). **Conclusions:** 12 weeks of RT program was effective in the control of BP, improvement of antioxidant mechanisms and lipid profile in hypertensive patients. The RT is a practice well accepted by the hypertensive population that can and should be emphasized in future studies.

Key-words: Resistance training, high blood pressure, oxidative stress, hemodynamic parameters.

INTRODUÇÃO

A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é uma doença crônica não transmissível de alta incidência em todo o mundo (Cesarino et al., 2008; Rosário et al., 2009), e caracteriza-se por alterações hemodinâmicas e metabólicas (Mello e Ximenes, 2002) sendo considerada um grave problema de saúde pública (CHIONG, 2008; WHO, 2013).

Os mecanismos fisiopatológicos que desencadeiam a HAS estão associados a alterações vasculares estruturais e funcionais, tais como, alterações na função endotelial (IRIGOYEN, LACCHINI, ANGELIS e MICHELINI, 2003). As espécies reativas de oxigênio (ERO) estão entre os principais fatores para a disfunção endotelial (SCHAUN, 2009). A ação das ERO no tecido endotelial promove a oxidação de proteínas e lipídeos e ao mesmo tempo reduz a biodisponibilidade de óxido nítrico (Wolin, 2000), desempenhando papel importante no desenvolvimento de doenças como a HAS (SCHNEIDER e OLIVEIRA, 2004).

O acúmulo excessivo de ERO pode levar a um estado de estresse oxidativo, que ocorre em circunstâncias onde há desequilíbrio entre os sistemas pró-oxidantes e antioxidantes, de maneira que o sistema pró-oxidante predomine (Fortuño et al., 2005; Pinho, 2006). Este desequilíbrio pode ocorrer tanto pelo aumento na formação de ERO quanto pela diminuição da capacidade antioxidante celular (TRAVACIO e LESUY, 1996).

Existem dois tipos de defesas antioxidantes, a enzimática e a não enzimática. A defesa enzimática envolve a ação de três principais enzimas, a superóxido dismutase (SOD), glutathione peroxidase (GPx) e a catalase (CAT). Já a defesa não enzimática pode ser adquirida por meio da alimentação e inclui, dentre outras substâncias, vitamina A, vitamina C e vitamina E (FINAUD, LAC e FILAIRE, 2006).

As defesas antioxidantes possuem importantes funções na proteção do organismo contra a ação das ERO, principalmente impedindo o início de uma série de reações de oxidação em cadeia e agindo também como agentes redutores para antioxidantes que sofreram oxidação (HERRLING, JUNG e FUCHS, 2006; KEAN et al., 2000). A eficiência do sistema antioxidante depende do status nutricional e da produção endógena de enzimas antioxidantes, que pode ser modificada, por exemplo, pela prática de exercício físico (DEKKERS, VAN DOORNEN e KEMPER, 1996).

Dentre as alterações hemodinâmicas o maior indicador é a elevação da pressão arterial (PA) de forma crônica em repouso ($\geq 140 \times 90$ mmHg). O tratamento inicial é feito pelo controle dos fatores de risco para o seu desenvolvimento, tais como o sedentarismo

(Sociedade Brasileira de Cardiologia, Sociedade Brasileira de Hipertensão e Sociedade Brasileira de Nefrologia, 2010).

Sabe-se que a interação entre vários fatores comportamentais como o sedentarismo, alimentação inadequada, consumo excessivo de álcool e o tabagismo, são considerados de risco segundo a Sociedade Brasileira de Hipertensão (Sociedade Brasileira De Hipertensão, 2010). Portanto, acredita-se que um estilo de vida ativo com a inclusão regular de exercícios físicos pode ser efetivo na melhora da qualidade e expectativa de vida, otimizando as funções orgânicas do corpo, proporcionando mais autonomia e independência, prevenindo e tratando doenças crônicas, como a HAS (Sociedade Brasileira De Hipertensão, 2010).

O exercício físico pode proporcionar, na dependência da intensidade e tipo, melhora no sistema cardiorrespiratório, incremento na força e resistência muscular, dentre outros benefícios, favorecendo a adoção de um estilo de vida saudável. A recomendação da inclusão do TR em programas para melhora da aptidão física voltado para saúde é utilizada principalmente para ganho de massa muscular e aumento de força (KRAEMER e RATAMESS, 2004). Atualmente as principais entidades formuladoras de diretrizes nacionais e internacionais preconizam o treinamento resistido (TR), como parte de um programa de treinamento físico para indivíduos que possuem HAS (Sociedade Brasileira de Cardiologia; Sociedade Brasileira de Hipertensão, 2010; American Heart Association, 2000; American College of Sports Medicine, 2004). Contudo, pouco se sabe a respeito dos efeitos isolados do TR sobre os marcadores de estresse oxidativo, principalmente em indivíduos hipertensos, uma vez que a maioria dos estudos tem investigado efeitos do treinamento aeróbio ou concorrente.

Considerando que a HAS é uma doença crônica não transmissível de alta incidência em todo o mundo, e que novos métodos para a prevenção e tratamento desta doença possuem um importante papel clínico e social, torna-se importante investigar se o TR poderá prevenir e/ou tratar as alterações bioquímicas e hemodinâmicas encontradas em adultos hipertensos sedentários. Diante do exposto, o objetivo do estudo foi analisar os efeitos do TR em marcadores de estresse oxidativo e parâmetros hemodinâmicos em adultos hipertensos sedentários.

MÉTODOS

Caracterização do estudo

Trata-se de um estudo experimental com amostra voluntária, dividida intencionalmente em grupo experimental (GE) e grupo controle (GC) (GAYA, 2008).

Grupo de estudo

O grupo de estudo (n=16) foi dividido intencionalmente em GE (n=8) com dois homens e seis mulheres, com média de idade de 56 anos e GC (n=8) todas mulheres, com média de idade de 60 anos.

Todos os participantes possuíam HAS clinicamente diagnosticada, comprava mediante a apresentação de atestado médico, bem como a receita da medicação de uso crônico. É pertinente destacar que as principais medicações usadas pelos grupos eram anti-hipertensivos, betabloqueadores e diuréticos.

Seleção do grupo de estudo

O projeto foi divulgado nas redes sociais, rádio municipal e universitária, no site institucional da UFSM, na TV Campus/UFSM e em unidades básicas de saúde da região mediante a entrega de panfletos e cartazes, a fim de reunir voluntariamente e aleatoriamente a amostra para a pesquisa. Como resultado da divulgação onze indivíduos entraram em contato conosco, porém, alegando dificuldade de locomoção até a UFSM, três indivíduos desistiram de participar do estudo. O GC foi constituído por indivíduos oriundos das unidades básicas de saúde, que não se propuseram a fazer parte do GE, mas, se dispuseram a participar do GC, sem o compromisso de ir até a UFSM e participar da intervenção proposta com GE.

Foram excluídos do estudo indivíduos fumantes, que possuíssem qualquer tipo de enfermidade ou histórico médico que pudesse afetar na realização do protocolo da pesquisa, e que após o início do treinamento (no caso do GE) faltassem mais de 25% do total de sessões de treino. Foram incluídos no estudo indivíduos que possuam HAS comprovada com a apresentação de atestado médico, controlada com uso de medicamentos e que estivessem fisicamente inativos a pelo menos seis meses.

Procedimentos

As avaliações foram feitas em dois momentos, pré e pós-período de treinamento. No primeiro momento foram feitas avaliações antropométricas, de parâmetros hemodinâmicos e coleta sanguínea para verificação dos parâmetros bioquímicos, em ambos os grupos. Apenas o GE fez o teste para determinar as cargas de treino. Após o período de treinamento foram feitas reavaliações em ambos os grupos, avaliando as mesmas variáveis do pré-treinamento.

Para determinar as cargas de treinamento o GE fez um teste que estima uma repetição máxima (1RM). Conforme o número de repetições realizadas (máximo 10), a carga foi redimensionada a partir dos valores propostos por Lombardi (1989). O intervalo entre as

séries do teste foi de aproximadamente três minutos, sendo feitas no máximo 5 séries. O teste foi feito nos exercícios de pressão de pernas 45° (leg-press), mesa flexora, cadeira extensora, adutor/abdutor horizontal de ombro com flexão de cotovelo em aproximadamente 90° (voador), rosca direta bíceps, tríceps polia alta e puxada alta para frente (dorsal), excluindo-se do teste exercícios que não fossem realizados em máquinas. Antes da realização do teste os indivíduos passaram por duas sessões de familiarização aos exercícios, onde foram realizadas duas sessões de treino, composta com duas séries de 15 repetições em cada exercício onde seriam feito o teste.

Instrumentos e variáveis de avaliação

Variáveis bioquímicas: A reação com ácido tiobarbitúrico (TBARS) foi usada como marcador da peroxidação lipídica em soro, como descrito por Jentzsch (1996). A determinação da carbonilação das proteínas (CARBONIL), utilizada como marcador da oxidação proteica foi realizado segundo Levine (1990). A atividade da enzima catalase (CAT) foi determinada em sangue total citratado por espectrofotometria de acordo com as mudanças na absorbância a 240 nm devido à decomposição do peróxido de hidrogênio, conforme descrito por Nelson e Kiesow (1972). As concentrações de colesterol e triglicerídeos foram medidos por métodos enzimáticos com kits comerciais por Labtest Diagnóstica SA, por meio de um analisador bioquímico LabQuest semiautomático. A lipoproteína de alta densidade (HDL) no sobrenadante foi analisada após a precipitação. A lipoproteína de baixa densidade (LDL) foi calculada com a equação de Friedewald (1972). Os níveis de referencia dos lipídios séricos foram definidos, de acordo com as diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia¹⁷.

Variáveis hemodinâmicas: a pressão arterial (PA) foi obtida através do esfigmomanômetro aneroide (Bic, Brasil) calibrado e validado de acordo com as diretrizes da SBH (2010). A FC foi aferida através do frequencímetro marca Polar® (FS2 Finlândia). Foram seguidos os procedimentos padrões recomendados pelas diretrizes da SBH, sempre realizadas pelo mesmo examinador e no mesmo período do dia, durante todas as intervenções previstas. Estas medidas foram obtidas no repouso (5 minutos), durante e imediatamente após o exercício.

Variáveis antropométricas: foi avaliada massa corporal com a utilização de uma balança digital (Plena, Brasil) com resolução de 0,1 kg, estatura utilizando estadiômetro fixo (Cardiomed, Brasil) com resolução de 0,1 cm, e posteriormente, foi feito o cálculo do índice de massa corporal (IMC) (kg/m^2), tendo como base para os resultados os índices da Organização Mundial da Saúde, IMC entre 18,5-24,9 kg/m^2 considerado peso normal, IMC

$\geq 25 \text{ kg/m}^2$ sobrepeso e $\text{IMC} \geq 30 \text{ kg/m}^2$ obesidade. O percentual de gordura corporal foi obtido utilizando um aparelho de bioimpedância tetrapolar (Maltron, modelo BF-906), as medidas de bioimpedância foram efetuadas em decúbito dorsal, em uma maca, sem portar nenhum objeto metálico. As avaliações foram realizadas sempre pelo mesmo examinador, no mesmo período do dia e a temperatura foi controlada para ficar em 22°C , durante todas as intervenções previstas.

Protocolo de treinamento

Após a definição das cargas equivalentes a 50%, 60% e 70% de 1RM, foram realizadas três sessões de adaptação ao TR com as cargas definidas em 50%. Posteriormente, deu-se prosseguimento ao protocolo de treinamento, o qual consistiu de três sessões semanais com duração de aproximadamente cinquenta minutos, com intervalo de descanso de quarenta e oito horas, ao longo de doze semanas, totalizando trinta e seis sessões. Todos os indivíduos do GE treinavam no mesmo horário, no turno matutino. Cada sessão de treino era constituída por alongamento inicial, exercícios resistidos e alongamento final. Os exercícios foram feitos de forma aleatória e alternada por segmento. A intensidade do treino aumentou progressivamente iniciando em 50% de 1RM nas três primeiras semanas, onde eram feitas 3 séries de 12 repetições com intervalo de 30 segundos entre as séries e 60 segundos entre os exercícios, passando para 60% de 1RM nas quatro semanas seguintes, 3 séries de 10 repetições com intervalo de 60 segundos entre as séries e 90 segundos entre os exercícios, e por fim 70% de 1RM nas cinco últimas semanas, 3 séries de 8 repetições com intervalo de 90 segundos entre as séries e 120 segundos entre os exercícios.

Na escolha do modelo de treinamento adotado para a nossa intervenção levou-se em consideração que os indivíduos do GE nunca tiveram nenhuma experiência com TR. Portanto, priorizamos a escolha por exercícios guiados e monoarticulares, bem como exercícios de fácil execução e que pudessem ser associados a movimentos do cotidiano dos indivíduos. Os exercícios selecionados para o treinamento foram os já mencionados para o teste de 1RM, acrescidos do agachamento livre (sentar e levantar na cadeira), abdominal supra solo e panturrilha em pé (livre), totalizando 10 exercícios. O treinamento foi realizado na sala de musculação do ginásio didático II do Centro de Educação Física e Desportos (CEFD) da UFSM.

Durante o período de 12 semanas, o GC permaneceu sem qualquer intervenção por parte dos pesquisadores, e foi orientado a seguir a rotina cotidiana normalmente. Após o término do estudo, o GC foi convidado a participar do mesmo programa de treinamento adotado no GE, porém, alegando dificuldades de locomoção, nenhum dos indivíduos do GC aderiu à proposta.

Aspectos éticos

Previamente a qualquer tipo de intervenção por parte dos pesquisadores os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), para que fossem informados sobre os objetivos e métodos utilizados na pesquisa, além de esclarecer sobre sua participação livre e voluntária e os possíveis riscos que poderiam estar expostos, junto a isto, foi aplicado o questionário de anamnese.

Posteriormente, o projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), sob o número de processo 23081.016934/2011-77. Portanto, visou respeitar os preceitos éticos e metodológicos estabelecidos na resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Análise estatística

A análise estatística dos dados foi feita pela comparação das médias dos grupos controle e experimental, com a finalidade de verificar o efeito do treinamento.

Para as análises foi utilizado o programa estatístico SAS 9.2, onde foi realizada ANOVA de uma via para as comparações. Para todas as análises, o nível de significância adotado foi de $p \leq 0.05$. Os dados estão apresentados como média \pm desvio padrão.

RESULTADOS

Na tabela 1 estão apresentados os resultados de ambos os grupos, nos momentos pré e pós-treinamento. Quando comparamos os grupos nos momentos pré-treinamento, observamos que não houve diferença significativa em todas as variáveis, o que sugere uma homogeneidade entre os grupos no momento inicial da pesquisa. Já na comparação dos grupos no momento pós-treinamento, observamos que a pressão arterial sistólica (PAS) ($p=0.03$) e TBARS ($p=0.005$), diminuíram significativamente no GE em relação ao GC.

Ainda na tabela 1, estão representados os resultados dos grupos em uma comparação do comportamento das variáveis do período pré-treinamento para o pós-treinamento, ou seja, uma análise intragrupo. Podemos observar que não houve alterações estatisticamente significativas no GC em nenhuma das variáveis. Entretanto, no GE observa-se que as variáveis se comportaram de forma pertinente em resposta ao treinamento, destacando-se o HDL, LDL, TBARS e CAT que responderam de forma significativa, bem como a melhora nas médias dos parâmetros hemodinâmicos, principalmente na PAS e na pressão arterial diastólica (PAD). Já nas variáveis onde não foram achadas diferenças estatisticamente significativas no GE, podemos destacar a validade clínica dos resultados, uma vez que o comportamento das variáveis demonstra que houve melhora, e que tais melhoras são pertinentes quando se leva em consideração o estado patológico dos indivíduos.

Tabela 1. Marcadores de estresse oxidativo, parâmetros hemodinâmicos e perfil lipídico do GC e GE nos períodos pré e pós-treino.

	GC (n=8)			GE (n=8)		
	Pré	Pós	<i>P</i>	Pré	Pós	<i>p</i>
TBARS (nmol/mg prot)	7.9 ± 2	8.5 ± 2**	0.54	7.98 ± 2	5.97 ± 1**	0.01†
Carbonil (nmol/mg prot)	3.2 ± 1	3.08 ± 1	0.79	3.68 ± 1	3.20 ± 1	0.31
CAT (nmol/mg prot)	7.12 ± 1	7.11 ± 2	0.98	6.94 ± 2	8.65 ± 1	0.05†
Col. Total (mg/dL)	238 ± 25	213 ± 48	0.16	227 ± 55	202 ± 27	0.28
HDL (mg/dL)	42 ± 13	46 ± 14	0.58	41 ± 12	59 ± 12	0.01†
LDL (mg/dL)	162 ± 37	138 ± 34	0.19	183 ± 41	150 ± 13	0.05†
Trigli. (mg/dL)	133 ± 70	139 ± 65	0.85	173 ± 41	139 ± 24	0.06
FC (bpm)	73 ± 9	74 ± 9	0.85	75 ± 13	75 ± 11	1.00
PAS (mmHg)	134 ± 9	137 ± 4**	0.39	138 ± 10	130 ± 7**	0.06
PAD (mmHg)	74 ± 26	78 ± 8	0.13	88 ± 13	78 ± 6	0.08
Massa (kg)	79 ± 3	78 ± 12	0.89	83.5 ± 11	83 ± 11	0.92
Estatura (cm)	151 ± 5*	151 ± 6**	1.00	162 ± 6*	162 ± 6**	1.00
IMC	35 ± 7	34 ± 6	0.87	32 ± 4	31.5 ± 4	0.77
Gordura (%)	48 ± 6*	49 ± 7**	0.64	40 ± 5*	38 ± 4**	0.33

ANOVA de uma via diferença estatisticamente significativa entre os GC x GE no momento pré-treino. $p \leq 0.05^*$.

ANOVA de uma via diferença estatisticamente significativa entre os GC x GE no momento pós-treino. $p \leq 0.05^{**}$.

ANOVA de uma via diferença estatisticamente significativa do pré x pós-treino nos GC e GE. $p \leq 0.05^\dagger$.

DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo verificar os efeitos do TR sobre marcadores de estresse oxidativo (TBARS, CAT e CARBONIL) e parâmetros hemodinâmicos (PA e FC) em indivíduos hipertensos sedentários, avaliando também, antropométricos (massa, estatura, IMC, % de gordura) e perfil lipídico (colesterol total, HDL, LDL e triglicerídeos).

Embora não tenha sido o objetivo principal do estudo, é pertinente discutir as variáveis antropométricas, uma vez que a obesidade e acúmulo excessivo de gordura, principalmente na região abdominal, são fatores associados a um maior risco do desenvolvimento e/ou agravamento da HAS (PEIXOTO, BENÍCIO, LATORRE e JARDIM, 2006; BORGES, CRUZ e MOURA, 2005). Portanto, destacamos que não houve diferenças significativas, nas variáveis antropométricas, entre os períodos pré e pós-treino no GE, bem como no GC, apesar das médias do GE terem melhorado. Acredita-se que o tempo de intervenção, como também a intensidade do treinamento tenham influência para tais resultados. Por outro lado, podemos citar o estudo de Campos (2013), que avaliou o efeito de 12 semanas de TR em variáveis antropométricas em mulheres, onde não encontrou diferenças significativas nas variáveis de massa corporal e percentual de gordura. Bem como o estudo de Brand (2013) que avaliou o efeito de 48 semanas de TR em variáveis antropométricas em mulheres adultas hipertensas, onde a massa corporal, estatura e IMC não foram estatisticamente significativas após o treinamento proposto, corroborando com nossos resultados.

Já nos parâmetros hemodinâmicos também podemos observar que não houve diferenças significativas no GE nos períodos pré e pós-treino, contudo, é pertinente destacar o valor clínico dos resultados, uma vez que as médias da PAS e PAD baixaram consideravelmente em relação à medida inicial. A FC se manteve estável sem alterações significantes, muito provavelmente pelo uso crônico de medicamentos como os betabloqueadores, que impedem o aumento da FC em esforço. Quando comparamos os grupos no momento pós-treino podemos observar que houve diferença significativa na medida da PAS ($p=0.03$). É importante ressaltar que os níveis de PA não foram muito altos no início do treinamento, pois, os indivíduos estavam sob tratamento farmacológico. Em concordância com nossos resultados podemos citar os estudos de Brand (2013), onde os valores de PAS e PAD tenderam a diminuir, bem como o estudo de Terra (2008), que avaliou o efeito do TR em idosas e encontrou resultados similares ao do nosso estudo, onde PAS diminuiu significativamente no GE, PAD e FC tenderam a diminuir. Giannini (1998) demonstra que o TR realizado com intensidade moderada (50-65% de 1RM), é eficaz na redução tanto da PAS como da PAD.

Entre os fatores de risco que provocam o desenvolvimento da doença arterial coronariana, encontram-se as dislipidemias, que são distúrbios do metabolismo lipídico, com repercussões sobre os níveis das lipoproteínas na circulação sanguínea, bem como sobre as concentrações dos seus diferentes componentes (SOUZA, FERNANDES e CYRINO, 2006). Além dessas alterações lipídicas, o estilo de vida sedentário persiste como o fator de risco importante para o desenvolvimento da placa aterosclerótica. A prática de exercícios físicos, notadamente aeróbicos, é estimulada atualmente como parte profilática e terapêutica de todos os fatores de risco da doença arterial coronariana, incluindo também a HAS.

Neste estudo é importante notar que a escolha por exercícios resistidos produziram efeitos significativos no perfil lipídico dos pacientes quando analisamos a comparação das medidas pré e pós-treino no GE, onde foi observada uma significância estatística no aumento do HDL e diminuição do LDL, bem como a melhora nas médias do colesterol total e dos triglicérides, destacando assim que o TR produz efeitos clínicos notáveis quando comparado com os outros tipos de exercícios indicados como tratamento não farmacológico para a HAS, podendo ser considerado uma forma alternativa na prescrição de exercícios físicos para a população hipertensa.

Os processos de isquemia/reperfusão, como é o caso no TR, são importantes fontes geradoras de ERRO (Radak et al., 2008), estas, são capazes de causar danos oxidativos sobre a estrutura celular pela oxidação de lipídeos de membrana, carbonilação de proteínas e danos em DNA, portanto, aumentos exacerbados de ERO são prejudiciais, todavia, aumentos gradativos são benéficos, uma vez que geram como resposta o aumento da atividade do sistema de defesa antioxidante (Rebelatto et al., 2008).

Apesar de elucidados muitos mecanismos para o desenvolvimento da HAS, há necessidade de se estabelecer se pacientes com HAS têm sinais sistêmicos de estresse oxidativo e o impacto deste fenômeno na progressão da doença, e de que forma a prática de exercícios de força ou resistidos poderão impactar positivamente na saúde desses indivíduos. Neste sentido, verificar o estado antioxidante e indicadores de dano oxidativo em hipertensos submetidos aos TR reveste-se de grande importância. Nossos resultados demonstram que o TR por 12 semanas induziu um aumento significativo na atividade da CAT e redução nos níveis de TBARS quando comparamos o GE no momento pré e pós-treino. Neste mesmo grupo não foram observadas diferenças significativas para os níveis de carbonilação proteica.

Estes achados corroboram com o estudo de Rebelatto et al. (2008) que avaliou o efeito da intervenção com exercício físico e suplementação com antioxidantes em 68 mulheres idosas, divididas em dois grupos, o GC que realizou apenas o treino proposto e o segundo

grupo GS, que realizou o mesmo treino e recebeu a suplementação com antioxidantes, onde verificou-se que no GS os níveis de TBARS diminuíram significativamente após a intervenção, também demonstrou que não houve diferença significativa na carbonilação proteica em nenhum dos grupos. Outro aspecto que merece ênfase é que no estudo de Parise et al.(2005) que avaliou os efeitos do TR por 12 semanas sobre a capacidade antioxidante da musculatura esquelética de idosos, foi observado um aumento significativo na atividade da superóxido dismutase dependente de cobre e zinco (SOD-1) e da CAT. Estes resultados podem nos sugerir que a prática regular de exercícios resistidos poderia convergir para a regulação positiva de enzimas antioxidantes como a CAT e SOD, assim como observado em exercícios aeróbicos.

De acordo com os resultados encontrados, o GE teve uma melhora dos mecanismos antioxidantes por meio da prática do TR, enquanto o GC manteve-se estável em todos os parâmetros avaliados. Ressaltamos, portanto, o efeito protetor do exercício físico contra o estresse oxidativo, que está relacionado ao aumento da atividade do sistema antioxidante (Higashi e Yoshizumi, 2004; Kojda e Hambrecht, 2005; de Moraes et al., 2008), bem como, o processo adaptativo ao treinamento frente a produção de ERO, que tem papel fundamental para o funcionamento celular de tecidos (RADAK et al., 2008; JACKSON, 1999). Destaca-se ainda, que a relação ideal entre a prática de exercícios físicos e descanso adequado, bem como a adoção de uma alimentação balanceada aliada a hábitos saudáveis, como não fumar e não consumir álcool podem evitar o acúmulo exacerbado de ERO e os danos celulares por elas causados (SANDOVAL, 2003).

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados encontrados no presente estudo, é possível afirmar que o TR, neste modelo de periodização, aliado ao tratamento farmacológico foi eficiente, uma vez que atuou no controle da PA, melhora dos mecanismos antioxidantes e do perfil lipídico de indivíduos acometidos por hipertensão.

Ressalta-se também que o modelo de treinamento adotado não demonstrou nenhum efeito adverso ou de rejeição por parte dos indivíduos do GE durante todo o período de treinamento. Por fim, destaca-se que os resultados do nosso estudo sugerem que a intervenção baseada em TR é uma prática eficaz e bem aceita pela a população hipertensa que pode e deve ser enfatizada em futuros estudos.

REFERÊNCIAS

- American Heart Association. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescription: na advisory from the Commite on Exercise, Rehabilitation, and prevention, Council on Clinical Cardiology, Americcan Heart Association; Position paper endorsed by the American College of Sports Medicine. *Circulation*, v. 101, n. 7, p. 828-833, 2000.
- Borges HP, Cruz NC, Moura CE. Associação entre hipertensão arterial e excesso de peso em adultos, belém, pará, 2005. *Arq Bras Cardiol* 2008; 91:110-18.
- Brand C, Griebelle LC, Roth MA, Mello FF, Barros TVP, Neu LD. Efeito do Treinamento Resistido em Parâmetros Cardiovasculares de Adultos Normotensos e Hipertensos. *Rev Bras Cardiol*. 2013;26(6):435-41 novembro/dezembro.
- Campos ALP, Del Ponte LS, Cavalli AS, Afonso MR, Schild JFG, Reichert FF. Efeitos do treinamento concorrente sobre aspectos da saúde de idosas. *Revista Brasileira de cineantropometria e desempenho humano*. V. ano: 2013.
- Cesarino CB, et al. Prevalência e fatores sociodemográficos em hipertensos de São José do Rio Preto. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 91, n. 1, p. 31-35, 2008.
- Chiong JR. Controlling hypertension from a public health perspective. *Intern J of Cardiol*. 127: 151–156, 2008.
- de Moraes C, Davel AP, Rossoni LV, Antunes E, Zanesco A. Exercise training improves relaxation response and SOD-1 expression in aortic and mesenteric rings from high caloric diet-fed rats. *BMC Physiology*, v.29: 8-12, 2008.
- Dekkers JC, Van Doornen LJ, Kemper HC. The role of antioxidant vitamins and enzymes in the prevention of exercise-induced muscle damage. *Sports Med*. 1996;21(3):213-38.
- Finaud J, Lac G, Filaire E. Oxidative Stress. Relationship with exercise and training. *Sports Medicine*, Auckland, v.36, n.4, p.327-358, 2006.
- Fortuño A, José GS, Moreno MU, Díez J, Zalba G. Oxidative stress and vascular remodeling. *Experimental Physiology*, v. 90, n.4, p. 457- 462, 2005.
- Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without the use of preparative ultracentrifuge. *Clinical Chemistry*, v. 18, p. 499-502, 1972.
- Gaya A. et al. Ciências do movimento humano: introdução à metodologia da pesquisa. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- Giannini SD. Aterosclerose/Dislipidemias, Clínica e Terapêutica: Fundamentos Práticos. São Paulo: BG Cultural, 1998.

Herrling T, Jung K, Fuchs J. Measurements of UV-generated free radicals/reactive oxygen species (ROS) in skin. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc.* 2006;63(4):840-5.

Higashi Y, Yoshizumi M. Exercise and endothelial function: role of endothelium-derived nitric oxide and oxidative stress in healthy subjects and hypertensive patients. *Pharmacology & Therapeutics*, New York, v. 102, n. 1, p. 87- 96. 2004.

Irigoyen MC, Lacchini S, Angelis K de, Michelini LC. Fisiopatologia da Hipertensão: o que avançamos? *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo*, 2003; 1:20-45.

Jackson MJ. Free radicals in skin and muscle: damaging agents or signals for adaptation? *Proceedings of the Nutrition Society*, v. 58, n. 3, p.673-676, 1999.

Jentsch AM, et al. Improved analysis of malondialdehyde in human body fluids. *Free Radic Biol Med.* V. 20, 251–256, (1996).

Kean RB, Spitsin SV, Mikheeva T, Scott GS, Hooper DC. The peroxynitrite scavenger uric acid prevents inflammatory cell invasion into the central nervous system in experimental allergic encephalomyelitis through maintenance of blood-central nervous system barrier integrity. *J Immunol.* 2000;165(11):6511-8.

Kojda G, Hambrecht R. Molecular mechanisms of vascular adaptations to exercise. Physical activity as an effective antioxidant therapy? *Cardiovascular research*, v. 1, n. 67(2), p.187-197, 2005.

Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 36, No. 4, pp. 674–688, 2004.

Levine RL. Determination of carbonyl content in oxidatively modified proteins. *Methods in Enzymology*, v. 186, p. 464 – 478, 1990.

Lombardi VP. Beginning weight training: the safe and effective way. Dubuque: Brown, 1989.

Mello AS de, Ximenes HP. Treinamento de Força Para Hipertensos. *Revista Digital: Vida & Saúde*, Juiz de Fora, V.1, N.2, out/nov. 2002. Disponível em: www.boletimef.org acesso em: 02/11/2014.

Mora CTR, Santos JFP, Saito VAS. Comportamento da pressão arterial e do VO2 max indireto em idosos hipertensos após exercícios resistidos. 2010, [acesso em 30 dez 2014]. Disponível em: <http://de.slideshare.net/FAAblog/comportamento-da-pesso-arterial-e-do-vo2-max>.

Nelson DP, Kiesow LA. Enthalpy of decomposition of hydrogen peroxide by catalase at 25°C (with molar extinction coefficients of H₂O₂ solutions in the UV). *Anal. Biochim.*, v.49,1972.

Parise G, Phillips SM, Kaczor JJ, Tarnopolsky MA. Antioxidant enzyme activity is up-regulated after unilateral resistance exercise training in older adults. *Free Radical Biology & Medicine*, New York, v. 39, n. 2, p.289-295, 2005a.

Peixoto MR, Benício MH, Latorre MR, Jardim PC. Circunferência da cintura e índice de massa corporal como preditores da hipertensão arterial. *Arq Bras Cardiol* 2006; 87:462-70.

Pescatello LS, et al. Exercise and hypertension. *American College of Sports Medicine. Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 36, n. 36, p. 533-553, 2004.

Pinho RA (Org.). *Fundamentação e padronização de ensaios laboratoriais*. Universidade do extremo sul catarinense – UNESC. Criciúma, SC, Brasil. 2006.

Radak Z, Chung HY, Koltai E, Taylor AW, Goto S. Exercise, oxidative stress and hormesis. *Ageing Research Reviews*, v. 7, n.1, p.34-42, 2008.

Rebelatto JR, Jimenez R, Delgado MA, Muguerza B, Munoz ME, Galan AI, Sanchez RM, Arenillas JIC. Antioxidantes, Atividade Física e Estresse Oxidativo em Mulheres Idosas. *Rev Bras Med Esporte – Vol. 14, No 1 – Jan/Fev, 2008*.

Rosário TM, et al. Prevalência, controle e tratamento da hipertensão arterial sistêmica em Nobres, MT. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 93, n. 6, p. 672–678, 2009.

Sandoval AEP. *Medicina do Esporte: princípios e prática*. Porto Alegre: Artmed, 2005.

Schaun, MI. Efeito do treinamento físico sobre marcadores de estresse oxidativo e função endotelial em indivíduos sedentários de meia idade do sexo masculino. *Dissertação de mestrado - Porto Alegre: Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009*.

Schneider CDE, Oliveira AR. Radicais livres de oxigênio e exercício: mecanismos de formação e adaptação ao treinamento físico. *Rev Bras Med Esporte*; v.10, p.87-90 (2004).

Sigal RJ, et al. Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care*, v. 27, p. 2518–2539, 2004.

Sociedade Brasileira de Cardiologia; Sociedade Brasileira de Hipertensão; Sociedade Brasileira de Nefrologia. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. *Arq Bras Cardiol*. 2010;95(1 supl. 1):1-51. Erratum in: *Arq Bras Cardiol*. 2010;95(4):553.

Souza CF, Fernandes LC, Cyrino ES. Produção de espécies reativas de oxigênio durante o exercício aeróbio e anaeróbio. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano, Florianópolis*, v. 8, n. 2, p.102-109, 2006.

Terra DF, Mota MR, Rabelo HT, Bezerra LM, Lima RM, Ribeiro AG, et al. Redução da pressão arterial e do duplo-produto de repouso após treinamento resistido em idosas hipertensas. *Arq Bras Cardiol*. 2008;91(5):299-305.

Travacio M, Lesuy S. Antioxidant enzymes and their modifications under oxidative stress conditions. *Ciência e Cultura, São Paulo*, v.48, p.9-13, 1996.

Wolin MS. Interactions of oxidants with vascular signaling systems. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2000;20(6):1430-42.

World Health Organization. A global brief on hypertension: silent killer, global public health crisis. Geneva: World Health Organization, 2013.