

A INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO RESISTIDO E DA SUPLEMENTAÇÃO DO ÓLEO DE PEIXE EM PARÂMETROS SANGUÍNEOS EM MULHERES IDOSAS

THE INFLUENCE OF STRENGTH TRAINING AND FISH OIL SUPPLEMENTATION ON BLOOD PARAMETERS OF ELDERLY WOMEN

Cintia Lourdes Nahhas Rodacki*
André Luiz Félix Rodacki**
Isabela Coelho***
Daniele Pequeto****
Márcio José Kerkoski*****
Luiz Cláudio Fernandes*****

RESUMO

Este estudo objetivou investigar o efeito crônico da óleo de peixe (FO) e o treinamento resistido (ST) nos parâmetros sanguíneos (glicemia, triglicérides e HDL, LDL colesterol VLDL) de mulheres idosas. Quarenta e cinco mulheres ($64 \pm 1,4$ anos) foram distribuídas em três grupos: um grupo que realizou 90 dias de treinamento resistido (ST; $n = 15$), um grupo que realizou 90 dias de treinamento resistido associado à 2g / dia de óleo de peixe (ST90; $n = 15$) e o último grupo que consumiu óleo de peixe por 60 dias antes de iniciar os 90 dias de treinamento resistido associado ao FO (ST150; $n = 15$). O treinamento foi realizado 3 vezes / semana, durante 12 semanas. Os parâmetros sanguíneos foram avaliados nos 3 grupos nas condições, pré-suplementação e pré-treinamento (PRÉ) e pós-suplementação (PÓS60) e pós-treinamento (PÓS). Os efeitos positivos foram comprovados sobre a glicemia e colesterol HDL quando FO e exercício foram combinadas (ST90 e ST150). A glicemia de ST e ST150 não apresentou mudanças entre PRÉ-PÓS e PRÉ-PÓS60, respectivamente. No entanto, quando foi combinado o exercício com o FO reduções na glicemia foram encontrados no ST90 (21%) e ST150 (19%) a partir de PRÉ e PÓS ($p < 0,05$). A FO causou ganhos significativos no HDL (ST150 PRÉ- PÓS60). Contudo, o exercício foi eficaz quando acompanhado da suplementação FO (ST90, ST150, PRÉ-PÓS, $p < 0,05$). Os triglicérides do sangue diminuiu quando FO e o exercício resistido ($p < 0,05$) foram aplicados separadamente (ST, ST90 e ST150 PRÉ, PÓS 60 e PÓS). Houve uma redução nas concentrações de VLDL em todos os grupos (26% de ST, 35% em ST90, ST150 de PÓS60 em 35% e 36% em PÓS). A LDL não foi alterada. Conclui-se que os parâmetros sanguíneos (triglicérides e VLDL) diminuiu quando FO e exercícios foram aplicados separadamente. Os efeitos positivos foram evidenciados sobre a glicemia e colesterol HDL quando FO e exercício foram combinadas.

Palavras-chave: Óleo de peixe. Treinamento resistido. Glicemia.

INTRODUÇÃO

O envelhecimento está associado a desenvolvimento de várias patologias, tais como doença vascular periférica, arterial coronária, aterosclerose, osteoporose, diabetes tipo 2, demência, além de algumas formas de artrite e câncer. A doença cardiovascular (DCV) e a diabetes tipo 2 têm sido apontadas dentre as principais causas de morte e incapacidade nos países ocidentais (LEE et al., 2014). Até 2020,

estima-se que a DCV superará as doenças infecciosas e será a principal causa de morte e incapacidade nos países desenvolvidos (HACKAM; ANAND, 2003; CHANG et al., 2013). Em adição, o número de pessoas com diabetes tipo 2 (DM2) passará de 300 milhões em 2025 (CRAWFORD et al., 2010).

A aterosclerose, uma doença inflamatória progressiva caracterizada pelo acúmulo de lipoproteínas (LDL, VLDL, triacilglicerois) e elementos fibrosos nas artérias, são os principais

* Doutora. Professora Adjunta da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba-PR, Brasil.

** Doutor. Professor Associado da Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, Brasil.

*** Pesquisadora do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, Brasil.

**** Pesquisadora do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, Brasil.

***** Professor Adjunto da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba-PR, Brasil.

***** Doutor. Professor Titular da Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, Brasil.

contribuintes para a elevada prevalência de doenças cardiovasculares (LIBBY; RIDKER; MASER, 2002). A lesão endotelial é o primeiro passo na patogênese da aterosclerose. Fatores genéticos combinados com o acúmulo de lipoproteínas, radicais livres, hipertensão arterial, diabetes mellitus, reações autoimunes, têm sido identificados como princípios etiológicos da aterosclerose (MCFARLANE et al., 2004).

Desta forma, medidas de prevenção da aterosclerose e da diabetes tipo 2 são relevantes para reduzir estas desordens altamente endêmicas. Alguns estudos têm demonstrado que intervenções no estilo de vida, tais como a prática de atividade física regular e hábitos alimentares saudáveis são benéficos na prevenção destas doenças (KNOWLER et al., 2002; RYAN, 2010; CAMPBELL et al., 2011; ARCHER et al., 2011). A atividade física (treinamento resistido) e dieta (óleo de peixe) desempenham um papel relevante na modulação e controle de um conjunto de parâmetros sanguíneos, tais como os perfis lipídico e glicêmico, que são associados ao desenvolvimento da aterosclerose e da diabetes tipo 2.

A prática regular de exercícios físicos causam efeitos positivos em todo o metabolismo (DÂMASO et al., 2014). O treinamento resistido eleva o gasto energético, altera a distribuição da massa corporal (STRASSER; ARVANDI; SIEBERT, 2012) melhorando desta forma a tolerância à glicose e sensibilidade à insulina (ARORA; SHENOY; SANDHU, 2009) além de alterar o perfil lipídico (STRASSER; ARVANDI; SIEBERT, 2012). O exercício físico resistido induz aumentos na utilização de ácidos graxos pelo tecido muscular e estimula a ação da lipase lipoprotéica e modifica o perfil lipídico (MAUGHAN; MICHAEL; GREENHAFF, 2000). O exercício físico resistido aumenta a expressão de elementos intracelulares da via de sinalização da insulina, particularmente de transportadores de glicose (GLUT-4) no músculo esquelético (TERAN-GARCIA et al., 2005) e melhora a ação das catecolaminas e liberação de glucagon (CANALI; KRUEL, 2001; PARDINI, 2001).

O óleo de peixe, rico em omega-3, tem sido utilizado no tratamento da dislipidemia (STANTON, 1997). O óleo de peixe é capaz de aumentar a concentração do colesterol HDL, devido à diminuição da lipólise e a lipogênese, especialmente no fígado (MOORE et al., 2006). As reduções de triacilglicerolem resposta à ingestão de

óleo de peixe ocorrem pela diminuição da síntese hepática do VLDL que é o precursor do LDL (NESTEL et al., 1984; SANDERS et al., 1985; DE CATERINA; MASSARO, 2005; GEPPERT; KRAFT; DEMMELMAIR, 2006). O óleo de peixe também propicia melhorias sobre a sensibilidade à insulina e permite melhor regulada glicose sanguínea (MENSINK et al., 2003, LEE et al., 2014).

Portanto, esse estudo tem por objetivo investigar o efeito da combinação de um programa de treinamento resistido baseado em exercícios orientados para o desenvolvimento da força muscular e a suplementação de óleo de peixe sobre parâmetros sanguíneos (glicemia, colesterol HDL, LDL, VLDL e triacilglicerol) de mulheres idosas.

MÉTODOS

Quarenta e cinco (45) mulheres caucasianas ($64,0 \pm 1,4$ anos), voluntariamente participaram do estudo após a assinatura de um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), que foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade, sob o número 108/2008. As participantes foram examinadas por uma médica e foram consideradas em boas condições de saúde para realizar o treinamento resistido. As mulheres envolvidas no projeto não recebiam terapia de reposição hormonal, e nem participavam de outro programa de atividade física regular durante os 12 meses antes do início do estudo (março de 2008).

Na primeira sessão, as participantes responderam o Questionário Internacional de Atividade Física IPAQ (CRAIG et al., 2003), o qual não apontou diferenças no nível de atividade física entre as participantes. Na tentativa de obter grupos homogêneos, as participantes foram aleatoriamente designadas para um dos três grupos experimentais, depois de ter sido classificada em quartis de acordo com a força relativa da extensão do joelho (uma repetição máxima / peso corporal) (RODACKI et al., 2012).

Um grupo realizou apenas treinamento resistido por 90 dias (grupo ST; $n = 15$). O grupo ST90 ($n = 15$) foi suplementado com óleo de peixe rico em ômega-3 (FO) ao longo dos 90 dias de treinamento resistido, enquanto, o grupo ST150 ($n = 15$) começou a suplementação de óleo de peixe rico em ômega-3 (FO) por 60 dias, após

este período, a suplementação continuou e esta foi associada ao treinamento resistido por mais 90 dias. O suplemento de óleo de peixe rico em ômega-3 (FO) continha 180 g de ácido eicosapentaenóico (EPA) e 120 g de docosahexaenóico (DHA). Todas as participantes dos grupos suplementados consumiam 2 g/dia de FO, sendo uma cápsula ingerida durante o almoço e a outra durante o jantar (nas principais refeições). Antes de iniciar a pesquisa pode-se observar que as participantes não consumiam cápsulas ou alimentos (Peixes) ricos em ômega 3. Pode-se concluir isto através do recordatório de 3 dias preenchido pelas mesmas.

As participantes foram orientadas a manter seus hábitos alimentares normais e nível de atividade física ao longo do estudo. O programa de treinamento resistido foi projetado para melhorar a força muscular dos membros inferiores. O programa incluiu exercícios de treinamento de resistência supervisionado realizado 3 vezes/semana, durante 12 semanas, em um total de 36 sessões de treinamento.

As coletas de sangue foram realizadas sempre em jejum de 12 horas com um período de 48 horas de repouso (atividade física intensa) antes (PRÉ) e depois (PÓS) o período de treinamento para os grupos ST e ST90. No entanto, o grupo ST150 foi avaliado em três instantes diferentes: pré-suplementação (PRÉ), pós-suplementação de 60 dias e/ou pré-treinamento (PÓSFO) e no após o treinamento com suplementação (PÓS) (no dia 150). O sangue dos participantes foi coletado em tubos previamente heparinizados (Eppendorf, modelo 410R-BD, Minas Gerais, Brasil) e mantidos sob refrigeração. O sangue foi centrifugado no próprio tubo de coleta a 1200 rpm por 10 minutos a 4°C. Parte do plasma foi aliquoteado e o restante transferido para outro tubo falcon de 50 ml.

Os pesquisadores envolvidos nas sessões de treinamento e nas análises laboratoriais não foram informados sobre os grupos que os sujeitos estavam envolvidos. Além disso, para minimizar as possíveis chances de efeitos psicológicos, uma vez que o placebo não foi fornecido ao grupo ST, os grupos suplementados treinaram em dias diferentes da semana e os sujeitos não tinham conhecimento da existência de ou contato com os demais grupos experimentais. Um placebo não foi fornecido, porque não houve

contato entre os grupos, além disso, não existe um placebo adequado disponível para a suplementação de óleo de peixe. O fornecimento de qualquer outro óleo poderia causar a sua incorporação nas membranas celulares e aumentar o consumo de ácidos graxos. Todos os participantes concluíram os procedimentos experimentais.

Análises plasmáticas

A concentração de glicose sanguínea circulante foi determinada pelo método enzimático colorimétrico, utilizando o Kit Glicose da BioTécnica e quantificada pela medida de absorvância em 505 nm. A concentração do colesterol total, HDL colesterol e triacilglicerol foi medida pelo Kit da Bioliquid com leitura de absorvância a 500 nm (colesterol) e 540 nm (triacilglicerol) respectivamente. Todos os kits foram utilizados segundo as informações do fabricante, cujos procedimentos técnicos utilizados seguiram os protocolos descritos nos kits comercialmente disponíveis. A concentração plasmática de triacilgliceróis (TAG) e colesterol total e HDL colesterol foram determinadas por métodos enzimáticos colorimétricos, utilizando os kits triglicérides GPO-Trinder e colesterol total Bioliquid, conforme especificações do fabricante. A leitura da absorvância foi realizada em espectrofotômetro a 500 nm e os resultados são expressos em mg/dL.

Análise da composição de ácidos graxos do plasma e da cápsula de óleo de peixe (fo)

Após extração lipídica, saponificação dos extratos e derivatização dos ácidos graxos obtidos, as amostras foram injetadas em um sistema de Cromatografia Líquida de Alta Potência (HPLC; Varian, modelo LC-10^a) com detector de fluorescência (325 nm de excitação e 395 nm de emissão). A coluna analítica utilizada para a separação dos ácidos graxos derivatizados foi C-8 de fase reversa (25 cm × 4,6 mm i.d., 5 µm de partícula), com um fluxo de 1 mL/min de acetonitrila/água (73:23, vol/vol). A mistura de padrões de ácidos graxos foi obtida da empresa Sigma-Aldrich.

As cápsulas foram fornecidas pela fundação Herbarium[®] e uma avaliação de cromatografia da cápsula de óleo de peixe (HPLC; Varian, Palo

Alto, CA, EUA) revelou a presença dos seguintes ácidos graxos: láurico (12:0), $3,4 \pm 0,7\%$; Mirístico (14:0) $9,8 \pm 0,4\%$; palmítico (16:0), $25,3 \pm 3,0\%$; estereático (18:0), $2,1 \pm 0,1\%$; palmitoleico (16:1 n-7), $6,5 \pm 0,1\%$; oléico (18:1 n-9), $10,2 \pm 0,9\%$; linoléico (18:2 n-6), $2,0 \pm 0,2\%$; linolênico (18:3 n-3) $0,7 \pm 0,2\%$; araquidônico (20:4 n-6) $0,9 \pm 0,2\%$; EPA (22:5 n-3) $20,2 \pm 1,3\%$; DHA (22:6 n-3) $18,8 \pm 1,2\%$.

Programa de treinamento resistido

O treinamento resistido com as idosas foi realizado semanalmente segundas, quartas e sextas feiras. Na primeira sessão de treinamento, após um breve período de aquecimento, foi realizado o teste de uma repetição máxima (1RM). O teste de 1RM foi realizado dois minutos após o aquecimento, sendo o peso inicial proposto pelo avaliador previamente treinado. Nas tentativas de 1RM, o intervalo foi fixado entre dois a cinco minutos. O teste foi interrompido no momento em que os avaliados foram impossibilitados de realizarem o movimento completo ou quando ocorreram falhas concêntricas voluntárias. Desse modo, foi validada a carga máxima obtida na última execução completa.

As participantes foram familiarizadas com os exercícios de treinamento de força ao longo de seis sessões (duas semanas) no qual elas realizaram 3 séries de 8 repetições a 50% de sua carga máxima (1RM). Após o período de familiarização, foram realizadas as 12 semanas de treinamento de força. A primeira semana de treino incluiu 3 séries de 8 repetições com 70% de 1RM. A carga de treinamento foi de 80% de 1RM na segunda semana e foi ajustada a cada 3 semanas, onde com a carga de 80% de 1 RM as participantes realizavam 8 repetições até progredir para 12 repetições, uma nova carga era aplicada iniciando em 8 repetições e progredindo até 12 repetições, assim sucessivamente até o final do programa. As séries tiveram um intervalo de 2 a 3 minutos, todavia, maiores intervalos foram impostos caso os idosos não reportassem pleno conforto em iniciar a próxima série. Procedimentos semelhantes têm sido utilizados em outros estudos que visam desenvolver força em idosos (FLYNN et al., 1999). Todas as sessões foram realizadas sob a supervisão do pesquisador e tiveram orientação de dois instrutores qualificados.

Em todas as sessões os seguintes exercícios foram realizados: flexão do joelho bilateral e extensão, adução de quadril bilateral e abdução, extensão e flexão do quadril unilateral, legpress bilateral horizontal e flexão plantar bilateral. Exercícios foram realizados, incluindo as fases concêntrica e excêntrica em máquinas com polias (Athletic, Brasil). Por serem idosas elas realizaram os exercícios nas fases concêntrica e excêntrica dentro do ritmo próprio. Encorajamento verbal foi fornecido durante cada série de exercícios. A carga para cada exercício foi registrada ao longo do período experimental para quantificar melhorias e aumentos de carga.

Análise estatística

Após a confirmação de dados normalidade e homogeneidade pelo teste de *Levene* e *ShapiroWilk*, uma série de análises de variância (*two-way ANOVA*) que empregou grupo (ST, ST90 e ST150) e tempo (pré e pós-treinamento) como fatores, sendo esse último fator tratado como medida repetida. Quando os dados apresentaram diferenças no pré-teste, uma análise de co-variância foi realizada considerando os valores de pré-teste como co-variada. Os dados do grupo ST 150 antes do período de suplementação (linha de pré, pós 60 e pós; pré-teste) foram analisados por meio de um teste *t* para medidas repetidas. O teste de *Bonferroni* foi aplicado para identificar onde as diferenças ocorreram. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software Statistica* (Statsoft Inc., versão 7.0). O nível de significância foi $p < 0,05$.

RESULTADOS

Foram quantificados em todos os grupos experimentais durante as condições pré- e pós-treinamento e suplementação, descritos na Tabela 1, as características físicas da amostra, a idade, a estatura, a massa corporal (MC) e o índice de massa corporal (IMC).

A MC e o IMC pré-treinamento e suplementação foram semelhantes entre os grupos experimentais ($p > 0,05$). Os efeitos do treinamento resistido e da suplementação com óleo de peixe sobre a massa corporal não foram significativos, a qual permaneceu inalterada entre o PRE e o POS teste, em todos os grupos (ST, ST90 e ST150). Os dados do grupo ST150 também permaneceram sem alterações significativas ($p > 0,05$) entre o

período onde só havia a suplementação com óleo de peixe (PRÉ-PÓS 60) e o início do período de treinamento associado à suplementação (PÓS 60-PÓS). Desta forma, o índice de massa corporal (IMC) também permaneceu inalterado nos grupos, os quais não demonstraram interação, efeito de tempo ou entre grupos ($p>0,05$). Todos os grupos apresentaram o mesmo nível de atividade física inicial, os quais foram considerados como baixo

antes do início do treinamento. Os hábitos alimentares foram determinados através do recordatório alimentar de 3 dias. Os grupos não apresentaram diferenças ($p>0,05$) ao longo do experimento e os dados encontram-se descritos na Tabela 2. Assim, os dados determinam que a ingestão alimentar não foi modificada, entre os participantes.

Tabela 1 - Parâmetros antropométricos e nível de atividade física.

	ST (n = 15)		ST90 (n = 15)		ST150 (n = 15)			p
	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS 60	PÓS	
Idade (anos)	64,9±1,0		63,8±1,4			63,3±2,0		0,78
Estatua (m)	1,60±0,04		1,61±0,01			1,62±0,02		0,76
IPAQ (u.a)	Baixo		Baixo		Baixo			
Massa (Kg)	65,9±1,0	65,1±1,3	66,8±1,4	66,2±1,6	66,7±2,2	67,3±2,0	66,1±1,7	0,96
IMC (Kg/m ²)	25,4±1,6	25,7±1,7	27,7±1,3	26,8±1,5	25,2±1,3	25,7±1,1	25,2±1,4	0,56

Valores de preferem-se as diferenças entre os grupos (ST, ST90 e ST150) two-way ANOVA. Os dados do grupo ST150 entre PRÉ, PÓS 60 e PÓS foram comparados por intermédio de um teste t para medidas repetidas. Participantes dos grupos de treinamento resistido (ST; n = 15), treinamento resistido mais suplementação com óleo de peixe 90 (ST90; n = 15) e grupo ST150 antes (PRÉ) e após 60 dias de suplementação (PÓS 60) e após período de treinamento resistido com suplementação (PÓS) (ST150; n = 15).

Fonte: Os autores.

Os hábitos alimentares foram determinados através do recordatório alimentar de 3 dias. Os grupos não apresentaram diferenças ($p>0,05$) ao longo do experimento e os dados

encontram-se descritos na Tabela 2. Assim, os dados determinam que a ingestão alimentar não foi modificada, entre os participantes.

Tabela 2 - Recordatório de ingestão alimentar.

	ST (n = 15)		ST90 (n = 15)		ST150 (n = 15)			p
	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS 60	PÓS	
Energia (Kcal)	1470±380	1480±395	1490±412	1510±430	1502±383	1515±408	1475±395	0,76
Carboidratos (g)	174±47	183±52	176±45	178±42	174±45	181±49	178±44	0,67
Proteína (g)	52±21	57±20	54±19	57±18	56±17	58±22	55±19	0,77
Lípídeos (g)	63±20	61±21	63±18	60±20	60±20	58±19	61±21	0,81

Valores de preferem-se as diferenças entre os grupos (ST, ST90 e ST150) two-way ANOVA. Os dados do grupo ST150 entre PRÉ, PÓS 60 e PÓS foram comparados por intermédio de um teste t para medidas repetidas. Não houve diferença entre grupos ou tempo (pré-pós; $p>0,05$). 3 dias (média ± DP) dos grupos de; treinamento resistido (ST; n = 15), treinamento resistido 90 (ST90; n = 15) e 150 (ST150; n = 15) dias de suplementação com óleo de peixe, antes (PRÉ) e após (PÓS) o período de treinamento resistido e (PÓS 60) para o grupo ST150 durante o período que recebeu apenas suplementação.

Fonte: Os autores.

Para determinar a incorporação dos ácidos graxos, análise de cromatografia líquida de alta potência (HPLC) foi realizada no plasma de sujeitos que compuseram os grupos experimentais. Foram aleatoriamente escolhidos cinco participantes de cada grupo, num total de 15 sujeitos. Os valores iniciais de EPA e DHA foram similares entre os grupos ($p>0,05$). O grupo ST não mostrou nenhuma mudança nas quantidades de EPA e DHA pré- e pós-treinamento. O grupo ST90 apresentou um aumento significativo nas concentrações de EPA e DHA no plasma

($p<0,05$) após a suplementação e treino, as quais foram de 45% e 20%, respectivamente, que denota efeito da dieta de suplementação com óleo de peixe. O grupo ST150 também apresentou aumentos significativos nas concentrações de EPA e DHA no plasma após a suplementação (do período de PRÉ para o PÓS) de 112% e 50%, respectivamente.

Parâmetros sanguíneos

Os valores iniciais de todos os grupos (PRÉ grupos ST; ST90 e ST150) foram similares em

todos os parâmetros analisados. Colesterol total e colesterol LDL permaneceram inalterados em todas as condições experimentais. A glicemia do grupo ST permaneceu inalterada mesmo após o programa de treinamento resistido ter sido aplicado. Todavia, quando o treinamento foi combinado com a suplementação de óleo de peixe, reduções na glicemia foram encontradas

(ST90; $p < 0,05$). O efeito da suplementação isolada não causou reduções na glicemia (ST150 PRÉ vs PÓS 60; $p > 0,05$). Reduções na glicemia foram encontradas quando a exercício físico foi combinado com a suplementação de óleo de peixe (ST150; PÓS 60 vs PÓS, $p < 0,05$). Os resultados encontram-se na Figura 1.

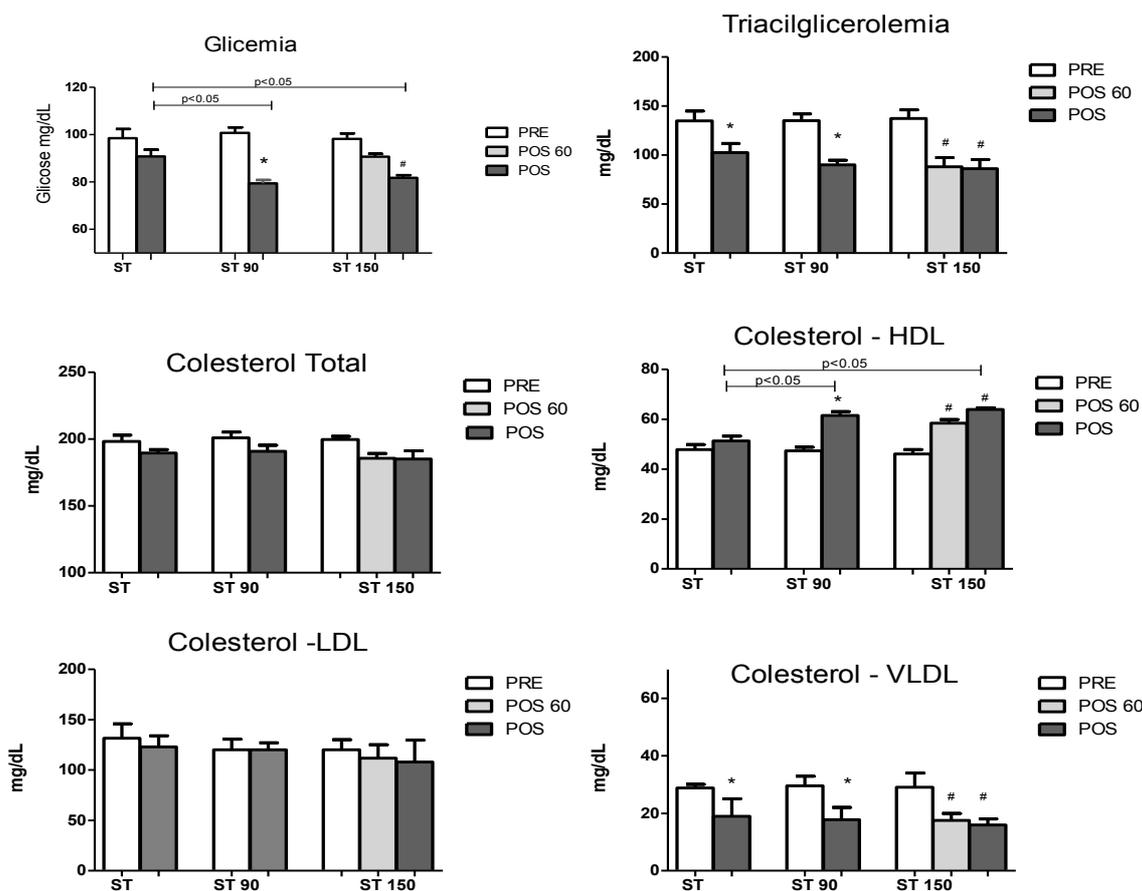


Figura 1- Parâmetros plasmáticos sanguíneos de glicemia. (Painel superior esquerdo), triacilglicerolemia (painel superior direito), colesterol total (painel central esquerdo), colesterol HDL (painel central direito), colesterol LDL (painel inferior esquerdo) e colesterol VLDL (painel inferior direito). Em idosas submetidas a treinamento resistido (ST, n=15), que treinaram força e que foram suplementados com óleo de peixe durante 90 (ST90, n=15) e 150 (ST150, n=15) dias, antes (PRÉ) e pós 60 dias suplementação (PÓS 60) e após (PÓS) o treinamento associado à suplementação. Os valores indicam média \pm DP; * $p < 0,05$ vs. PRÉ; # $p < 0,05$ vs PRÉ. ANOVA com dois fatores para medidas repetidas foi aplicada para identificar diferenças entre os fatores (grupo e tempo); teste t de Bonferroni foi aplicado para determinar onde as diferenças ocorreram. O teste t para medidas repetidas revelou diferenças ($p < 0,05$) entre as medidas PRÉ, PÓS 60 e PÓS do grupo ST150.

Fonte: Os autores.

A triacilglicerolemia foi reduzida significativamente quando o exercício físico foi aplicado (ST PRÉ vs PÓS, $p < 0,05$), quando o exercício físico foi acompanhado de suplementação com óleo de peixe (ST90 PRÉ vs PÓS, $p < 0,05$) e quando apenas a suplementação de óleo de peixe foi ministrada (ST150 PRÉ vs PRÓ 60, $p < 0,05$). Não foram

encontrados reduções adicionais quando a suplementação alimentar foi acompanhada de exercícios físicos (ST150 PÓS 60 vs PÓS, $p > 0,05$).

O colesterol HDL não sofreu influência do exercício físico isolado (ST PRÉ vs PÓS, $p > 0,05$). Todavia, o exercício físico foi efetivo quando acompanhado de suplementação com

óleo de peixe (ST90 PRÉ vs PÓS, $p < 0,05$). De fato, a dieta com óleo de peixe parece causar ganhos importantes no colesterol HDL (ST150 PRÉ vs PÓS 60). O treinamento resistido não causou aumento adicional na concentração de colesterol HDL (ST150 PÓS 60 vs PÓS, $p > 0,05$). A análise estatística revelou que os efeitos do exercício resistido combinados com suplementação de óleo de peixe são mais pronunciados do que quando esses fatores são ministrados isoladamente (efeito de interação; $p < 0,05$).

O colesterol VLDL foi influenciado tanto pela atividade física (ST PRÉ vs PÓS, $p < 0,05$) quanto pela suplementação com óleo de peixe (ST150 PRÉ vs ST150 PÓS 60, $p < 0,05$). A associação de treinamento resistido e suplementação com óleo de peixe também foi efetiva para reduzir a concentração de VLDL (ST90 PRÉ vs PÓS, $p < 0,05$). Um período prolongado de treinamento resistido e suplementação alimentar não causaram reduções adicionais sobre a concentração de VLDL (ST150 PÓS 60 vs POS, $p < 0,05$).

DISCUSSÃO

Sabe-se que tanto a suplementação com óleo de peixe e a atividade física são capazes de reduzir os lipídeos plasmáticos (CLARKE, 2001; CURI, 2002). Porém, o efeito combinado do treinamento resistido com a suplementação de óleo de peixe em idosas tem sido pouco investigado. Os resultados do presente estudo mostraram que os triacilgliceróis tiveram suas concentrações reduzidas em 25% quando o exercício físico foi aplicado e de 34% quando o exercício resistido foi acompanhado de suplementação com óleo de peixe. As reduções foram de 35% quando apenas a suplementação de óleo de peixe foi aplicada e não houveram alterações adicionais quando a suplementação com óleo de peixe foi combinada com o exercício físico (33% para o ST150 PÓS). O mecanismo pelo qual o óleo de peixe reduz o triacilglicerol ocorre pela redução na síntese de VLDL hepática um precursor do LDL (NESTEL et al., 1984; SANDERS et al., 1985). O efeito do óleo de peixe em reduzir a lipogênese e aumentar a β -oxidação de ácidos graxos tem sido reportado (DE CATERINA; MASSARO, 2005).

Os ácidos graxos (EPA e DHA) provenientes das capsulas de óleo de peixe são facilmente incorporados nas membranas das células do corpo, principalmente nas membranas do coração, músculos esqueléticos e eritrócitos (HARRIS et al., 2007; MILTE et al., 2008) alterando a funcionalidade das células. De fato, o óleo de peixe tem sido associado à redução do risco de mortalidade cardíaca, especialmente, por meio de estabilização dos miócitos da membrana cardíaca, da inibição da agregação plaquetária, diminuição da pressão arterial sistólica e diastólica, redução da resposta inflamatória do endotélio e modificações no perfil lipídico (PEOPLES et al., 2008; HARRISON et al., 2004). No presente estudo pode-se observar que o consumo de 2g/dia de óleo de peixe durante 8 semanas foi suficiente para alterar o perfil lipídico, onde mudanças no triacilglicerol, HDL e VLDL-colesterol foram identificadas no grupo ST150 no período em que apenas a suplementação foi utilizada.

Os efeitos do óleo de peixe parecem ser dependentes da dose e do tempo em que é ingerido. Baixas doses diárias de óleo de peixe (2 a 3 g/dia) por um período de 2 meses, mostrou ser mais eficiente do que a utilização de altas doses por um período curto de tempo (4 semanas). De fato, a administração de 5 cápsulas de óleo de peixe à cada refeição (1260mg/dia EPA e 540 mg/dia DHA) por homens japoneses saudáveis de meia-idade por 4 semanas não demonstraram uma diminuição no colesterol total, LDL-colesterol e triacilglicerol (WATANABE et al., 2009). Por outro lado, o consumo diário de cápsulas de óleo de peixe (2g/dia) por 2 meses, reduziram 15% do triacilglicerol e aumentaram 5,4% no HDL-colesterol em sujeitos moderadamente hipercolesterolêmicos com a idade entre 35-55 anos (KHANDELWAL et al., 2009), corroborando com os achados do presente estudo (PIOLOT et al., 2003; MOSTAD et al., 2008).

O efeito combinado do ômega-3 e exercício no tratamento de dislipidemias e aumentos na concentração de HDL-colesterol e reduções no triacilglicerol tem sido reportados (STANTON, 1997). No presente estudo, a redução de triacilglicerol foi acompanhada por aumentos do HDL-colesterol (de 28% no ST90 e de 25% e 27% para o ST150). Tais achados corroboram com estudos que afirmam que o óleo de peixe é

capaz de aumentar a concentração de HDL-colesterol em função do aumento da lipólise e diminuição da lipogênese, principalmente a hepática (MOORE et al., 2006).

O exercício físico tem sido empregado como medida não farmacológica no combate à dislipidemia. Pessoas ativas apresentam elevadas concentrações de HDL-c e menores de triacilgliceróis, LDL-c e VLDL-c, quando comparadas a de sedentários (DURSTINE; HASKELL, 1994). A maior utilização dos ácidos graxos pelo tecido muscular e a maior ação da lipase lipoprotéica podem ajudar a explicar tais modificações (MAUGHAN; MICHAEL; GREENHAFF, 2000).

O grupo que realizou o exercício resistido não apresentou diferenças na concentração de HDL-colesterol, que deve ter ocorrido pela característica do exercício físico. Os estudos que revelaram efeitos do exercício físico sobre o HDL-colesterol utilizaram exercícios aeróbicos (KELLEY, G.; KELLEY, K., 2005), os quais diferem dos exercícios orientados para o desenvolvimento da força muscular. Talvez, uma maior duração do programa de exercícios de força pudessem revelar efeitos positivos sobre o HDL-colesterol. Porém, o programa de exercício resistido teve efeitos positivos sobre o triacilglicerol e o VLDL-colesterol.

Observou-se que apenas a suplementação com óleo de peixe e a sua associação com ao treinamento resistido são capazes de elevar a concentração de HDL e reduzir a concentração de triacilglicerol e o VLDL-colesterol, que são considerados fatores de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (SZKLO et al., 2000).

O aumento ou a manutenção das concentrações de LDL com redução das de VLDL parece estar relacionado com a conversão da VLDL em LDL (SANDERS, 1985) ou a redução na atividade do receptor de LDL (SANDERS, 1987). No presente estudo, ocorreu redução nas concentrações de VLDL em todos os grupos (26% no ST; 35% no ST90; 35% no ST150 base e 36% no ST150 pós), enquanto o LDL não foi alterado. Entretanto, o efeito benéfico dos ácidos graxos n-3 ocorre pela redução dos triacilgliceróis (DHKA; ANAND; SUDHA, 2004).

Os estudos que observaram o efeito do óleo de peixe rico em ômega-3 sobre a glicemia são

controversos. Em indivíduos saudáveis, uma suplementação moderada de óleo de peixe não afetou a sensibilidade à insulina, a secreção de insulina e a função das células beta. Estudos clínicos relatam que pacientes com diabetes tipo 2 que consumiam grandes quantidades de óleo de peixe (10g/dia) podem piorar a tolerância à glicose e resistência à insulina (FRIDAY et al., 1989; RIVELLESE et al., 1996; LUO et al., 1998). Por outro lado, o óleo de peixe em pequenas doses (2 a 3 g/dia) propicia melhorias sobre a sensibilidade à insulina e permite regular a glicose sanguínea (MENSINK et al., 2003; LANKINEN et al., 2009). O consumo de óleo de peixe por 8 semanas causou reduções na glicemia e aumentos da sensibilidade à insulina, o achado é justificado devido a alterações no perfil lipídico, que são potenciais mediadores da resistência à insulina e da inflamação (LOPEZ-GARCIA et al., 2004).

O efeito isolado da suplementação sobre a glicemia no grupo ST150 não foi identificado. No entanto, reduções na glicemia dos grupos que tiveram a associação da suplementação de óleo de peixe com o exercício físico foram detectadas. Esse achado justifica-se pelo aumento sobre a sensibilidade à insulina em resposta ao exercício físico (O'DONOVAN et al., 2005).

O principal efeito do treinamento resistido pode ser o aumento da expressão de elementos intracelulares da via de sinalização da insulina, particularmente dos transportadores de glicose (GLUT-4) na musculatura esquelética (TERANGARCIA et al., 2005), a ação das catecolaminas e a liberação de glucagon (CANALI; KRUEL, 2001; PARDINI, 2001). Além disso, os exercícios físicos de longa duração promovem outros benefícios que envolvem a redução na adiposidade (o tamanho da célula de gordura), diminuição das concentrações de insulina no plasma e aumenta a expressão muscular de GLUT-4 (HARDMAN, 1996; MENSINK et al., 2003; STUBBS; LEE, 2004). Estes aspectos podem oferecer estímulo suficiente para o transporte de glicose e diminuir ou normalizar as concentrações basais de glicose, como foi observado no presente estudo.

O treinamento de força também se mostrou efetivo na melhoria da sensibilidade à insulina como foi demonstrado por Ibanez et al. (2005), ao avaliar 9 idosos diabéticos tipo 2. Verificou-se que, após 16 semanas de exercício, realizado duas vezes

por semana, houve diminuição de 7,1% na glicemia de jejum e aumento de 46,3% na sensibilidade à insulina. Os indivíduos idosos são susceptíveis às alterações nos parâmetros metabólicos decorrentes do exercício, podendo haver benefícios fundamentais para a saúde nesta fase da vida.

O exercício resistido e o óleo de peixe possuem a capacidade de melhorar a sensibilidade à insulina e regular a glicemia (MENSINK et al., 2003). Porém, no grupo que praticou exercício físico e no grupo que só foi suplementado não diferiram do período pré para pós teste. Todavia, quando o treinamento foi combinado com a suplementação com óleo de peixe, reduções na glicemia foram encontradas de 21% para o grupo ST90 e de 19% para o grupo ST150. Provavelmente, o óleo de peixe tenha potencializado o efeito do exercício físico.

Existem uma série de limitações no presente estudo que incluem a não utilização de placebo e a falta de um grupo controle. Em relação a não utilização de um placebo, considerações importantes devem ser observadas, uma vez que outros tipos de óleos, que poderiam ser usados como placebo, podem ter seus próprios efeitos biológicos. Uma solução interessante seria a escolha e a comparação de dois ou três óleos separados. Outra limitação do estudo seria a falta de um grupo controle, porém sabe-se que os idosos não são sujeitos a alterações fisiológicas significativas em um período de 5 meses, além

disto a inserção de um novo grupo geraria custos extras.

Estudos utilizando intervenções mais longas, com doses diferentes de óleo de peixe e com maior tamanho amostral seria interessante para compreender melhor o grau em que a suplementos de óleo de peixe e o exercício resistido podem ter impacto sobre a dislipidemia e a homeostase da glicose. Fornecendo assim dados interessantes para indicar o óleo de peixe e o exercício resistido como uma forma não farmacológica de prevenir e controlar doenças relacionadas a dislipidemia e a homeostase da glicose.

CONCLUSÃO

Este estudo mostrou que o programa de treinamento resistido apresentou efeitos positivos sobre o triacilglicerol e VLDL-colesterol. Resultados positivos também foram evidenciados sobre o triacilglicerol, colesterol HDL e VLDL quando apenas o óleo de peixe foi utilizado. De fato, os efeitos reguladores do óleo de peixe sobre o perfil lipídico são descritos pela literatura. Porém um dos principais achados do estudo foi o efeito positivo da combinação do óleo de peixe e exercício resistido sobre a glicemia. Outras pesquisas deveriam ser realizadas afim de confirmar tais achados. Indicando assim, uma forma não farmacológica para prevenir e ou tratar patologias que estejam envolvidas com a homeostase da glicose.

A INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO RESISTIDO E DA SUPLEMENTAÇÃO DO ÓLEO DE PEIXE EM PARÂMETROS SANGUÍNEOS EM MULHERES IDOSAS

ABSTRACT

It was aimed to investigate the chronic effect of FO and ST on blood parameters (glycaemia, triglycerides, and HDL, LDL, VLDL cholesterol) of elderly women. METHODS: Forty-five women (64 ± 1.4 years) were assigned to one group of strength training (ST; $n=15$), one group of strength and 2g/day of FO supplemented by 90 (ST90; $n=15$) and 150 days (ST150; $n=15$). The ST150 started FO 60 days before commencing the strength training. Training was performed 3 times/wk, for 12 weeks. The blood parameters were assessed at before supplementation (POST60), pre-training (PRE) and post-training (POST). Positive effects were evidenced on glycaemia and HDL cholesterol when FO and exercise were combined (ST90 e ST150). The glycaemia of ST and ST150 showed no changes between PRE-POST and POST60-PRE, respectively. However, when training was combined with FO supplementation reductions in the glycaemia were found in the ST90 (21%) and ST150 (19%) from PRE to POST ($p<0.05$). The FO caused significant gains in HDL (ST150 POST 60-PRE). The HDL was not influenced by exercise alone (ST PRE-POST; $p>0.05$). However, exercise was effective when accompanied by FO supplementation (ST90, ST150, PRE-POST, $p<0.05$). The triglycerides decreased when FO and exercises ($p<0.05$) were applied separately (ST, ST90 and ST150 POST60-POST). No additional reductions were found by combining FO and exercise. There was a reduction in the concentrations of VLDL in all groups (26% for ST, 35% in ST90, ST150 base in 35% and 36% in post ST150). The LDL was not altered. In conclusion The blood parameters (triglycerides and VLDL) decreased when FO and exercises were applied separately. No additional reductions were found by combining FO and exercise. Positive effects were evidenced on glycaemia and HDL cholesterol when FO and exercise were combined.

Keywords: Fishoil. Resistance training. Glycaemia.

REFERÊNCIAS

- ARCHER, T. et al. Influence of physical exercise on neuroimmunological functioning and health: aging and stress. **Neurotox Research**, New York, v.20, p.69-83, 2011.
- ARORA, E.; SHENOY, S.; SANDHU, J. S. Effects of resistance training on metabolic profile of adults with type 2 diabetes. **Indian Journal of Medicine Research**, New Delhi, v.129, p.515-519, 2009.
- CAMPBELL, H. M. et al. Relationship between diet, exercise habits, and health status among patients with diabetes. **Research in Social and Administrative Pharmacy**, Rancho Cordova, v.7, p.151-161, 2011.
- CANALI, E. S.; KRUEL, L. F. M. Respostas hormonais ao exercício. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 141-153, 2001.
- CHANG, Y. H. et al. Reassessing the benefits of statins in the prevention of cardiovascular disease in diabetic patients: a systematic review and meta-analysis. **Review Diabetes Study**, Pittsburgh, v. 10, no. 2-3, p. 157-170, 2013.
- CLARKE, S. D. Polyunsaturated Fatty Acid Regulation of Gene Transcription: A Molecular Mechanism to Improve the Metabolic Syndrome. **Journal of Nutrition**, Houston, v.131, p.1129-1132, 2001.
- CRAIG, C. L. et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. **Medicine and Science in Sport and Exercise**, Indianapolis, v.35, p. 1381-1395, 2003.
- CRAWFORD, A. G. et al. Prevalence of obesity, type II diabetes mellitus, hyperlipidemia, and hypertension in the United States: findings from the GE Centricity Electronic Medical Record database. **Populational Health Management**, New Rochelle, v.13, p.151-161, 2010.
- CUMMINGS, B. P. et al. Supplementation with EPA or fish oil for 11 months lowers circulating lipids, but does not delay the onset of diabetes in UC Davis- type 2 diabetes mellitus rats. **British Journal of Nutrition**, Southampton, v.104, no. 11, p.1628-1634, 2010.
- CURI, R. et al. **Entendendo a gordura: os ácidos graxos**. 1. ed. São Paulo: Manole, 2002.
- DÂMASO, A. R. I. et al. Aerobic plus resistance training was more effective in improving the visceral adiposity, metabolic profile and inflammatory markers than aerobic training in obese adolescents. **Journal Sports Science**, Walsall, v. 32, no. 15, p.1435-1445, 2014.
- DE CATERINA, R.; MASSARO, M. Omega-3 fatty acids and the regulation of expression of endothelial pro-atherogenic and proinflammatory genes. **Journal of Membrane Biology**, Pennsylvania, v. 206, p. 103-116, 2005.
- DHIKA, V. V.; ANAND, K. S.; SUDHA, R. Omega-3 polyunsaturated fatty acid and cardiovascular disorders. **JACM**, New Delhi, v. 5, no. 2, p. 182-185, 2004.
- DURSTINE, J. L.; HASKELL, W. L. Effects of exercise on plasma lipids and lipoproteins. **Exercise and Sport Sciences Review**, Boulder, v.22, p.477-521, 1994.
- FLYNN, M. G. et al. Effects of resistance training on selected indexes of immune function in elderly women. **American Physiological Society**, Bethesda, v. 86, no. 6, p. 1905-1913, 1999.
- FRIDAY, K. E. et al. Elevated plasma glucose and lowered triglyceride levels from omega-3 fatty acid supplementation in type II diabetes. **Diabetes Care**, Alexandria, v. 12, p. 276-281, 1989.
- GEPPERT, J. et al. Microalgadocosahexaenoic acid decreases plasma triacylglycerol in normolipidaemic vegetarians: a randomized trial. **British Journal of Nutrition**, Southampton, v. 95, p. 779-786, 2006.
- HACKAM, D. G.; ANAND, S. S. Emerging risk factors for atherosclerotic vascular disease: a critical review of the evidence. **Jama**, Chicago, v.290, no. 7, p. 932-940, aug. 2003.
- HARDMAN, A. E. Exercise in the prevention of atherosclerotic, metabolic and hypertensive diseases: a review. **Journal of Sports Sciences**, Walsall, v.14, no.3, p.201-218, 1996.
- HARRIS, W. S. et al. Comparison of the effects of fish and fish-oil capsules on the n-3 fatty acid content of blood cells and plasma phospholipids. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v.86, p.1621-1625, 2007.
- HARRISON, R. A. et al. Can foods with added soya-protein or fish-oil reduce risk factors for coronary disease? A factorial randomized controlled trial. **Nutrition Metabolism Cardiovascular Disease**, Philadelphia, v. 14, p. 344-350, 2004.
- IBANEZ, J. et al. Twice-weekly progressive resistance training decreases abdominal fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2. **Diabetes Care**, Alexandria, v. 28, p. 662-667, 2005.
- KELLEY, G. A.; KELLEY, K. S. Aerobic exercise and HDL2-C: a meta-analysis of randomized controlled trials. **Atherosclerosis**, London, v. 184, no. 1, p. 207-215, 2005.
- KHANDEL, W. A. L. S. et al. Independent and interactive effects of plant sterols and fish oil n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids on the plasma lipid profile of mildly hyperlipidaemic Indian adults. **Journal of Nutrition**, Houston, v. 102, p. 722-732, 2009.
- KNOWLER, W. C. et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. **New England Journal of Medicine**, Waltham, v.346, p.393-403, 2002.
- LANKINEN, M. et al. Fatty fish intake decreases lipids related to inflammation and insulin signaling: a lipidomics approach. **PLoS One** 4, San Francisco, v. 4, no. 4, p. e5258, 2009.
- LEE, T. C. et al. The impact of polyunsaturated fatty acid-based dietary supplements on disease biomarkers in a metabolic syndrome/diabetes population. **Lipids Health Disease**, London, v. 13, no.196, p. 1-11, 2014.
- LIBBY, P.; RIDKER, P. M.; MASER, A. Inflammation and atherosclerosis. **Circulation**, Boston, v.105, p.1135-1143, 2002.

- LOPEZ-GARCIA, E. et al. Consumption of (n-3) fatty acids is related to plasma biomarkers of inflammation and endothelial activation in women. **Journal of Nutrition**, Houston, v. 134, p. 1806-1811, 2004.
- LUO, J. et al. Moderate intake of n-3 fatty acids for 2 months has no detrimental effect on glucose metabolism and could ameliorate the lipid profile in type 2 diabetic men. Results of a controlled study. **Diabetes Care**, Alexandria, v. 21, p. 717-724, 1998.
- MAUGHAN, R.; MICHAEL, G.; GREENHAFF, P. L. **Bioquímica do exercício e do treinamento**. São Paulo:Manole, 2000.
- MCFARLANE, S. I. et al Osteoporosis and cardiovascular disease: brittle bones and boned arteries, is there a link? **Endocrine**, Brescia, v.23, no.1, p.1-10, 2004.
- MENSINK, M. et al. Lifestyle changes and lipid metabolism gene expression and protein content in skeletal muscle of subjects with impaired glucose tolerance. **Diabetologia**, Bristol, v.46, no.8, p.1082-1089, 2003.
- MILTE, C. M. et al. Dose- dependent effects of docosahexaenoic acid-rich fish oil on erythrocyte docosahexaenoic acid and blood lipid levels. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.99, p. 1083-1088, 2008.
- MOORE, C. S. et al. Oily fish reduces plasma triacylglycerols: a primary prevention study in overweight men and women. **Nutrition**, Burbank, v. 22, no. 10, p.1012-1024, 2006.
- MOSTAD, I. L. et al. Effects of marine n-3 fatty acid supplementation on lipoprotein subclasses measured by nuclear magnetic resonance in subjects with type II diabetes. **European Journal of Clinical Nutrition**, Kiel, v. 62, p. 419-429, 2008.
- NESTEL, P. J. et al. Suppression by diets rich in fish oil of very-low-density lipoprotein production in man. **Journal of Clinical Investigation**, Durham, v. 74, p. 82-89, 1984.
- O'DONOVAN, G. et al. The effects of 24 weeks of moderate or high intensity exercise on insulin resistance. **European Journal of Applied Physiology**, Stockholm, v. 67, p.1-7, 2005.
- PARDINI, D. P. Alterações hormonais da mulher atleta. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolismo**, São Paulo, v. 45, n. 4, p. 343-351, 2001.
- PEOPLES, G. E. et al. Fish oil reduces heart rate and oxygen consumption during exercise. **Journal Cardiovascular Pharmacology**, New York, v.52, p. 540-547, 2008.
- PILOLOT, A. et al. Effect of fish oil on LDL oxidation and plasma homocysteine concentrations in health. **Journal of Laboratory and Clinical Medicine**, New York, v. 141, p. 41-49, 2003.
- RIVELLESE, A. A. et al. Long- term effects of fish oil on insulin resistance and plasma lipoproteins in NIDDM patients with hypertriglyceridemia. **Diabetes Care**, Alexandria, v. 19, p. 1207-1213, 1996.
- RODACKI, C. L. N. et al. Fish-oil supplementation enhances the effects of strength training in elderly women. **American Journal of Clinical Nutrition**, Rockville, v. 95, no. 2, p. 428-436; 2012.
- RYAN, A. S. Exercise in aging: its important role in mortality, obesity and insulin resistance. **Aging Health**, Galveston, v. 6, p. 551-563, 2010.
- SANDERS, T. B. A. Influence of moderate intakes of fish oil on blood lipids. In: LAND, W. E. M. **Polyunsaturated fatty acids and eicosanoids**. Champaign: American Oil Chemists Society, 1987. p. 70-86.
- SANDERS, T. B. A. Triglyceride lowering effects of marine polyunsaturates in patients with hypertriglyceridemia. **Arteriosclerosis**, London, v. 5, p. 459-465, 1985.
- STANTON, K. et al. The Independent and combined effects of aerobic exercise and dietary fish intake on serum lipids and glycemic control in NIDDM. A randomized controlled study. **Diabetes Care**, Alexandria, v.20, no. 6, p.913-921, 1997.
- STRASSER, B.; ARVANDI, M.; SIEBERT, U. Resistance training, visceral obesity and inflammatory response: a review of the evidence. **Obesity Review**, Detroit, v.13, no. 7, p. 578-591, 2012.
- STUBBS, C. O.; LEE, A. J. The obesity epidemic: both energy intake and physical activity contribute. **The Medical Journal of Australia**, Sydney, v. 181, no 9, p. 489-491, 2004.
- SZKLO, W. et al. Trends in plasma cholesterol levels in the atherosclerosis risk in communities (ARIC) study. **Preventive Medicine**, Montreal, v. 30, no. 3, p. 252-259, 2000.
- TERAN-GARCIA, M. et al. Endurance training-induced changes in insulin sensitivity and gene expression. **American journal of physiology: endocrinology and metabolism**, Bethesda, v. 288, no 6, p. 1168-1178, 2005.
- WATANABE, N. et al. Administration of dietary fish oil capsules in healthy middle-aged Japanese men with a high level of fish consumption. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, Basingstoke, v. 60, no 5, p. 136-142, 2009.

Recebido em 03/02/2015

Revisado em 25/06/2015

Aceito em 31/06/2015

Endereço para correspondência: André Luiz Felix Rodacki. Universidade Federal do Paraná, R. Coração de Maria, 92 – Jardim Botânico – Setor de Ciências Biológicas – Curitiba, Paraná, Brazil – Phone 00 55 41 3360-4333. E-mail: rodacki@ufpr.br.