



Artigo Original

Original Article

Efeitos do treinamento resistido sobre o perfil inflamatório de idosos saudáveis de ambos os sexos: série de casos

Effects of Resistance Training on the Inflammatory Profile of Healthy Elderly People of Both Sexes: Case Series

Paulo Victor de Assis Braga^{§1}; Lilian Maria Peixoto² MSc; Emerson Cruz de Oliveira³ PhD; Kelerson Mauro de Castro Pinto⁴ PhD; Lenice Kappes Becker Oliveira³ PhD; Daniel Barbosa Coelho³

Recebido em: 1º de abril de 2021. Aceito em: 1º de julho de 2021.

Publicado online em: 14 de setembro de 2021.

DOI: 10.37310/ref.v90i2.2746

Resumo

Introdução: A inflamação crônica de baixo grau é proveniente do envelhecimento e interfere no metabolismo de grande parte dos tecidos corporais. A literatura indica que a prática do treinamento de força reduz os efeitos maléficos causados pela inflamação crônica (diabetes, hipertensão e sarcopenia), porém, aspectos biológicos podem estimular respostas diferentes em homens e mulheres.

Objetivo: Avaliar o efeito do treinamento de força, de longa duração (19 semanas) sobre biomarcadores inflamatórios da proteína C reativa (PCR) e da interleucina-8 (IL-8), força e parâmetros antropométricos, em idosos aparentemente saudáveis de ambos os sexos.

Métodos: Estudo experimental, longitudinal (19 semanas) do qual participaram 40 idosos (63,90±5,80 anos) fisicamente ativos e saudáveis, 14 homens e 26 mulheres. A intervenção contou com um programa de treinamento de força envolvendo grandes grupamentos musculares, realizado três vezes por semana em dias não consecutivos, intensidade de treinamento que progrediu 60% a 85% de uma repetição máxima (1RM) e 8 a 15 repetições. Os níveis plasmáticos PCR e IL-8 foram avaliados na primeira e na última semana da intervenção. O formato de série de casos descreve as características de um grupo de pacientes com uma doença específica ou que foram submetidos a um determinado procedimento, assim, não houve a presença de grupo controle.

Resultados: Não foram observadas diferenças de concentrações de PCR e IL-8, em ambos os sexos após a intervenção.

Conclusão: O treinamento resistido com intensidade progressiva de longa duração (19 semanas) não alterou as concentrações de marcadores inflamatórios séricos (IL-8 e PCR) em idosos saudáveis.

Palavras-chave: exercício físico, treinamento de força, inflamação.

Pontos Chave

- Não foram observadas reduções nos níveis de concentrações PCR e IL-8 após a intervenção.
- Foi constatado através dos testes de 1RM que o treinamento de força foi eficaz.
- Foram observadas reduções na composição corporal de participantes de ambos os sexos.

[§]Autor correspondente: Daniel Barbosa Coelho – e-mail: danielcoelhoc@gmail.com

Afiliações: ¹Escola de Educação Física, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil; ²Programa de Pós-Graduação em Saúde e Nutrição, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil; ³Escola de Educação Física e Programa de Pós-Graduação em Saúde e Nutrição, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil; ⁴Escola de Educação Física e Laboratório de Imunobiologia da Inflamação, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.

Abstract

Introduction: Low-grade chronic inflammation is caused by aging and interferes with most tissues' of body metabolism. The literature indicates that the practice of strength training reduces the harmful effects caused by chronic inflammation (diabetes, hypertension and sarcopenia). However, biological aspects can stimulate different responses in men and women.

Objective: To evaluate the effect of long-term strength training (19 weeks) on inflammatory biomarkers CRP and IL-8, strength and anthropometric parameters in apparently healthy elderly people of both sexes.

Methods: Experimental longitudinal study (19 weeks) in which 40 physically active and healthy elderly (63.90±5.80 years) participated, 14 men and 26 women. The intervention included a strength training program involving large muscle groups, performed three times a week on non-consecutive days, training intensity that progressed 60% to 85% of one repetition maximum (1RM) and 8 to 15 repetitions. Plasma levels of C-reactive protein (CRP) and interleukin-8 (IL-8) were assessed in the first and last week of intervention. The case series format describes the characteristics of a group of patients with a specific disease or who underwent a certain procedure, thus, there was no presence of a control group.

Results: No differences in CRP and IL-8 concentrations were observed in either sex after the intervention.

Conclusion: Resistance training with progressive intensity of long duration (19 weeks) did not change the concentrations of serum inflammatory markers (IL-8 and CRP) in healthy elderly.

Keywords: physical exercise, strength training, inflammation.

Key Points

- No reductions in CRP and IL-8 concentrations were observed after the intervention.

- It was verified through the 1RM tests that the strength training was effective.

- Reductions in body composition were observed in participants of both sexes.

Efeitos do treinamento resistido sobre o perfil inflamatório de idosos saudáveis de ambos os sexos: série de casos

Introdução

O aumento da expectativa de vida é um resultado dos avanços tecnológicos relacionados a área de saúde nos últimos anos. Em 2050, a expectativa de vida nos países em desenvolvimento, será de 82 anos para homens e 86 para mulheres, ou seja, 21 anos a mais do que os 62,1 e 65,2, respectivamente, em 2017. O envelhecimento populacional traz consigo alguns problemas de saúde que podem impactar o aspecto social de idosos, dentre eles a sarcopenia. A sarcopenia é a perda massa muscular(1), que pode tornar-se fator limitante de mobilidade e independência.

A etiologia da sarcopenia é multifatorial, ou seja, depende de várias causas, provavelmente interligadas, que interferem no seu desenvolvimento e progressão(2). A ligação entre inflamação crônica e perda muscular tem sido relacionada com o efeito do desequilíbrio homeostático em nível

muscular entre a síntese proteica e o catabolismo(3), contribuindo com a perda da capacidade regenerativa das células satélites e, conseqüentemente, para a sarcopenia(4).

Um dos fatores que tem sido fortemente relacionado a sarcopenia, trata se da inflamação crônica de baixo grau no sistema circulatório. O processo inflamatório acontece através de alterações nos mediadores anabólicos e catabólicos. A diminuição das concentrações séricas de hormônios anabólicos como: a testosterona, o hormônio do crescimento (Growth Hormone: GH), a insulina e o Insulin-like Growth Factor-1 (IGF-1), gera o catabolismo muscular. A queda do GH e IGF-1 reduz o recrutamento das células satélites no tecido muscular e a síntese proteica. Com isso, há o aumento da produção de mediadores inflamatórios como as citocinas pró-inflamatórias, e dos marcadores inflamatórios produzidos pelos

hepatócitos que aceleram o processo de catabolismo muscular. Por outro lado, com o aumento da produção desses mediadores inflamatórios há uma redução de mediadores anti-inflamatórios(5).

A inflamação crônica de baixo grau é decorrente do envelhecimento, e interfere no metabolismo de grande parte dos tecidos corporais(6). Uma forma de colaborar para redução da inflamação crônica de baixo grau é através do treinamento resistido(7).

A proteína C reativa (polymerase chain reaction: PCR), descrita inicialmente em 1930, é uma proteína de fase aguda que é sintetizada pelo fígado e regulada por citocinas, principalmente a interleucina 6 (Interleukin 6: IL-6), o fator de necrose tumoral alfa (*Tumor necrosis factor-alpha*: TNF- α) e a interleucina 1 beta (Interleukin 1 Beta: IL-1 β). Sua síntese ocorre preferencialmente no fígado, porém, também pode ser sintetizada por adipócitos e tecido arterial, sendo um marcador inespecífico de inflamação sistêmica(8). A PCR é um sinalizador inflamatório, índices de PCR elevados indicam alto risco para doenças cardiovasculares(9,10). A PCR está associada a progressão e desenvolvimento da placa aterosclerótica e tem sido bastante estudado em investigações que envolvem a prática do exercício físico(11). Tem-se observado que o exercício progressivo de longa duração altera os níveis plasmáticos de PCR, diminuindo suas concentrações ou contribuindo para redução do perfil inflamatório de baixo grau(12,13) Porém alguns estudos não encontraram os mesmos resultados(14,15). Alguns achados da literatura(16,17) indicam que as mulheres possuem níveis elevados de PCR em comparação aos homens.

A interleucina-8 (Interleukin-8: IL-8) é um membro importante da família das quimiocinas. A principal atividade da IL-8 é o grande estímulo migratório para as células do sistema imune, principalmente os neutrófilos, caracterizando um aumento da expressão de moléculas de adesão por células endoteliais. Além de ativar polimorfonucleares neutrofilicos, aumentando o metabolismo oxidativo(18).

Após exercícios intensos de longa duração ocorre diminuição da funcionalidade de algumas células, e a alteração da expressão de citocinas específicas pode ter o objetivo de inibir uma resposta contra os próprios tecidos(12-13), principalmente, em situações de exercício extremo. Tem-se observado a presença de IL-8 muscular, mas não em níveis séricos pós treinamento resistido sugerindo ação local e angiogênese(19). Diante dos estudos que avaliam a eficiência do exercício treinamento resistido na diminuição dos efeitos maléficos da sarcopenia(19-21), a maioria dos achados dizem a respeito de intervenções utilizando de exercícios aeróbicos, dessa forma, é de grande relevância avaliar como o treinamento resistido pode ser utilizado na melhora desse quadro. Com isso o presente estudo buscou avaliar o efeito de uma intervenção de treinamento de força, de longa duração (19 semanas) sobre: os biomarcadores inflamatórios PCR e IL-8, parâmetros antropométricos e força, em idosos aparentemente saudáveis de ambos os sexos.

Métodos

Desenho de estudo e amostra

Estudo experimental, longitudinal (19 semanas), em um trabalho realizado no formato de série de casos, que descreve as características de um grupo de pacientes com uma doença específica ou que foram submetidos a um determinado procedimento. Sendo assim, nenhum grupo controle é utilizado nesse tipo de estudo, embora a discussão compare os resultados com outros publicados na literatura. A amostra foi por conveniência, tendo sido convidados para participar do estudo 66 idosos. O cálculo amostral foi feito através da fórmula para comparação de grupos pareados com variável quantitativa, proposta por Miot et al.(22), levando em consideração o nível de confiança de 95% e poder de 80%. Os critérios de inclusão foram: ter idade igual ou superior a 60 anos; e realizar avaliação médica e física para comprovar condições de saúde que permitem a prática de atividade física

(treinamento de força). Os critérios de exclusão foram apresentar doenças como: diabetes não controlada; hipertensão arterial não controlada; dislipidemia não controlada; doenças cardíacas; osteoporose; doenças pulmonares ou outra que impeça de realizar o treinamento resistido; possuir frequência no programa de treinos menor que 70%; indivíduos que utilizassem de medicamentos anti-inflamatórios, cirurgia nos últimos 12 meses ser fumante ter feito dieta para perda de peso nos últimos três meses.

Aspectos éticos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de Ouro Preto (CAAE: 02761918.0.0000.5150). Os idosos interessados em participar do estudo foram avisados sobre os riscos relacionados aos procedimentos do estudo antes de assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Variáveis de estudo

Os desfechos primários foram os níveis plasmáticos de PCR e IL-8. Os desfechos secundários foram os parâmetros antropométricos e força. A variável de exposição foi a intervenção: o programa de treinamento de força. Idade foi a covariável utilizada no critério de inclusão.

Proteína C reativa (PCR)

Os níveis sanguíneos de PCR (desfecho primário) são um marcador inflamatório, que em situação saudável, em idosos, deve se apresentar com valores entre 1,0 e 3,0 mg/L. Valores acima de 3,0 mg/L são classificados como de alto risco para desenvolver uma doença cardíaca(8).

Interleucina 8 (IL-8)

A IL-8 (desfecho primário) tem como principal função o grande estímulo migratório para as células do sistema imune, principalmente os neutrófilos, caracterizando um aumento da expressão de moléculas de adesão por células endoteliais(12).

Força

A força dos idosos (desfecho secundário) foi avaliada através do teste 1RM realizado

nas fases pré e pós-intervenção nos exercícios: puxada anterior, supino e remada sentada.

Parâmetros antropométricos

Para a avaliação dos parâmetros antropométricos (desfecho secundário) foram aferidas as medidas antropométricas: massa corporal (peso em kg); altura (m); e perímetros de cintura e quadril(23). O percentual de gordura corporal (%GC) foi calculado por meio do somatório de quatro dobras cutâneas: dobra cutânea tricúspita (DCT), dobra cutânea bicipital (DCB), dobra cutânea subescapular (DCSE) e dobra cutânea suprailíaca (DCSI), segundo a equação de Durnin e Womersley(24). O Índice de Massa Corporal (IMC) foi calculado por meio da fórmula: $\text{peso}(\text{kg})/\text{altura}(\text{m})^2$ (25).

Procedimento experimental

Os participantes foram submetidos a um programa de treinamento de força de 19 semanas com intensidade progressiva envolvendo grandes grupamentos musculares. O fluxograma está expresso na Figura 1. Todos os voluntários se submeteram a avaliações antropométricas, um teste de repetição máxima (1RM), para avaliação da força dinâmica e coletas sanguíneas, o desfecho primário do estudo consistiu em avaliação dos níveis plasmáticos de PCR e IL-8, nas fases pré e pós-intervenção.

A força máxima dinâmica foi avaliada por meio do protocolo descrito por Brzycki(26), para o teste de uma repetição máxima (1RM), que consistiu em cinco tentativas com no máximo 10 repetições

Anteriormente à execução do Teste de (1RM), os idosos passaram pela familiarização aos exercícios que seriam realizados durante o teste, que foram feitos com carga mínima e considerando as limitações individuais de cada participante. Logo após, foi aplicado o teste de uma repetição máxima (1RM). O teste de predição 1RM constitui-se em cinco tentativas com no máximo 10 repetições dos seguintes exercícios e aparelhos: puxada anterior (supinada), supino (barra ou aparelho), remada sentada, cadeiras

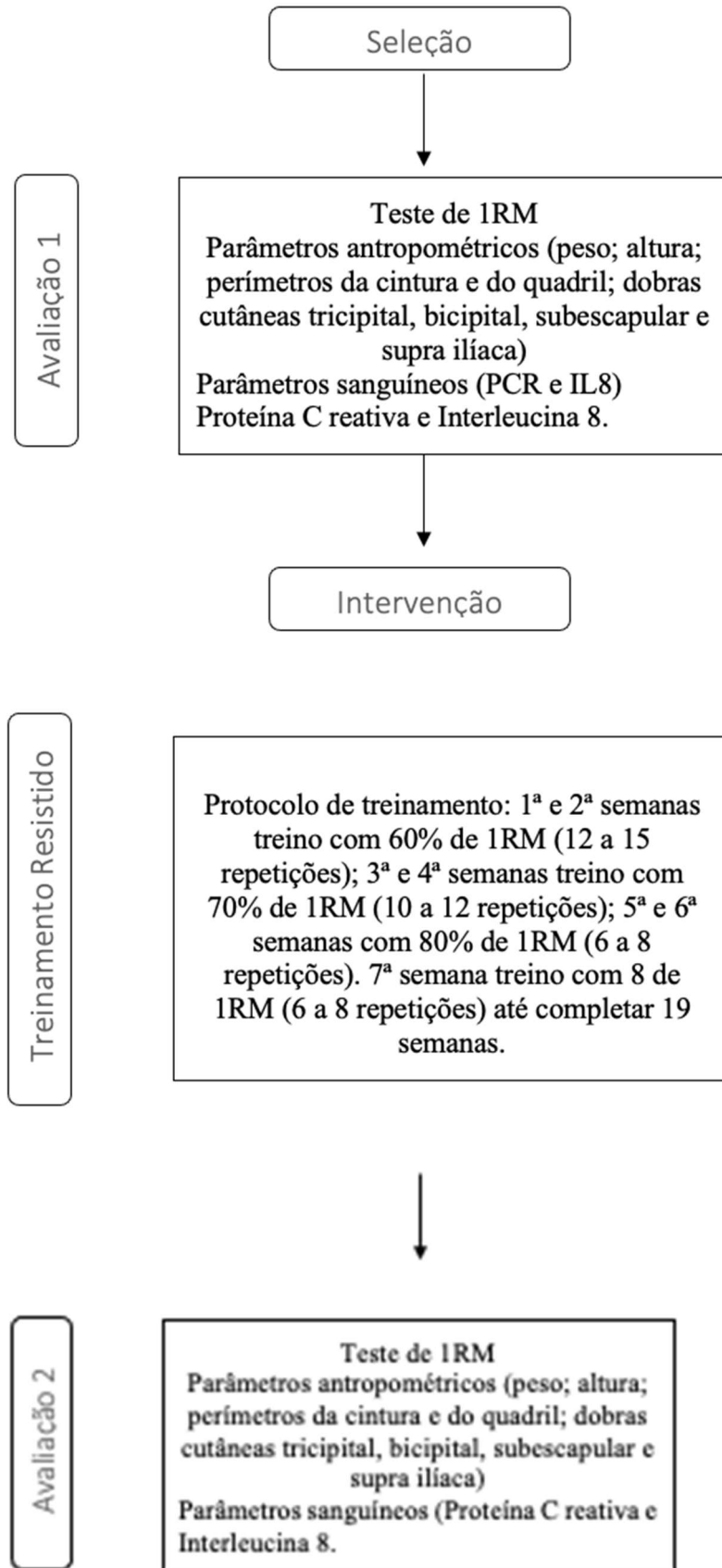


Figura 1 – Fluxograma do desenho experimental com intervenção de treinamento de força em idosos com duração de 19 semanas.

extensora e flexora. Entre as tentativas ocorreu uma pausa de cinco minutos e a progressão dos pesos aconteceu de forma gradativa, de acordo com a percepção dos avaliadores sobre o esforço dos idosos durante o teste. As cargas eram submáximas e com isso seguras.

Após os resultados do teste de 1RM, as cargas de treinamento foram prescritas de acordo com o percentual de carga máxima, calculado pela equação de Brzycki (1993), onde $1RM = (100 \times \text{carga}) \div [102,78 - (2,78 \times \text{número de repetições})]$ realizada, assim como recomendado pelos protocolos descritos por Chodzko-Zajko et al.(27) e Liu e Latham et al.(28). Esses estudos descreveram sobre programas de treinamento resistido para idosos. Na 1ª e 2ª semana os idosos treinaram com 60% de 1RM (12 a 15 repetições), na 3ª e 4ª semana treinaram com 70% (10 a 12 repetições) e na 5ª e 6ª semana com 80% (6 a 8 repetições). A partir da 7ª semana treinaram com 85% da carga de 1RM (6 a 8 repetições) até que se completem as 19 semanas de treinamento.

A velocidade de execução dos exercícios foi de dois segundos na fase excêntrica e dois segundos na fase concêntrica do movimento. A frequência do treinamento foi de três vezes por semana, sendo realizado em dias não consecutivos. Priorizou-se a seleção de exercícios com grandes grupos musculares. Os voluntários faziam expiração na fase concêntrica e inspiração na fase excêntrica sem interrupções. A intervenção foi checada e acompanhada para evitar possíveis manobras de Valsava.

Análise estatística

Os dados brutos foram analisados para verificar a existência de outliers que quando identificados foram removidos automaticamente pelo programa estatístico. O Prisma sugere o uso do método ROUT. Esse método pode identificar um ou mais outliers no mesmo conjunto de dados e para detectar os outliers utiliza uma regressão não linear para ajustar os dados à uma curva. Assim, os outliers são marcados pelo programa e o pesquisador também pode optar por deixar o programa removê-los

automaticamente, como foi feito nesse estudo. Em seguida a normalidade dos dados foi verificada utilizando-se o teste de Shapiro-Wilk. Para os dados que não seguiram a distribuição normal, foi utilizado o teste não paramétrico de Wilcoxon. Os dados foram apresentados como: média, mediana e percentis, mostrando também intervalos de confiança e coeficientes de variação (CV). Esse teste foi escolhido, pois, a comparação de homens versus mulheres não faria sentido para interpretação desses dados, assim comparou-se apenas homens antes *versus* homens depois, e comparou-se mulheres antes *versus* mulheres depois.

Para os dados que seguiram a distribuição normal foi utilizado o teste de Análise de variância (ANOVA two-way), seguido do pós-teste de Bonferroni. O nível de significância adotado para aceitar as diferenças significativas foi fixado em $p < 0,05$. Os dados estão representados como mediana e percentis para dados não paramétricos e como média e desvio padrão para dados paramétricos.

Resultados

A amostra foi por conveniência, tendo sido convidados para participar do estudo 66 idosos, 9 desses idosos se encaixaram nos critérios de exclusão (3 fumantes, 4 por uso de medicamentos anti-inflamatórios e 2 por prática de exercício resistido nos últimos 6 meses antes da intervenção). Dos 57 idosos, 17 foram excluídos por não cumprir o critério de 75% frequência durante a intervenção. Participaram da intervenção 40 idosos fisicamente ativos e saudáveis com idade de $63,90 \pm 5,80$ anos; massa corporal de $72,08 \pm 13,78$ kg e estatura de $161 \pm 0,08$ cm.

A intervenção não promoveu alterações significativas no IMC. Na Tabela 1 é possível observar que, após 19 semanas de intervenção, não houve diferença significativa nas alterações do IMC segundo sexo.

O perímetro da cintura foi reduzido significativamente apenas para mulheres após 19 semanas de treinamento. O perímetro do quadril também não sofreu

Tabela 1 – Diferenças em parâmetros antropométricos e força após intervenção de 19 semanas de treinamento resistido em idosos de ambos os sexos (n=40)

Parâmetros	Mulher			Homem			Fator Sexo	Fator Treino	Interação
	Antes	Depois	<i>P</i>	Antes	Depois	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>
IMC	28,02 ± 5,1	27,93± 4,6	1,0000	27,52 ± 3,5	27,42 ± 3,6	0,8089	0,7094	0,4817	0,4955
PC	87,81 ± 11,2	84,78± 11,1	0,0160	93,68 ± 7,5	91,43 ± 7,8	0,0889	0,2878	0,0025	0,8458
PQ	102,0 ± 10,2	101,3± 9,1	1,0000	97,10 ± 8,2	99,57 ± 7,9	0,2182	0,2648	0,3542	0,0958
PB	30,73 ± 4,08	30,77± 4,05	1,0000	29,52 ± 4,18	31,38± 2,86	0,0035	0,5777	0,0057	0,0077
PP	36,16 ± 3,08	36,24 ± 2,91	1,0000	35,72 ± 4,70	37,69 ± 3,19	1,0000	0,6406	0,0044	0,0079
%GC	41,49 ± 6,03	37,87 ± 4,31	<0,0001	32,94 ± 4,97	28,59 ± 3,87	<0,0000	<0,0001	<0,0001	0,5134
Puxada (kg)	39,38 ± 8,33	55,58 ±13,49	<0,0001	55,58 ± 13,49	70,89 ± 11,97	0,8985	0,0768	<0,0001	0,7304
Supino (kg)	35,88 ± 10,60	56,66 ± 20,81	0,0005	56,66 ± 20,81	66,13 ± 20,67	0,2953	0,7300	<0,0001	0,8985
Remada (kg)	54,68 ± 8,79	75,04 ± 15,15	0,0036	75,04 ± 15,15	89,72 ± 15,57	0,9999	0,0873	<0,0001	0,2163

Dados com distribuição normal, expressos como média ± desvio padrão. Análise de variância (ANOVA Two Way) seguida do pós-teste de Bonferroni (*p* = pós-teste de Bonferroni). **IMC** = Índice de massa corporal; **PC** = Perímetro da cintura; **PQ** = Perímetro do quadril; **PB** = Perímetro do braço; **PP** = Perímetro da panturrilha; **%GC** = Percentual de gordura.

influência do treinamento, em nenhum dos sexos. Os perímetros do braço e da panturrilha apresentaram aumentos significativos por efeito do treinamento apenas para o sexo masculino. Após a intervenção, não foram observadas diferenças nos níveis plasmáticos dos

marcadores inflamatórios PCR e IL-8, tanto em homens quanto em mulheres.

No Gráfico 1, é possível observar que não houve diferenças nos níveis plasmáticos do marcador PCR, tanto em homens quanto em mulheres. Assim como em relação à IL-8 representada no Gráfico 2.

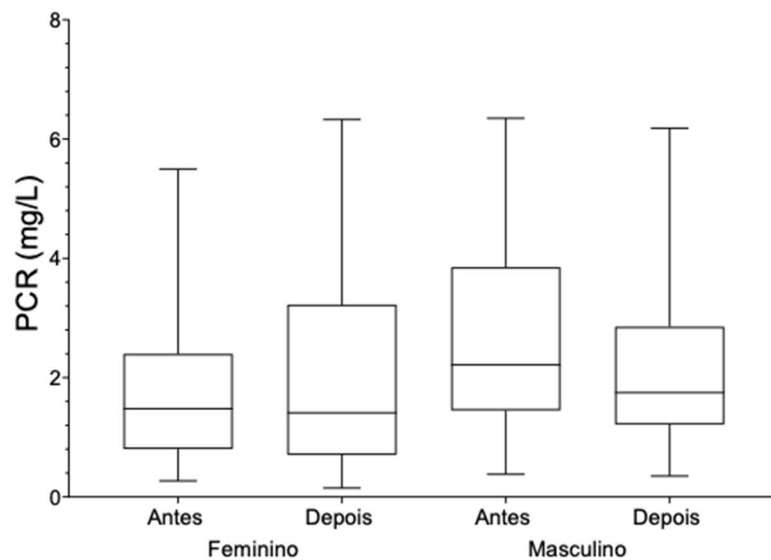


Gráfico 1 – Valores de proteína C reativa (PCR) antes e após a intervenção segundo sexo.

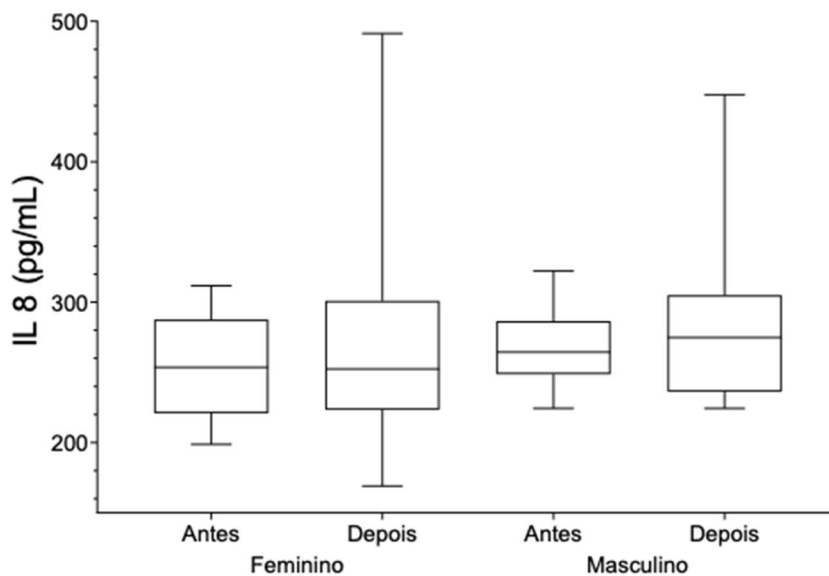


Gráfico 2 – Valores de interleucina 8 (IL-8) antes e após a intervenção segundo sexo.

Discussão

Neste estudo, foi avaliado o efeito do treinamento resistido com intensidade progressiva de longa duração sobre as concentrações de marcadores inflamatórios como IL-8 e PCR entre homens e mulheres idosos saudáveis. Não foram observadas diferenças nos níveis plasmáticos dos marcadores inflamatórios PCR e IL-8 após a intervenção, tanto em homens quanto em mulheres (Gráficos 1 e 2). Considerando as variáveis PCR e sexo, alguns estudos observaram um dimorfismo sexual nas concentrações de PCR, como foi observado nos estudos de Fernandes et al.(9) em que as mulheres possuíam níveis de PCR significativamente mais altos que os homens, mesmo após ajuste para IMC e outros tradicionais fatores de risco. Outro estudo realizado por Garcia et al.(10) verificou que mulheres com doenças relacionadas à síndrome metabólica possuem níveis mais elevados de PCR quando comparadas com homens com doenças relacionadas à síndrome metabólica, sugerindo diferenças associados ao gênero nos marcadores inflamatórios.

Analisando os resultados obtidos, observa-se adesão dos participantes, visto a frequência dos mesmos durante a intervenção. Tendo em vista os resultados obtidos, percebe-se que o treinamento de força se mostrou eficaz, uma vez que ocorreram melhoras no desempenho dos testes de 1RM. Além disso, ocorreu redução das medidas antropométricas e composição corporal para ambos os grupos(Tabela 1).

O perímetro da cintura é utilizado como preditor de risco cardiovascular, visto que possui capacidade de refletir acúmulo de gordura intra-abdominal ou visceral(29). A Organização mundial da saúde(30) define os seguintes pontos de corte para circunferência da cintura; valores de PC acima de 94 e 80 cm para homens e mulheres respectivamente, são considerados como alto risco para o desenvolvimento dessas comorbidades. Em relação ao perímetro da cintura à PCR, na presente intervenção, inicialmente, as mulheres se encontravam em alto risco

cardiovascular(30) ($87,21 \pm 11,2$ cm), após a intervenção houve uma redução neste valor, porém a classificação se manteve ($84,78 \pm 11,1$ cm), o que, ainda não alcançou o ideal, visto que estes resultados indicam uma maior distribuição de gordura corporal na parte superior do corpo, o que representa aumento de risco.

Quanto ao %GC foram observadas reduções em ambos os grupos, antecedente a intervenção os valores foram de $32,94 \pm 4,97\%$ e $43,04 \pm 18,66\%$ para homens e mulheres, de modo respectivo. Após os protocolos de treinamento verificou-se uma redução de aproximadamente 3% para ambos os sexos (Tabela 1). Nesse contexto, como não ocorreram mudanças na massa corporal total (peso) dos voluntários, é plausível tenham ocorrido ganhos em massa muscular, considerando os acréscimos perimetrais do braço e da panturrilha. A literatura mostra que o PB aponta a circunferência deste membro abrangendo massa muscular, massa óssea e gordura subcutânea e que a PP, além de ser utilizada para a avaliação da massa muscular, é também um importante indicativo de capacidade funcional e até índice de mortalidade em idosos(31). Os resultados do presente estudo, a respeito do biomarcador inflamatório IL8, estão de acordo com os encontrados por Buford et al.(21) que avaliaram efeitos agudos do treinamento de força nos biomarcadores inflamatórios em mulheres fisicamente ativas, em fase de pós-menopausa e que não estavam fazendo uso de terapia de reposição hormonal. As participantes completaram uma sessão de treinamento de força para a parte inferior do corpo. Posteriormente realizaram uma biópsia de tecido muscular na perna além de terem sido coletadas amostras de sangue. Como resultado, os autores verificaram que houve regulação positiva significativa de IL-8 muscular, mas, não houve alteração sérica de IL-8. Outro estudo realizado em mulheres, feito por Nicioli et al.(20), avaliou o efeito agudo da musculação em circuito sobre citocinas inflamatórias. Foram submetidas a intervenção 14 mulheres com média de idade de 40 anos. Nesse estudo, também não

foram observadas diferenças entre as concentrações plasmáticas de IL-8 nos momentos pré e pós-intervenção. Esses resultados indicam que o treinamento de força é capaz de aumentar a transcrição de mediadores inflamatórios dentro do músculo esquelético, mas não no sangue. Esses achados presentes na literatura permitem levantar-se a hipótese de que, no presente estudo, as mudanças nas concentrações de IL-8 podem ter ocorrido a nível intramuscular, não tendo sido perceptíveis no sangue, porém, devido a limitações técnicas essa hipótese não pode ser constatada.

No estudo de Gatta et al.(32), foi examinada a expressão de citocinas em amostras de biópsia muscular, antes e depois de uma sessão de exercício isocinético e do treinamento de força por 12 semanas em jovens e idosos. Como resultado, após o treinamento agudo, diferente da presente intervenção onde foi avaliado o efeito crônico, a expressão de IL-8 aumentou, tanto em jovens quanto em idosos. Os autores sugerem que os exercícios podem normalizar a resposta inflamatória, sendo extremamente importante para a regeneração e adaptação muscular em idosos.

Os estudos que mensuraram os efeitos crônicos do exercício físico sobre marcadores inflamatórios são mais raros. Os autores utilizaram, na sua maioria, o sangue, coletado antes e após as intervenções, caracterizando assim a análise aguda do protocolo de treinamento. Alguns trabalhos indicaram atenuação na produção e secreção das proteínas de fase aguda, maior produção e secreção de citocinas com função anti-inflamatória(33).

Outro estudo que verificou liberação de IL-8 intramuscular após a intervenção foi realizado por Akerstrom et al.(19), ao submeter dezessete voluntários saudáveis em dois protocolos independentes e diferentes da presente intervenção onde foram avaliadas 3 horas de exercício em bicicleta ergométrica a 60% de VO₂ máximo (n = 6) ou repouso (n = 5) e 3 horas de exercício extensor bilateral do joelho a 60% de carga de trabalho máxima (n=6),

apesar da semelhança dos participantes estarem saudáveis como no presente estudo, os resultados diferiram ao apresentar aumento das concentrações de IL-8, embora que intramuscular.

Gonçalves(19) diferente do presente estudo adotou como protocolo o treinamento combinado (musculação + treinamento aeróbico) ao submeter 24 idosos a intervenção de 16 semanas, ao contrário de presente trabalho foram encontradas reduções significativas nos níveis de IL-8 após a intervenção. Essa intervenção diferenciou-se do presente estudo por utilizar treinamento combinado. Ademais, no estudo de Forti et al.(34) foram observados aumentos nos níveis séricos de IL-8 após a intervenção. O público e período de treinamento diferenciou se do presente estudo, visto que foram avaliados 36 jovens por um período de 9 semanas.

Quanto aos resultados encontrados sobre os níveis séricos de PCR neste estudo eles não são um consenso na literatura. Donges et al.(14) determinaram os efeitos de 10 semanas de treinamento de força nos níveis de PCR, associações pré e pós-treinamento além de alterações da massa gorda corporal total em 102 indivíduos sedentários, independentemente de idade. Os autores encontraram redução dos níveis de PCR em 32,8%, quando comparam o período anterior e posterior ao treinamento. Essa intervenção diferenciou-se do presente estudo por encontrar redução nos níveis de PCR com um tempo menor e em indivíduos sedentários.

Mavros et al.(35) também utilizaram o treinamento de força como parâmetro ao submeter 103 participantes diabéticos do tipo II, em intervenção de treinamento por 12 meses. A dosagem de PCR foi usada para avaliar a inflamação sistêmica. A massa muscular esquelética e a massa gorda total foram determinadas por bioimpedância elétrica. Corroborando o presente estudo identificou-se que o treino de força não reduziu os níveis de PCR que foram associadas a aumento na massa muscular esquelética e reduções na massa gorda total.

Rech(11) buscou verificar os efeitos de um programa de treinamento de força por

12 semanas sobre a saúde vascular e sinalizadores inflamatórios circulantes de indivíduos idosos com diabetes tipo 2, ainda que os idosos não estavam fisicamente ativos pré intervenção, os resultados corroboram o presente estudo, visto que após a intervenção não foram encontradas diferenças nos níveis de PCR.

Nikseresht et al.(15) também não observaram alterações nos níveis de PCR, após a intervenção. Todavia o estudo foi realizado contando com público e protocolo de treinamento diferentes do presente trabalho, sendo que foram avaliados indivíduos obesos de meia idade, que foram submetidos a 12 semanas de treinamento de força combinado com treinamento aeróbio intervalado seguidos por um período de destreinamento. Em uma meta análise realizada por García-Hermoso et al.(10) foram observados estudos com intervenções de exercício físico em crianças e adolescentes com diagnóstico de excesso de peso ou obesos, os resultados não indicaram alterações nos níveis de PCR pós intervenção, essas intervenções apresentaram como diferencial para o presente estudo um público com jovens e obesos, o que permitiu serem observadas perdas de peso que foram associadas a melhorias em fatores como hipertensão, dislipidemia e índice de resistência á insulina. Por outro lado, alguns achados na literatura mostraram redução nos níveis plasmáticos de PCR após treinamento de força. Estudo realizado por Tomeleri et al.(36), bem como no presente trabalho, avaliou os níveis de PCR em mulheres, porém obesas, após treinamento de força. Foram submetidas a intervenção 62 mulheres obesas durante um período de 8 semanas, em que foi avaliado a concentração sérica de PCR, além da realização de aferições antropométricas, como o %GC corporal. Quanto ao resultado, foram notadas reduções dos níveis séricos de PCR e no percentual de tecido adiposo. Os autores sugerem que o tecido adiposo é o principal tecido associado à liberação de citocinas pró-inflamatórias circulantes. Assim, a redução da gordura no corpo observada no estudo

pode ter influenciado a produção de citocinas pró-inflamatórias, levando a redução nos níveis de PCR após a intervenção.

Martins et al.(37) investigaram o efeito do treinamento de força sobre PCR, composição corporal e perfil lipídico. O treinamento foi realizado três vezes por semana, durante 16 semanas, em 63 indivíduos sedentários com média de idade de 76 anos. Diferentemente do presente estudo, houve redução nos níveis séricos de PCR no grupo intervenção. Enquanto os resultados antropométricos assemelharam-se aos deste, visto que foram notadas reduções no %GC e melhoras no perfil lipídico em relação ao início do período de treinamento

Santiago et al.(13) buscaram avaliar os efeitos de oito semanas de TR sobre a composição corporal, força muscular e PCR em um grupo de idosas com 10 participantes obesas que foram submetidas a oito semanas de treinamento resistido realizado três vezes por semana. Apesar do protocolo de treinamento ser semelhante ao do presente estudo, embora que tenha contado apenas com participantes obesas, foram encontradas reduções nos níveis de PCR após a intervenção, o que segundo os autores pode ter ocorrido pelo fato de que, o exercício físico induz redução da massa gorda devido a mobilização dos lipídios e estimulação da lipólise que é regulada pela lipase e ativada pela estimulação beta-oxidativa, sendo assim, aumentando a captação e oxidação de ácidos graxos pelo músculo esquelético, servindo de substrato energético pelo mecanismo do ciclo glicose-ácido graxo refletindo diretamente na diminuição do tecido adiposo e, por conseguinte, na redução nas concentrações séricas de marcador inflamatório (PCR), sendo este um evento benéfico, pois tem uma ação protetora contra doenças cardiovasculares.

Há poucos estudos na literatura quanto aos efeitos crônicos do treinamento de força sobre os níveis séricos de PCR e IL-8. Dentre os quais, alguns se alinham aos resultados encontrados na presente investigação(34,9) e outros que

encontraram diferenças significativas nesses marcadores, o que sugere que não há consenso e que mais estudos sobre o tema devem ser conduzidos para clarificar a questão.

Pontos fortes e limitações do estudo

Um ponto forte do estudo foi que há poucos estudos na literatura que tenham investigado os efeitos crônicos do treinamento físico sobre marcadores inflamatórios, nesse contexto, o presente estudo veio contribuir para agregar conhecimento ao tema.

A presente intervenção apresentou algumas limitações. Uma delas, foi a falta de um grupo controle que seria importante para esclarecer diferenças entre os grupos, entretanto, face à controvérsia existente na literatura quanto aos efeitos crônicos do treinamento físico sobre marcadores séricos inflamatórios, a relevância do estudo não foi prejudicada.

Outra limitação foi a falta de análises intramusculares, pois, conforme se observa na literatura em estudos prévios, embora não sejam observadas diferenças séricas em IL-8, as análises intramusculares de IL-8 possibilitariam a identificação de diferenças entre as fases pré e pós intervenção em decorrência da intervenção.

Conclusão

O presente estudo buscou verificar a eficácia do treinamento resistido em reduzir a inflamação crônica de baixo grau, avaliando o efeito de uma intervenção de treinamento de força de 19 semanas sobre os biomarcadores inflamatórios PCR e IL-8, parâmetros antropométricos e força, em idosos aparentemente saudáveis de ambos os sexos. O treinamento resistido com intensidade progressiva em treinamento longa duração (19 semanas) não alterou as concentrações de marcadores inflamatórios séricos (IL-8 e PCR) em idosos saudáveis e promoveu diminuição significativa no percentual de gordura, com indicativos de aumento de massa magra, benefícios que se associam à diminuição da inflamação sistêmica. Sendo assim, recomenda-se o exercício físico como uma alternativa

aplicável, prática e de baixo custo como uma intervenção no quadro de inflamação crônica de baixo grau em idosos.

Declaração de conflito de interesses

Não há nenhum conflito de interesses em relação ao presente estudo.

Declaração de financiamento

Estudo conduzido sem financiamento.

Referências

1. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. [Online] 2019;48(1):16–31. Available from: doi:10.1093/ageing/afy169.
2. Confortin SC, Ono LM, Barbosa AR, Orsi E. Sarcopenia e sua associação com mudanças nos fatores socioeconômicos, comportamentais e de saúde: Estudo EpiFloripa Idoso. *Cadernos de Saúde Pública*. [Online] 2018;34. Available from: <https://doi.org/10.1590/0102-311x00164917>.
3. Jo E, Lee SR, Park BS, Kim JS. Potential mechanisms underlying the role of chronic inflammation in age-related muscle wasting. *Aging Clinical and Experimental Research*. [Online] 2012;24(5):412–22. Available from: doi: 10.3275/8464.
4. Alway SE, Mayers MJ, Mohamed JS. Regulation of satellite cell function in sarcopenia. *Frontiers in Aging Neuroscience*. [Online] 2014;22(6). Available from: doi: 10.3389/fnagi.2014.00246.
5. Margutti KMM, Schuch NJ, Schwanke CHA. Inflammatory markers, sarcopenia and its diagnostic criteria among the elderly: a systematic review. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*. [Online] 2017;20(3):441–53. Available from: doi: 10.590/1981-22562017020.160155.
6. Piovesan R, Ribeiro S. Inflammaging: Inflamação sistêmica e de baixo grau decorrente do envelhecimento. *Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia*. [Online] 2016;43(14):244-54.
7. Guedes JM, Pireri BLS, Luciano TF, Marques SO, Guglielmo LGA, Souza CT. Exercícios físicos de resistência,

- hipertrofia e força muscular reduzem igualmente adiposidade, inflamação e resistência à insulina em camundongos obesos. *Einstein*. [Online] 2018;16(4):1-9. Available from: doi: 10.31744/einstein_journal/2020AO4784.
8. Villacorta H, Masetto AC, Mesquita ET. C-reactive protein: An inflammatory marker with prognostic value in patients with decompensated heart failure. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. [Online] 2007;88(5):585-9. Available from: doi: 10.1590/s0066-782x2007000500014.
 9. Fernandes AC, Gazzinelli A, Velásquez-Meléndez G. Associação entre medidas de adiposidade, variáveis demográficas e bioquímicas com os níveis séricos de proteína C-reativa em população rural. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* [Online] 2009;59(1):54-60.
 10. Garcia VP, Rocha HNM, Sales ARK, Rocha NG, Nóbrega ACL. Diferenças na Proteína C Reativa Ultrassensível associado ao gênero em Indivíduos com Fatores de Risco da Síndrome Metabólica. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. [Online] 2016; 106(3) Available from: doi: <https://doi.org/10.5935/abc.20160027>
 11. Rech A. *Efeitos do treinamento de força sobre a saúde vascular e sinalizadores inflamatórios em indivíduos idosos diabéticos do tipo 2*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2017; Available from: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/172961> [Accessed: 10th September 2021].
 12. García-Hermoso A, Sánchez-López M, Escalante Y, Saavedra JM, Martínez-Vizcaíno V. Exercise-based interventions and C-reactive protein in overweight and obese youths: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Pediatric Research*. *Nature Publishing Group*; [Online] 2016;522–7. Available from: doi: 10.1038/pr.2015.274.
 13. Santiago LÂM, Lima Neto LG, Santana PVA, Mendes PC, Lima WKR, Navarro F. Treinamento resistido reduz riscos cardiovasculares em idosos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. [Online] 2015;21(4):261–5.
 14. Donges CE, Duffield R, Drinkwater EJ. Effects of resistance or aerobic exercise training on interleukin-6, C-reactive protein, and body composition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. [Online] 2010;42(2):304–13. Available from: doi: 10.1249/MSS.0b013e3181b117ca.
 15. Nikseresht M, Sadeghifard N, Agha-Alinejad H, Ebrahim K. Inflammatory markers and adipocytokine responses to exercise training and detraining in men who are obese. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. [Online] 2014;28(12):3399–410. Available from: doi:10.1519/jsc.0000000000000553.
 16. Fernandes AC, Gazzinelli A, Velásquez-Meléndez G. Associação entre medidas de adiposidade, variáveis demográficas e bioquímicas com os níveis séricos de proteína C-reativa em população rural. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* [Online] 2009;59(1):54-60.
 17. Garcia VP, Rocha HNM, Sales ARK, Rocha NG, Nóbrega ACL. Diferenças na Proteína C Reativa Ultrassensível associado ao gênero em Indivíduos com Fatores de Risco da Síndrome Metabólica. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. [Online] 2016; 106(3) Available from: doi: <https://doi.org/10.5935/abc.20160027>.
 18. Zwahlen R, Walz A, Rot A. In vitro and in vivo activity and pathophysiology of human interleukin-8 and related peptides. *International Review of Experimental Pathology*. [Online] 1993; 34:27-42.
 19. Akerstrom T, Steensberg A, Keller P, Keller C, Penkowa M, Pedersen BK. This article has been retracted Exercise induces interleukin-8 expression in human skeletal muscle. *The Journal of Physiology*. [Online] 2005;563(2):507–16. Available from: doi: 10.1113/jphysiol.2011.213231.
 19. Gonçalves I. *Efeito do treinamento combinado em idosos nas variáveis de capacidade funcional, fisiológicas, bioquímicas e de marcadores inflamatórios*. São Paulo:Universidade Federal de Mogi das Cruzes;2013.
 20. Nicioli C. *Efeitos do treinamento de musculação em circuito sobre a aptidão cardiorespiratória e citocinas plasmáticas IL-6,IL8,IL-10,TNF,IL-1 β e IL-12p70 em mulheres saudáveis*. São Paulo: Universidade Federal de São Carlos; 2008.

21. Buford T, Cooke M, Willoughby D. Resistance exercise-induced changes of inflammatory gene expression within human skeletal muscle. *European Journal of Applied Physiology*. [Online] 2009;107:463–71. Available from: doi: 10.1007/s00421-009-1145-z.
22. Miot HA. Tamanho da amostra em estudos clínicos e experimentais. *Jornal Vascular Brasileiro*. [Online] 2011;10(4):275–8. Available from: doi:10.1590/S1677-54492011000400001.
23. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. *Human Kinetics Books*. [Online] 1988. Available from: doi:10.1249/00005768-199208000-00020
24. Durnin JVGA, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition*. [Online] 1974;32(1):77–97. Available from: doi: 10.1079/bjn19740060.
25. Caltran P, Silva SC, Pope S, Fornari JV, Barnabé AS, Arçari DP et al. Utilização do índice de massa corporal para estimativa do estado nutricional de funcionários de uma empresa do ramo químico. *Educação em Foco*. [Online] 2013; 103-112.
26. Brzycki M. Strength Testing—Predicting a One-Rep Max from Reps-to-Fatigue. *Journal of Physical Education Recreation & Dance*. [Online] 1993;64(1):88–90. Available from: doi:10.1080/07303084.1993.10606684.
27. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Singh MAF, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, et al. Physical activity for older adults. *Medicine & Science in Sport & Exercise*. [Online] 2009;41:1510-1530. Available from: doi:10.1249/MSS.0b013e3181a0c95c.
28. Lio C. e Latham, N.K. Progressive resistance strength training for improving physical functions in older adults. *Cochrane database of systematic reviews*. [Online] 2009 (3): 1-211 Available from: doi: 10.1002/14651858.CD002759.pub2.
29. Oliveira LF, Rodrigues PAS. Waist circumference: measurement protocols and their practical applicability. *Nutr - Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde*. [Online] 2016;3:90–5. Available from: doi: 10.5935/2359-4802.20180080
30. Romieu M, Orsetti A, Jaffiol C. Comparaison de la reponse endocrinienne sous deux modes d'anesthesie: neroleptanalgesie de type chloprothixene dextromoramide et anesthesie veineuse de type alfadione fentanyl. *Annales de l'Anesthesiologie Francaise*. [Online] 1975;16(9):711–20.
31. Pagotto VI, Ferreira Santos KI, Gomes Malaquias SI, Márcia Bachion MI, Aparecida Silveira EI. Circunferência da panturrilha: validação clínica para avaliação de massa muscular em idosos Calf circumference: clinical validation Pagotto, V. I., Ferreira dos Santos, K. I., Gomes Malaquias, S. I., Márcia Bachion, M. I., & Aparecida Silveira, E. I. (2018). *Revista Brasileira de Enfermagem*. [Online] 2018;71(2):343–50.
32. Della Gatta PA, Garnham AP, Peake JM, Cameron-Smith D. Effect of exercise training on skeletal muscle cytokine expression in the elderly. *Brain Behavior and Immunity*. [Online] 2014;39:80–6. Available from: doi: 10.1016/j.bbi.2014.01.006.
33. Petersen AMW, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. *Journal of Applied Physiology*. [Online] 2005;98(4):1154–62. Available from: doi:10.1152/jappphysiol.00164.2004
34. Forti LN, Roie EV, Njemini R, Coudyzer W, Beyer I, Delecluse C, Bautmans I. Effects of resistance training at different loads on inflammatory markers in young adults. *European Journal of Applied Physiology*. [Online] 2017, Available from; doi:10.1007/s00421-017-3548-6.
35. Mavros Y, Kay S, Simpson KA, Baker MK, Wang Y, Zhao RR, et al. Reductions in C-reactive protein in older adults with type 2 diabetes are related to improvements in body composition following a randomized controlled trial of resistance training. *Journal Cachexia, Sarcopenia and Muscle*. [Online] 2014;5(2):111–20. Available from: doi:10.1007/s13539-014-0134-1.
36. Tomeleri CM, Ribeiro AS, Souza MF, Schiavoni D, Schoenfeld BJ, Venturini D, et al. Resistance training improves

inflammatory level, lipid and glycemic profiles in obese older women: A randomized controlled trial. *Experimental Gerontology* . [Online] 2016;84:80–7. Available from: doi: 10.1016/j.exger.2016.09.005.

37. Martins RA, Veríssimo MT, Coelho E Silva MJ, Cumming SP, Teixeira AM. Effects of aerobic and strength-based training on metabolic health indicators in older adults. *Lipids in Health and Disease*. [Online] 2010;9:1–6. Available from: doi: 10.1186/1476-511X-9-76.