

INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE A APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA EM IDOSOS

Nádia Souza Lima da Silva¹
 Gabriela Rezende de Oliveira Venturini¹
 Joaquim Damasceno³
 Paulo de Tarso Veras Farinatti^{1,2}

RESUMO

Muito já se conhece sobre os efeitos do treinamento contrarresistência em jovens, mas ainda pairam dúvidas sobre sua influência na melhoria do sistema cardiorrespiratório, principalmente quando se trata de indivíduos mais velhos. Assim, o presente estudo teve por objetivo verificar a influência do treinamento resistido sobre a aptidão cardiorrespiratória de idosos. Participaram do estudo 10 indivíduos idosos ($69 \pm 5,4$), sedentários, de ambos os sexos. A massa corporal, a estatura, a força muscular isocinética e o consumo de O_2 em um teste cardiorrespiratório sub-máximo foram coletados antes e após cinco meses de treinamento contra resistência. Para comparação das variáveis observadas foi aplicado um Teste T para medidas repetidas. Um $p \leq 0,05$ foi adotado para determinar o nível de significância. Houve diminuição significativa do consumo de O_2 relativo ($p=0,003$) e total ($p=0,002$) para o mesmo esforço realizado, uma vez que o tempo gasto para a realização dos dois testes não foi estatisticamente diferente ($p=0,08$). Não houve diferença significativa no acréscimo de força isocinética após os cinco meses de treinamento. Conclui-se que o treinamento resistido pode ser considerado um meio eficaz para o desenvolvimento da capacidade aeróbia de idosos, ao menos dos mais frágeis.

Palavras-chave: Envelhecimento. Força Muscular. Sistema Cardiorrespiratório. Treinamento contrarresistência

1-Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte da Universidade do Estado do Rio de Janeiro-UERJ, Rio de Janeiro, Brasil.

2-Programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física da Universidade do Estado do Rio de Janeiro-UERJ, Rio de Janeiro, Brasil.

ABSTRACT

Influence of resistance training on cardiorespiratory aptitude in elderly people

Much is already known about the effects of resistance training on young people. However, there are still questions regarding its influence on cardiorespiratory system improvements, especially in older individuals. Thus, the present study has the objective of verifying the influence of resistance training on the cardiorespiratory aptitude of elderly people. 10 sedentary individuals of both sexes, aged 69 ± 5.4 years, participated in the study. Their mass, height, isokinetic strength and oxygen consumption in a submaximal cardiorespiratory stress test were measured before and after five months of resistance training. In order to compare the variables that were observed, a T test for repeat measurements was used and the level of significance was established as $p \leq 0.05$. There was a significant reduction of relative ($p=0.003$) and total ($p=0.002$) oxygen consumption for the same expenditure of effort, considering that there was no obvious change between tests in the time spent on the evaluation ($p=0.08$). There was no significant increase of isokinetic strength after the five months of training. We conclude that resistance training may be considered an efficient means for developing aerobic capacity in elderly people, at least for the more fragile individuals.

Key words: Aging. Muscular Strength. Cardiorespiratory System. Resistance Training.

3-Universidade do Estado do Rio de Janeiro-UERJ, Rio de Janeiro, Brasil.

E-mails dos autores:
 nadiaslimas@gmail.com
 gabriela-venturini@hotmail.com
 joaquimst07@gmail.com
 pfarinatti@gmail.com

INTRODUÇÃO

Com o processo de envelhecimento tende a haver um declínio gradativo das capacidades motoras (Buchman, 2010; Deary e colaboradores, 2011) que dificulta a realização das atividades diárias e, por conseguinte, a manutenção de um estilo de vida ativo (Aagaard e colaboradores, 2010; Hanson e colaboradores, 2009).

Enfatiza-se no presente estudo o declínio da força muscular pelo fato desta já apresentar uma diminuição, apesar de lenta, a partir da terceira década de vida, acentuando-se gradativamente após os 50 anos de idade (Narici e Maffulli, 2010), podendo vir a apresentar impacto sobre os níveis de independência funcional nas idades mais avançadas (Santos-Eggimann e colaboradores, 2008).

O declínio da força muscular com a idade decorre da diminuição e perda do tecido muscular em detrimento do aumento de tecido adiposo e tecido conjuntivo (Sakuma, Aoi e Yamaguchi, 2015).

A sarcopenia, como é chamado esse processo, caracteriza-se principalmente pela diminuição da quantidade e da qualidade das proteínas contráteis, impactando negativamente na capacidade de exercerem tensão suficiente para vencer uma resistência na realização de uma tarefa (Drey e colaboradores, 2014).

Para Sanada e colaboradores (2012), essa involução da massa muscular não tem implicação somente na força, mas também sobre as funções metabólicas e cardiovasculares.

Logo, encontrar caminhos para que o indivíduo que envelhece possa manter níveis aceitáveis dessa capacidade física tem sido objeto de pesquisas em diferentes áreas.

No âmbito da atividade física, há evidências de que o treinamento resistido induz melhorias na função e estrutura muscular, articular e óssea (ACSM, 2009).

Achados como esses levaram à aceitação de que é importante incluir programas de treinamento da força muscular para a conservação da capacidade de trabalho e autonomia do idoso.

Estudos sobre o tema acumulam-se, lidando com diferentes estratégias de prescrição e populações - se isso, por um lado, contribuiu para a produção de

conhecimentos que subsidiam de forma cada vez mais científica o treinamento, por outro tem-se deparado com resultados por vezes conflitantes, principalmente quando se trata da influência desse tipo de treinamento sobre respostas agudas e crônicas de organismos mais velhos.

Muito já se conhece sobre os efeitos do treinamento contra resistência em indivíduos jovens, no entanto, cabe ainda questionar se indivíduos idosos submetidos a uma sessão de treinamento similar àquela realizada por jovens apresentariam respostas diferentes, já que apresentam uma menor aptidão muscular e cardiorrespiratória do que adultos jovens.

O fato de ocorrer o declínio da massa muscular com o aumento da idade, com impacto negativo sobre a força, função metabólica e cardiovascular (Sanada e colaboradores, 2012), poderia levantar a suposição de que as respostas agudas e crônicas de idosos seriam diferentes das observadas em adultos jovens submetidos a um mesmo tipo de treinamento.

Nesse sentido, paira sobre esse tipo de treinamento uma questão ainda controversa: a influência deste sobre a melhoria do sistema cardiorrespiratório, principalmente quando se trata de indivíduos mais velhos.

No caso de adultos jovens, pode-se afirmar que o treinamento de força parece não afetar cronicamente a capacidade cardiorrespiratória, como demonstraram Camargo e colaboradores (2008) ao evidenciarem que a influência do treinamento da força sobre a capacidade cardiorrespiratória de jovens se dá em virtude de melhoria do componente periférico do consumo de oxigênio. Uma maior massa muscular, por si só, melhoraria a eficiência mecânica do indivíduo e incrementaria a diferença arteriovenosa de oxigênio (Santa-Clara e colaboradores, 2002).

Portanto, nesse caso, é lógico pensar que os efeitos crônicos dos exercícios contra resistência sobre $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ não se igualam àqueles do treinamento aeróbio.

Entretanto, algumas evidências encontradas na literatura apontam para a possibilidade de impacto positivo dos exercícios de força sobre a condição aeróbia, ao menos quando se tratam de adultos com idades avançadas (Haykowsky e

colaboradores, 2005; Vincent e colaboradores, 2002).

Nesse sentido, encontrar respostas para a questão levantada torna-se interessante ao remetermos-nos à prescrição do exercício para pessoas mais velhas.

Para manterem ao longo do processo de envelhecimento bons níveis de autonomia funcional os idosos necessitam estimular, através de exercícios sistematizados, tanto o sistema neuromuscular quanto o cardiorrespiratório, uma vez que uma boa aptidão cardiorrespiratória implica na realização de trabalhos sem fadiga excessiva, ao mesmo tempo em que contribui para a prevenção de doenças cardiovasculares e respiratórias (ACSM, 2009).

Desse modo, treinos de força, que podem ser mais curtos, podem constituir uma boa opção de treinamento para idosos, ao menos quando seus níveis de condição aeróbia são reduzidos.

Com isso, aos benefícios já bem reconhecidos do treinamento da força sobre a função muscular, somar-se-ia o aprimoramento da capacidade cardiorrespiratória.

Assim, o presente estudo teve por objetivo verificar a influência do treinamento resistido sobre a aptidão cardiorrespiratória de idosos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostragem

Participaram do estudo 10 indivíduos idosos ($69 \pm 5,4$), sedentários, de ambos os sexos. Antes da coleta de dados os voluntários responderam ao questionário PAR-Q (Shephard, 1992) e assinaram o termo de consentimento pós-informado, conforme determina a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Como critério de exclusão os seguintes aspectos foram observados: a) uso de medicamentos que tivessem influência sobre o comportamento das respostas cardiorrespiratórias; b) presença de problemas osteomioarticulares que pudessem influenciar na realização dos exercícios propostos; c) índice de massa corporal (IMC) superior a 35.

O Estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital Universitário Pedro Ernesto da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Número do Parecer: 314.080).

Coleta dos Dados

No início da pesquisa os voluntários passaram pelos seguintes procedimentos de coleta de dados, distribuídos por quatro dias: na primeira visita ao laboratório os voluntários foram submetidos às medidas antropométricas e ao teste de força muscular para membros inferiores e em uma segunda visita realizaram o Teste Cardiorrespiratório submáximo, para determinação da aptidão cardiorrespiratória. No terceiro e quarto dias foram submetidos ao teste e ao re-teste de 10 repetições máximas (10RM) nos exercícios selecionados. As visitas ocorreram com um intervalo mínimo de 48 horas e máximo de 120 horas entre si. Ao final de cinco meses de treinamento contrarresistência os sujeitos foram reavaliados.

Medidas Antropométricas

Para determinação do IMC foram aferidas a massa corporal e a estatura, de acordo com as padronizações descritas por Gordon, Chunlea e Roche (1988) e Martin e colaboradores (1988), respectivamente.

Teste de força muscular Isocinética

Antes da avaliação isocinética propriamente dita, os participantes foram submetidos a aquecimento geral com cinco minutos de trabalho aeróbio em cicloergômetro da marca Cateye (CateyeTM, Tóquio, Japão), sem carga e com velocidade de conforto. Posteriormente, após calibragem do aparelho, os voluntários realizaram aquecimento específico no dinamômetro isocinético Biodex 4 Pro (BiodexTMMedical Systems, Shirley, NY, USA), para familiarização com o equipamento, composto por uma série de 15 repetições para o membro inferior direito, a uma velocidade de $120^\circ/\text{s}$.

Após o aquecimento foi aplicado o protocolo de avaliação de força isocinética para os movimentos de extensão de joelho, em ação muscular concêntrica-concêntrica, para membro direito. O protocolo consistiu em três séries de 10 repetições cada e intervalo de 120s entre séries, com amplitude de movimento articular de 0° a 90° e velocidade de $60^\circ/\text{s}$. Como critério de validação do teste adotou-se um coeficiente de variação com valores não superiores a 15. Esse protocolo foi

aplicado em estudos prévios para determinação das variáveis isocinéticas em idosos (Bottaro e colaboradores, 2010; Bottaro, Russo e Oliveira, 2005). O Pico de torque (Nm), considerado o maior valor encontrado em todo arco de movimento, foi considerado na análise.

Teste Cardiorrespiratório Submáximo

Um teste submáximo foi criado exclusivamente para a presente pesquisa e se constituiu de um circuito que simulou situações da vida do cotidiano do idoso (Figura 1), realizado na seguinte sequência e sem intervalo entre as estações: 1º - Levantar de um banco; 2º - Descer e subir 21 degraus; 3º - Sentar e levantar novamente do banco; 4º - Pegar do chão e transportar 2 kg em cada mão por 16,5 metros e deixar os pesos no chão; 5º - Caminhar mais 16,5 metros; 6º - Descer e subir 21 degraus; 7º - Caminhar de volta os 16,5 metros; 8º - Pegar novamente do chão e transportar os 2 kg em cada mão por 16,5 metros; 9º - sentar e levantar novamente

do banco; 10º Caminhar por 132 metros; 11º - Encerrar sentando novamente no banco. Essa opção de teste foi adotada pela preocupação com a funcionalidade do idoso. A intenção foi a de avaliar a capacidade cardiorrespiratória em situações do cotidiano.

Durante o teste a variável cardiorrespiratória (O_2) foi monitorada e registrada a cada três expirações completas por um analisador de gases Medical Graphics VO2000® (Saint Louis, USA) e a FC por um monitor de frequência cardíaca Polar Accurex Plus® (Kempele, Finlândia). As medidas foram registradas em um computador por telemetria.

O VO_2 relativo ($ml.kg.min^{-1}$), o VO_2 total (ml) consumido ao longo do teste e o tempo gasto no percurso foram as variáveis consideradas na análise.

Antes de ser iniciado o teste, o avaliado permanecia por cinco minutos sentado para medida dos gases em condições de repouso.

Ao final desse período, caso a razão de troca respiratória estivesse em 0,80 ou abaixo, o indivíduo iniciava o teste.

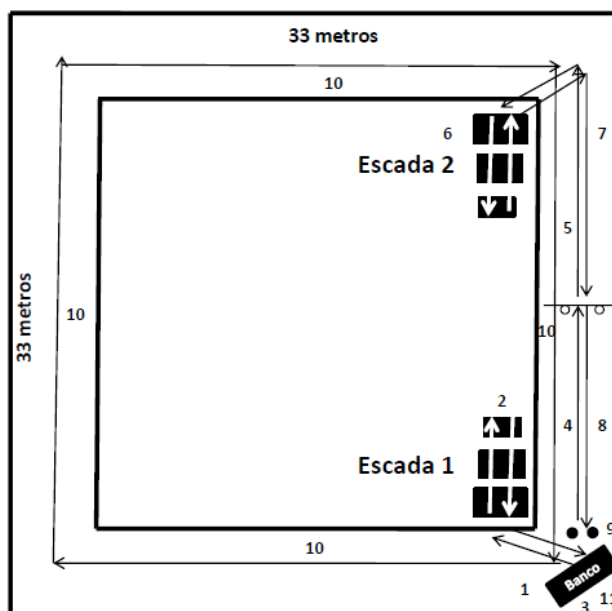


Figura 1 – Circuito utilizado para avaliar o sistema cardiorrespiratório

→ Representam a direção percorrida; As numerações representam as estações; ● Peso transportado na ida; ○ Peso transportado na volta.

Teste de 10 Repetições Máximas (10RM)

Para a aplicação do teste 10RM os seguintes procedimentos foram adotados:

Após duas semanas de adaptação nos exercícios Supino horizontal (SH), Leg Press (LP), Desenvolvimento Sentado (DS), Cadeira Extensora (CE), Remada Sentada (RS), Puxada pela frente (PF) e Tríceps no Pulley (TP), os testes de 10RM foram aplicados. Para que a margem de erro nos testes fosse reduzida, foram fornecidas inicialmente instruções padronizadas sobre o teste, de modo que o avaliado tomasse ciência de toda a rotina que envolveria a coleta de dados; o avaliado era instruído sobre a técnica de execução do exercício.

O avaliador ficou atento quanto à posição adotada pelo praticante no momento da medida, pois pequenas variações no posicionamento das articulações envolvidas no movimento poderiam acionar outros músculos, o que poderia levar ao erro de interpretação dos escores obtidos.

Estímulos verbais eram dados para que os sujeitos mantivessem alto o seu nível de motivação. Os pesos adicionais utilizados no estudo foram aferidos previamente em balança de precisão.

O teste foi aplicado conforme recomendações de Baechle e Earle (2000), os intervalos entre as tentativas em cada exercício durante o teste de 10RM foram fixados em cinco minutos. Após obtenção da carga em um determinado exercício, intervalos não inferiores a 10 minutos foram dados, antes de se passar ao teste no exercício seguinte.

Protocolo experimental

Após realização dos testes de 10RM os sujeitos foram submetidos a cinco meses de treinamento resistido. Nas sessões de treinamento três séries dos exercícios eram

realizadas com 10 repetições máximas (10RM) e com dois minutos de intervalo entre séries (2 min). A carga inicial foi definida pelo teste de 10RM e ao longo dos cinco meses de treinamento foi sendo alterada gradativamente, conforme adaptação individual, para que a execução se mantivesse em 10RM.

Análise dos Dados

Estatística descritiva foi utilizada para determinar a caracterização da amostra. Para comparação das variáveis observadas foi aplicado um Teste t para medidas repetidas.

Um $p \leq 0,05$ foi adotado para determinar o nível de significância. O software NCSS 2007 foi utilizado para análise.

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a caracterização dos sujeitos.

As Figuras 1 e 2 apresentam, respectivamente, o O_2 relativo e total consumido durante o pré e o pós-teste cardiorrespiratório.

Como pode ser visualizado, houve uma diminuição significativa do consumo para o mesmo esforço realizado, uma vez que a Figura 3 apresenta o tempo gasto para a realização dos dois testes, cuja diferença, embora tendesse ser menor, não foi estatisticamente significativa, indicando melhorias do sistema cardiorrespiratório, porém, não na eficiência mecânica para realização do teste.

A Figura 4 apresenta o resultado do pré e do pós-teste referente à avaliação do Pico de Torque dos sujeitos investigados. Como pode ser observado, não houve diferença significativa no acréscimo de força isocinética após os cinco meses de treinamento resistido.

Tabela 1 - Caracterização dos sujeitos

SUJEITOS			IDADE (ANOS)	IMC
TOTAL	MAS	FEM		
10	01	09	69 ± 5,4	26 ± 2,9

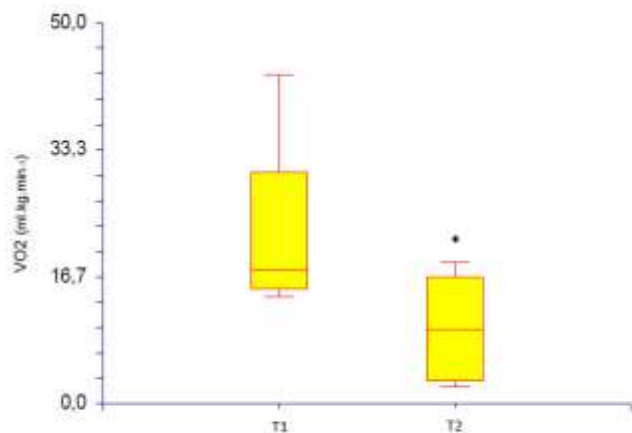


Figura 1 – VO2 por quilograma de peso corporal consumido durante os testes cardiorrespiratórios.

* Diferença significativa do pré (T1) para o pós teste (T2) (P=0,003)

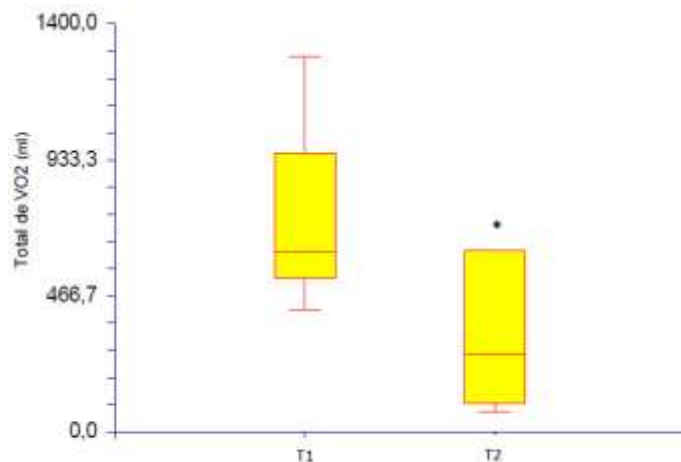


Figura 2 – Total de VO2 consumido durante os testes cardiorrespiratórios.

* Diferença significativa do pré (T1) para o pós teste (T2) (P=0,002)

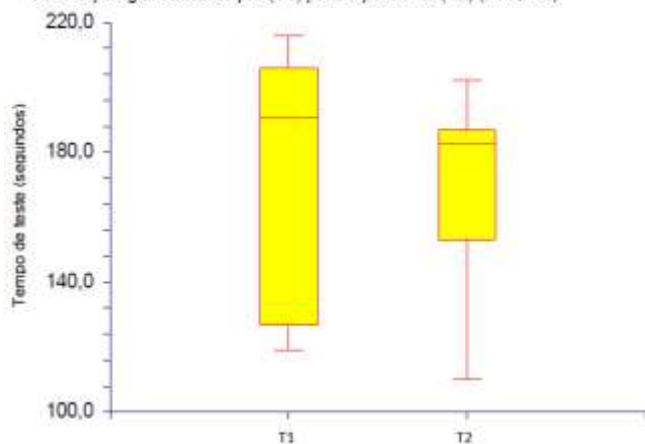


Figura 3 – Tempo gasto em segundos para realização dos testes cardiorrespiratórios.

T1 – Pré Teste; T2 – Pós Teste (P=0,08)

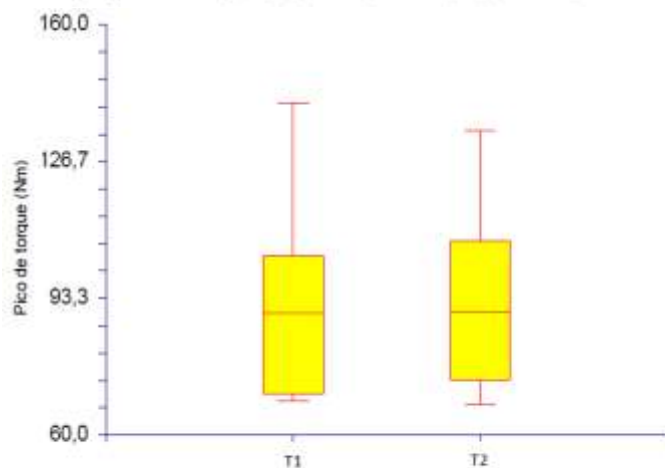


Figura 4 – Força Muscular Isocinética

T1 – Pré Teste; T2 – Pós Teste (P=0,5)

DISCUSSÃO

A presente pesquisa se propôs verificar a influência do treinamento resistido sobre a aptidão cardiorrespiratória em idosos. Foi encontrada uma diminuição significativa do consumo de O₂ relativo e total durante o teste cardiorrespiratório submáximo após cinco meses do treinamento proposto, quando comparado com o pré-teste. Por outro lado, não houve diferença significativa no tempo total gasto nos dois testes e no aumento da força muscular após os cinco meses de treinamento.

Diante desses resultados pode-se dizer que os idosos apresentaram maior

eficiência do sistema cardiorrespiratório, uma vez que para um mesmo trabalho houve menor consumo de O₂, indicando uma possível melhora na capacidade cardiorrespiratória dos sujeitos investigados.

Pode-se inferir com tais resultados que o treinamento proposto provocou adaptações centrais no sistema cardiorrespiratório, já que a falta de diferença no tempo de execução do teste e no ganho de força muscular indica que não houve adaptação periférica significativa, como o aumento da massa muscular e o incremento da diferença arteriovenosa, diferentemente do que ocorre com jovens.

Segundo Camargo e colaboradores (2008), a melhora cardiorrespiratória em

adultos jovens, decorrente do treinamento de força, ocorreria em detrimento da melhoria do componente periférico do consumo de oxigênio.

Corroborando esse pensamento, Souza e colaboradores (2008) indicam que essa melhora estaria associada ao aumento da massa muscular, que provocaria aumento da eficiência mecânica do indivíduo e o incremento da diferença arteriovenosa de oxigênio, diminuindo a possibilidade de instauração de fadiga precoce em atividades físicas aeróbias de longa duração ou de intensidade progressiva em adultos jovens.

Sendo assim, a economia apresentada pelos idosos do presente estudo pode estar associada ao aumento do débito cardíaco em exercício, garantindo uma oferta mais eficaz de O₂ para os tecidos musculares em atividade (Locks e colaboradores 2012).

Alguns estudos encontrados na literatura corroboram a hipótese aqui defendida de que o treinamento resistido pode ter uma influência positiva sobre o sistema cardiorrespiratório de idosos.

Guido e colaboradores (2010), por exemplo, após submeterem idosos a seis meses de treinamento contra resistência, encontraram respostas significativas em todas as variáveis obtidas em teste de esforço cardiopulmonar em mulheres idosas [VO₂LA; Tempo no LA; VO₂pico; Tempo de teste; FCMax]. Igualmente, ao compararem o efeito de 12 semanas de treinamento aeróbio, treinamento de força e treinamento combinado sobre o VO₂ relativo de idosos, Haykowsky e colaboradores (2005) verificaram eficácia em todas as modalidades, sem diferença significativa. Indo um pouco mais longe, Vincent e colaboradores (2002), comparando o resultado de seis meses de treinamento resistido com baixa e alta intensidade (50% e 80% de 1RM, respectivamente) sobre a capacidade cardiorrespiratória de idosos, verificaram que ambas as intensidades são eficazes para esse propósito.

Reforçando ainda mais nossa hipótese, Pereira e colaboradores (2002) levantaram a possibilidade do treinamento resistido provocar adaptações na circulação central ao observarem melhoria significativa da função cardiopulmonar em 14 idosos sedentários após 12 semanas desse tipo de treinamento. Do mesmo modo, ao compararem respostas sobre o volume de

ejeção sanguínea e VO₂max em pacientes com insuficiência cardíaca submetidos a três modalidades de exercício [aeróbio, força e aeróbio combinado com força], Feiereisen e colaboradores (2007) constataram aumento significativo e similar nas variáveis investigadas para todos os grupos experimentais quando comparados com o controle, corroborando a proposição de Pereira e colaboradores (2002).

Entretanto, alguns estudos apresentam resultados que se contrapõem a presente tese, como o experimento de Hagberg e colaboradores realizado em 1989, Frontera e colaboradores (1990) e Hagerman e colaboradores (2000).

Hagberg e colaboradores (1989) investigaram 26 semanas de treinamento resistido e treinamento aeróbio sobre o consumo máximo de oxigênio e respostas cardiovasculares de idosos. Nesse estudo, somente o grupo que desenvolveu o treinamento aeróbio apresentou resultados significativos.

Caminhando na mesma direção de Hagberg e colaboradores (1989), Frontera e colaboradores (1990), ao tentarem encontrar explicações para a melhoria da capacidade aeróbia de idosos por meio do treinamento resistido, concluíram que o aumento do VO₂max obtido após 12 semanas de treinamento para os membros inferiores em idosos teria decorrido de efeitos relacionados ao aumento da massa muscular e de sua capacidade oxidativa, uma vez que seis sujeitos foram testados em cicloergômetro de perna e seis em cicloergômetro de braço, e melhoras significativas do VO₂max foram encontradas somente no grupo testado no cicloergômetro de pernas, sem alterações em fatores centrais, como função pulmonar, concentração de hemoglobina, volume plasmático e volume total de sangue em nenhum dos dois grupos. Por outro lado, ocorreram adaptações periféricas identificadas por biópsia muscular realizada no músculo vasto lateral.

Mais recentemente, Hagerman e colaboradores (2000) corroboraram as conclusões de Frontera e colaboradores (1990) ao constatarem melhorias na capacidade de trabalho e VO₂max de indivíduos idosos em virtude do aumento da força, incremento no tamanho de fibras musculares e da densidade capilar.

Diante das controversas apresentadas pela literatura, Silva e Farinatti (2012) levantaram a questão de que o treinamento resistido para provocar adaptações cardiorrespiratórias em indivíduos idosos deveria ser capaz de induzir sobrecarga cardiorrespiratória compatível com o desenvolvimento da aptidão aeróbia, que, segundo o ACSM (2009), no caso de idosos, deveria situar-se entre 40 e 85% do $VO_2\max$. Sendo assim, os autores desenvolveram um estudo que examinou as respostas cardiorrespiratórias agudas de oito mulheres saudáveis (69 ± 7 anos) durante uma sessão de treinamento resistido, comparando-as com as obtidas em teste cardiopulmonar máximo.

Os exercícios resistidos foram capazes de manter a FC e o VO_2 dentro de uma faixa compatível com efeitos favoráveis sobre a capacidade cardiorrespiratória de forma geral (ACSM, 2009), levando os autores a concluir que o percentual do $VO_2\max$ e da $FC\max$ mantidos pelas idosas durante a sessão de treinamento dão suporte à ideia de que, além das bem aceitas adaptações periféricas, é possível que haja adaptações centrais favoráveis à melhoria da capacidade cardiorrespiratória em idosos, ao menos quando se refere aos menos condicionados. De fato, uma sobrecarga relativa de 55% do $VO_2\max$ e 70% da $FC\max$ foi mantida ao longo dos 20min de sessão, quase sem oscilação.

Em estudo similar, Farinatti, Silva e Monteiro (2013) demonstraram que em jovens há uma variação acentuada do VO_2 entre exercícios e intervalos, enquanto em mulheres idosas este se mostra mais estável e não diminuiu significativamente durante os intervalos.

Essa cinética do VO_2 mostra que os indivíduos mais velhos apresentam menor capacidade de recuperação em comparação com os indivíduos mais jovens, o que favorece a manutenção ao longo do treinamento resistido de um estímulo adequado para o desenvolvimento do sistema aeróbio.

Dentro deste contexto, pode-se deduzir que o treinamento resistido atua como importante ferramenta no aumento da capacidade aeróbia, atuando de forma direta contra os processos deletérios do envelhecimento, pois, com o passar dos anos há tendência de que os idosos apresentem comprometimento na reserva cardíaca,

refletindo em um menor débito cardíaco e na redução da extração de oxigênio pelos músculos esqueléticos durante um esforço máximo (Ehsani e colaboradores, 2003).

Corroborando este pensamento, o estudo clássico de Fiatarone-Singh (1998) sugere que a massa muscular e a força muscular têm relações diretas com a potência aeróbia, valorizando ainda mais o treinamento resistido para melhorias desta variável.

Em relação à avaliação do pico de torque, os resultados demonstraram que não houve diferença significativa no acréscimo de força isocinética após os cinco meses de treinamento resistido, embora perceba-se uma tendência a esse aumento. Esse resultado não era esperado, uma vez que qualquer estímulo em termos ao treinamento resistido promove o aumento da força muscular em idosos não treinados (Silva e colaboradores, 2014).

Acredita-se que esse resultado possa ser explicado pela falta de especificidade entre o treinamento e o protocolo de avaliação.

Carvalho e colaboradores (2003), ao avaliarem o efeito de um programa complementar de atividade física na força muscular de idosos em função do método de avaliação, isotônico e isocinético, concluíram que a avaliação isocinética, embora mais rigorosa, pode subestimar o ganho da capacidade funcional do músculo de pessoas idosas. Isso pode ter acontecido no presente estudo, uma vez que os pesos utilizados ao longo dos cinco meses de treinamento foram aumentando gradativamente, o que sugere aumento de força muscular. No entanto, esse aumento não se refletiu de forma significativa no teste em equipamento isocinético.

Outra hipótese é o fato do tamanho da amostra ter influenciado na resposta estatística, portanto, assume-se esta como uma limitação do presente estudo, sugerindo que novos experimentos devam ser realizados com uma amostra maior, para que possamos chegar a conclusões mais consistentes.

Entretanto, pode-se afirmar que o treinamento contra resistência foi positivo para o grupo em questão, uma vez que há tendência de decréscimo da força muscular em indivíduos em processo de envelhecimento em virtude da sarcopenia (Narici e Maffulli, 2010).

Embora estatisticamente insignificante, o fato de o pico de torque ter apresentado tendência de aumento indica que a força

muscular do grupo investigado foi ao menos preservada.

CONCLUSÃO

Em que pese as limitações da presente investigação, pode-se concluir que o treinamento resistido pode ser considerado um meio eficaz para o desenvolvimento da capacidade aeróbia de idosos, ao menos dos mais frágeis.

Nossos resultados têm importante implicação prática na medida em que, para manter durante o processo de envelhecimento bons níveis de autonomia funcional, há a necessidade de se estimular tanto o sistema neuromuscular quanto o cardiorrespiratório através da prática regular de exercícios físicos.

O treinamento resistido normalmente demanda menos tempo, recursos e capacidade de locomoção, por isso podem constituir uma boa opção de treinamento para idosos, ao menos quando seus níveis de condição aeróbia são muito reduzidos.

REFERÊNCIAS

- 1-Aagaard, P.; Suetta, C.; Caserotti, P.; Magnusson, S.P.; Kjaer, M. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. Vol. 20. Num. 1. 2010. p.49-64.
- 2-American College of Sports Medicine (ACSM). Position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 41. Num. 7. 2009. p.1510-1530.
- 3-Baechle, T. R.; Earle, R. W. *Essentials of strength training and conditioning*. Champaign: Human Kinetics, 2000.
- 4-Bottaro, M.; Ernesto, C.; Celes, R.; Farinatti, P. T.; Brown, L. E.; Oliveira, R. J. Effects of Age and Rest Interval on Strength Recovery. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 1. Num. 31. 2010. p.22-25.
- 5-Bottaro, M.; Russo, A.; Oliveira, R. J. The effects of rest interval on quadriceps torque during an isokinetic testing protocol in elderly. *Journal of Sports Science and Medicine*. Vol. 4. Num. 3. 2005. p.285-290.
- 6-Buchman, A. S.; Boyle, P. A.; Wilson, R. S.; James, B. D.; Leurgans, S. E.; Arnold, S. E.; Bennett, D. A. Loneliness and the rate of motor decline in old age: the rush memory and aging project, a community-based cohort study. *Geriatrics*. Vol. 10. Num. 77 2010. p.1-8.
- 7-Camargo, M. D.; Stein, R.; Ribeiro, J. P.; Schwartzman, P. R.; Rizzatti, M. O.; Schaan, B. D. Circuit weight training and cardiac morphology: a trial with magnetic resonance imaging. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 42. Num. 2. 2008. p. 141-145.
- 8-Carvalho, J.; Oliveira, J.; Magalhães, J.; Ascensão, A.; Mota, J.; Soares, J. M. C. Efeito de um programa de treino em idosos: comparação da avaliação isocinética e isotônica. *Revista Paulista de Educação Física*. Vol. 17. Num. 1. 2003. p.74-84.
- 9-Deary, I. J.; Johnson, W. Z.; Gow, A. J.; Pattie, A.; Starr, J. M. Losing one's grip: a bivariate growth curve model of grip strength and nonverbal reasoning from age 79 to 87 years in the Lothian Birth Cohort 1921. *Journals of Gerontology. Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*. Vol. 66. Num. 6. 2011. p.699-707.
- 10-Drey, M.; Krieger, B.; Sieber, C. C.; Bauer, J.M.; Hettwer, S.; Bertsch, T.; Disarco study group. Motoneuron loss is associated with sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*. Vol. 15. Num. 6. 2014. p.435-439.
- 11-Ehsani, A. A.; Spina, R. J.; Peterson, L. R.; Rinder, M. R.; Glover, K. L.; Villareal, D. T.; Binder, E. F.; Holloszy, J. O. Attenuation of cardiovascular adaptations to exercise in frail octogenarians. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 95. Num. 5. 2003. p.1781-1788.
- 12-Farinatti, P. T. V.; Silva, N. S. L.; Monteiro, W. D. Influence of exercise order on the number of repetitions, oxygen uptake, and rate of perceived exertion during strength training in younger and older women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. Vol. 27. Num. 3. 2013. p.776-785.

- 13-Feiereisen, P.; Delagardelle, C.; Vaillant, M.; Lasar, Y.; Beissel, J. Is strength training the more efficient training modality in chronic heart failure? *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 39. Num. 11. 2007. p.1910-1917.
- 14-Fiatarone-Singh, M. A. Body composition and weight control in older adults. In: Lamb, D. R.; Murray, R. *Perspectives in exercise science and sports medicine: exercise, nutrition and weight control*. Carmel. Cooper Publishing. 1998.
- 15-Frontera, W. R.; Meredith, C. N.; O'Reilly, K. P.; Evans, W. J. Strength training and determinants of VO₂max in older men. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 68. Num. 1. 1990. p. 329-333.
- 16-Gordon, C.; Chunlea, W.C.; Roche, A.F. Stature, recumbent length, and weight. Champaign. Human Kinetics. 1988.
- 17-Guido, M.; Lima, R. M.; Benford, R. Leite, T. K. M.; Pereira, R. W.; Oliveira, R. J. Efeitos de 24 semanas de treinamento resistido sobre índices da aptidão aeróbia de mulheres idosas. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 16. Num. 4. 2010. p.259-263.
- 18-Hagberg, J. M.; Graves, J. E.; Limacher, M.; Woods, D. R.; Leggett, S. H.; Cononie, C.; Gruber, J. J.; Pollock, M. L. Cardiovascular responses of 70- to 79-yr-old men and women to exercise training. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 66. Num. 6. 1989. p.2589-2594.
- 19-Hagerman, F. C.; Walsh, S.J.; Staron, R. S.; Hikida, R. S.; Gilders, R. M.; Murray, T. F. Toma, K.; Ragg, K. E. Effects of high-intensity resistance training on untrained older men I, strength, cardiovascular, and metabolic responses. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*. Vol. 55. Num. 7. 2000. p.B336-346.
- 20-Hanson, E.D.; Srivatsan, S. R.; Agrawal, S.; Menon, K., S.; Delmonico, M. J.; Wang, M. Q.; Hurley, B. F. Effects of strength training on physical function: influence of power, strength, and body composition. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. Vol. 23. Num. 9. 2009. p.2627-2637.
- 21-Haykowsky, M.; McGavock, J.; Muhll, I. V.; Koller, M.; Mandic, S.; Welsh, R.; Taylor, D. Effect of exercise training on peak aerobic power, left ventricular morphology, and muscle strength in healthy older women. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*. Vol. 60. Num. 3. 2005. p.307-311.
- 22-Locks, R. R.; Ribas, D. I. R.; Wachholz, P. A.; Gomes, A. R. S. Efeitos do treinamento aeróbio e resistido nas respostas cardiovasculares de idosos ativos. *Fisioterapia em Movimento*. V. 25. Num. 3. 2012. p.541-550.
- 23-Martin, A. D.; Carter, J. E. L.; Hendy, K. C.; Malina, R. M. *Segment lengths*. Champaign: Human Kinetics, 1988.
- 24-Narici, M. V.; Maffulli, N. Sarcopenia: characteristics, mechanisms and functional significance. *Br Med Bull*. Vol. 95. 2010. p.139-159.
- 25-Pereira, A. C. S.; Gusmão, C. B.; Bernardo, H.; Rocha, K. M.; Sá, L. A. R. Os efeitos do treinamento com pesos no sistema cardiopulmonar em idosos com idade entre 60 e 80 anos. *Revista Digital Vida & Saúde*. Vol. 1. 2002. p.1-7.
- 26-Sakuma, K.; Aoi, W.; Yamaguchi, A. Current understanding of sarcopenia: possible candidates modulating muscle mass. *Pflugers Arch*. Vol. 467. Num. 2. 2015. p.213-229.
- 27-Sanada, K.; Iemitsu, M.; Murakami, H.; Gando, Y.; Kawano, H.; Kawakami, R.; Tabata, I.; Miyachi, M. Adverse effects of coexistence of sarcopenia and metabolic syndrome in Japanese women. *European Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 66. Num. 10. 2012. p.1093-1098
- 28-Santa-Clara, H.; Fernhall, B.; Mendes, M.; Sardinha, L.B. Effect of a 1 year combined aerobic- and weight-training exercise programme on aerobic capacity and ventilatory threshold in patients suffering from coronary artery disease. Vol. 87. Num. 6. 2002. p. 568-575.
- 29-Santos-Eggimann, B.; Karmaniola, A.; Seematter-Bagnoud, L.; Spagnoli, J.; Büla, C.; Cornuz, J.; Rodondi, N.; Vollenweider, P.;

Waeber, G.; Pécouc, A. The Lausanne cohort Lc65+: a population-based prospective study of the manifestations, determinants and outcomes of frailty. BMC Geriatrics. Vol. 18. Num. 20. 2008. p.1-10.

30-Shephard, R. J. PAR-Q: Canadian home fitness test and exercise screening alternatives. Sports Medicine. Vol. 5. Num. 3. 1992. p.185-195.

31-Silva, N. L.; Farinatti, P. T. V. Influência do exercício contra-resistência sobre o consumo de oxigênio e a frequência cardíaca de idosas. Motricidade. Vol. 8. Num. S2. 2012. p.659-666.

32-Silva, N. L.; Oliveira, R. B.; Fleck, S. J.; Leon, A. C. M. P.; Farinatti, P. Influence of strength training variables on strength gains in adults over 55 years-old: A meta-analysis of dose-response relationships. Journal of Science and Medicine in Sport. Vol. 17. Num. 3. 2014. p.337-344.

33-Souza, T.; Cesar, M.; Borin, J.; Gonelli, P.; Simões, R.; Montebelo, M. Efeitos do treinamento de resistência de força com alto número de repetições no consume máximo de oxigênio e limiar ventilatório de mulheres. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. Vol. 14. Num. 6. 2008. p.513-517.

34-Vincent, K.; Braith, R.; Feldman, R.; Kallas, H.; Lowenthal, D. Improved cardiorespiratory endurance following 6 months of resistance exercise in elderly men and women. Archives of Internal Medicine. Vol. 163. Num. 6. 2002. p.673-678.

Endereço para correspondência:

Nádia Souza Lima da Silva
Rua Geminiano Góis, no. 1194, Casa 13.
CEP: 22.743-670.

Recebido para publicação 04/12/2015

Aceito em 17/04/2016