

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE DE RIBEIRÃO PRETO

KARINE PEREIRA RODRIGUES

Treinamento combinado versus multicomponente em parâmetros de saúde de
mulheres de 50 a 75 anos: associação com variantes genéticas

RIBEIRÃO PRETO
2019

KARINE PEREIRA RODRIGUES

Treinamento combinado versus multicomponente em parâmetros de saúde de
mulheres de 50 a 75 anos: associação com variantes genéticas.

Dissertação apresentada à Escola de
Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto,
Universidade de São Paulo, Campus Ribeirão
Preto, para obtenção do título de Mestre em
Ciências, Programa de Pós-Graduação em
Educação Física e Esporte.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Roberto Bueno Júnior

RIBEIRÃO PRETO
2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Rodrigues, Karine Pereira

Treinamento combinado versus multicomponente em parâmetros de saúde de mulheres de 50 a 75 anos: associação com variantes genéticas. Ribeirão Preto, 2019. p. 92.

Dissertação de Mestrado, apresentada à Escola de Educação Física de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Atividade Física e Esporte.

Orientador: Bueno Júnior, Carlos Roberto

1. Envelhecimento.
2. Treinamento multicomponente.
3. Treinamento combinado.
4. Capacidades físicas.
5. Polimorfismos genéticos.

FOLHA DE APROVAÇÃO

KARINE PEREIRA RODRIGUES

Treinamento combinado versus multicomponente em parâmetros de saúde de mulheres de 50 a 75 anos: associação com variantes genéticas

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Atividade Física e Esporte

Orientador: Prof. Dr. Carlos Roberto Bueno Jr

Aprovada em: ____/____/____

Banca examinadora

Prof. (a) Dr. (a): _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. (a) Dr. (a): _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. (a) Dr. (a): _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Dedico este trabalho aos meus pais, amigos e familiares, que sempre estão torcendo por mim
na arribancada da vida!

A todos os professores que já passaram pelo meu caminho me ensinando e me formando
como pessoa e como profissional, em especial aos professores da UNIFRAN e da EEFERP!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, Ademir (pai), Aparecida (mãe), Aline e Gabriel (irmãos), que sempre me apoiaram nas minhas decisões, sejam elas quais fossem, por acreditarem nos meus planos e nos meus sonhos muitas vezes mais do que eu mesma. Obrigada por serem o meu suporte - a minha força diária vem do amor e orgulho que sinto por ter vocês em minha vida!

Agradeço os professores Luciana Motta, Júlio Domenciano (Julião) e Daniel Gottardo (Peixe) que foram minha inspiração durante a graduação, por me incentivarem e acreditarem no meu potencial acadêmico. Vocês foram os iniciadores, transformadores na minha carreira e tiveram participação especial nas minhas escolhas dentro da Educação Física.

Agradeço a Prof. Luiza Lopes e seus alunos (Camila, Tetê, Pamella, Ricardo, Ivair, Evelise, Thaís e a agregada Rebeca) que me deram a oportunidade para ter o primeiro contato com a ciência em seu laboratório, abrindo meus horizontes nas vivências práticas e de ensino-docência na FMRP. Sou fã de vocês!

Obrigada ao meu orientador professor Carlos, que me deu a oportunidade de mestrado pela EEFERP, por me auxiliar sempre que necessário e pela confiança depositada em mim para que projeto fosse realizado!

Quero agradecer também aos meus amigos de laboratório grupo NESGEF (mestrandos e doutorandos) Camila, Ester, Andressa, Vitor, Atila, Guilherme, Leonardo, em especial a doutoranda Mariana e a mestranda Laís que muitas vezes me orientaram e foram meu braço direito da pesquisa, me mostrando e ensinando que a academia não é uma competição e que com parceria cresceríamos juntas, aos alunos de iniciação científica, em especial Larissa e João Vitor, e a técnica do nosso laboratório Simone (a melhor) que tiveram participação direta e me acompanharam em coletas, estresses e alegrias do dia a dia durante o mestrado. O projeto não seria o mesmo se cada um de vocês não estivessem comigo!

Agradeço os meus amigos Carlos (Beisso e Migué) que sempre estiveram presentes e disponíveis para me ensinar estatística e tirar quaisquer dúvidas que aparecessem. Amigos que são além da academia! Agradeço as minhas participantes de pesquisa, que tiveram paciência, dedicação e amor em seguir o protocolo e que me ensinaram muito sobre a vida, e se tornaram

parte da minha família de Ribeirão Preto - nunca vou esquecer todo carinho e confiança que depositaram em mim.

Agradeço aos meus alunos de *personal trainer*, que muitas vezes entenderam minha ausência por compromissos acadêmicos e que mesmo assim sempre estiveram comigo, confiando no meu trabalho e por serem meu financiamento para que minhas contas fossem pagas durante o processo.

E por fim o meu agradecimento mais precioso, ao meu Deus, a ti agradeço infinitamente por abençoar toda trajetória, colocando pessoas e momentos incríveis no meu caminho que me fazem querer ser melhor a cada dia. Sem o Senhor nem a primeira linha desses agradecimentos seria escrita!

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que grandes coisas foram conquistadas do que parecia impossível”!

(Charles Chaplin)

Lista de abreviaturas e siglas

ACTN3	Alpha actinina 3
AGI	Agilidade
CAM	Caminhada de seis minutos
CAM	Caminhada
CC	Circunferência da cintura
ECA	Enzima conversora de angiotensina
FEC	Flexão e extensão de cotovelo
FMCA	Formulário de Marcadores do Consumo Alimentar
IMC	Índice de massa corporal
IPAQ	Questionário Internacional de Atividade Física
MC	Massa corporal
MNC	Mão nas costas
MOD	Moderada
PAS	Pressão arterial sistólica
PAD	Pressão arterial diastólica
RM	Repetições máximas
SEA	Sentar e alcançar
SEL	Sentar e levantar
SUP	Supino
TC	Treinamento combinado
TM	Treinamento multicomponente
TRIMP	Impulso de treinamento
VIG	Vigorosa

Lista de figuras

ARTIGO 1

Figura 1 – Desenho do estudo e seleção da amostra.....55

Figura 2 – Efeitos do treinamento multicomponente e treinamento combinado na capacidade cardiorrespiratória e carga máxima dinâmica.....56

ARTIGO 2

Figura 1 – Desenho do estudo e seleção da amostra.....55

Lista de Tabelas

ARTIGO 1

Tabela 1 – Efeitos do TM e TC nas variáveis antropométricas e pressão sanguínea.....	52
Tabela 2 – Possíveis variáveis de confusão nos grupos TM e TC.....	53
Tabela 3 – Efeitos do TM e TC nas capacidades físicas e qualidade de vida.....	54

ARTIGO 2

Tabela 1 – Variáveis antropométricas, idade e pressão sanguínea em relação ao polimorfismo da ECA.....	77
Tabela 2 - Efeitos do TM e TC nas capacidades físicas e qualidade de vida em relação ao polimorfismo da ECA.....	78
Tabela 3 - Análises de confusão dos grupos TM e TC em relação ao polimorfismo da ECA.....	79
Tabela 4 - Análises sanguíneas dos grupos TM e TC em relação ao polimorfismo da ECA.....	80
Tabela 5 - Efeitos do TM e TC no teste carga máxima dinâmica em relação ao polimorfismo da ECA.....	80
Tabela 6 - Variáveis antropométricas, idade e pressão sanguínea em relação ao polimorfismo da ACTN3.....	81
Tabela 7 - Efeitos do TM e TC nas capacidades físicas e qualidade de vida em relação ao polimorfismo da ACTN3.....	82
Tabela 8 - Análises de confusão dos grupos TM e TC em relação ao polimorfismo da ACTN3.....	83
Tabela 9 - Análises sanguíneas dos grupos TM e TC em relação ao polimorfismo da ACTN3.....	84
Tabela 10 - Efeitos do TM e TC no teste carga máxima dinâmica em relação ao polimorfismo da ACTN3.....	84

RESUMO

RODRIGUES, KP. Treinamento combinado versus multicomponente em parâmetros de saúde de mulheres de 50 a 75 anos: associação com variantes genéticas. 2019. (p.92). Dissertação (Mestrado) – Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2019.

O objetivo geral desse estudo foi comparar os efeitos do treinamento combinado versus treinamento multicomponente em capacidades físicas e funcionais e avaliar a possível associação com polimorfismos genéticos (ECA e ACTN3) em mulheres de 50 a 75 anos fisicamente ativas. As participantes foram distribuídas aleatoriamente em dois grupos de treinamento (multicomponente e combinado) e avaliadas antes e após 14 semanas de treinamento quanto ao nível de atividade física, medidas antropométricas, pressão arterial, composição corporal, força muscular, aptidão cardiorrespiratória, coordenação, flexibilidade, agilidade, qualidade de vida, análises sanguíneas e variantes genéticas. Observamos que ambos treinamentos foram efetivos na melhora das capacidades físicas e funcionais em 14 semanas de treinamento em mulheres de 50 a 75 anos, no entanto apenas TC foi capaz de melhorar agilidade e capacidade cardiorrespiratória. Em relação às análises genéticas foram observadas associações do polimorfismo da ECA e da ACTN3 com parte das variáveis analisadas (medidas antropométricas, pressão sanguínea, capacidades físicas e qualidade de vida) em ambos modelos de treinamento físico. Foi observada, por exemplo, melhora da capacidade cardiorrespiratória apenas no TC, tanto para o polimorfismo da ECA em ambos os genótipos, quanto para o polimorfismo da ACTN3 nas mulheres com genótipos TT+TC, que também foi o único grupo a apresentar melhora no teste de força muscular no TM. Em conclusão, 14 semanas de TC foram mais eficientes para melhorar capacidades físicas em mulheres fisicamente ativas com idade entre 50-75 anos e também foi encontrada associação dos polimorfismos da ECA e da ACTN3 com parte dos parâmetros de saúde das participantes do estudo.

ABSTRACT

RODRIGUES, KP. Combined versus multicomponent training in health parameters of women 50 to 75 years: genetic combinations. 2019. (p.92). Dissertation (Master) - Ribeirão Preto School of Physical and Sports Education, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2019.

The overall objective of this study was to compare the effects of combined versus multicomponent training on physical and functional abilities and to evaluate the possible association with genetic polymorphisms (ACE and ACTN3) in physically active women aged 50 to 75 years. Participants were randomly assigned to two training groups (multicomponent and combined) and assessed before and after 14 weeks of training for physical activity level, anthropometric measurements, blood pressure, body composition, muscle strength, cardiorespiratory fitness, coordination, flexibility, agility, quality of life, blood tests and genetic variants. We observed that both trainings were effective in improving physical and functional capacities in 14 weeks of training in women aged 50 to 75 years, however only CT was able to improve agility and cardiorespiratory capacity. Regarding genetic analyzes, associations of ACE and ACTN3 polymorphism were observed with part of the analyzed variables (anthropometric measurements, blood pressure, physical capacity and quality of life) in both physical training models. For example, an improvement in cardiorespiratory capacity was observed only at CT, both for ACE polymorphism in both genotypes and for ACTN3 polymorphism in women with TT + CT genotypes, which was also the only group to show improvement in the test of muscle strength in the TM. In conclusion, 14 weeks of CT were more efficient in improving physical capacity in physically active women aged 50-75 years, and an association of ACE and ACTN3 polymorphisms with part of the health parameters of the study participants was also found.

Sumário

1. Justificativa geral	16
1.1 Introdução.....	17
1.1.1.Treinamento multicomponente <i>versus</i> combinado.....	19
1.1.2.Influência genética no treinamento.....	22
2. Objetivos.....	24
3. Métodos.....	24
3.1.Aspectos éticos.....	24
3.2.Participantes.....	24
3.3.Desenho do estudo.....	26
3.4.Avaliações.....	26
3.5.Protocolo treinamento multicomponente.....	30
3.6. Protocolo treinamento combinado.....	30
3.7.Determinação da Frequência Cardíaca.....	32
3.8.Carga interna de treinamento.....	32
3.9.Análises sanguíneas.....	33
3.10.Genotipagem.....	33
3.11 Análises estatísticas.....	34
4. Resultados.....	34
ARTIGO 1.....	35
The effects of combined versus multicomponent training in physically active women aged 50-75 years.....	35
Resumo.....	36
Introdução.....	37
Materiais e Métodos.....	38
Resultados.....	42
Discussão.....	42
Conclusão.....	45
Referências	46
ARTIGO 2.....	57

Associação de polimorfismos genéticos da ECA e da ACTN3 sobre efeitos de diferentes modelos de treinamento físico em mulheres fisicamente ativas de 50 a 75 anos.....	57
Resumo.....	58
Introdução.....	59
Materiais e Métodos.....	61
Resultados.....	65
Discussão.....	68
Conclusão.....	71
Referências.....	71
5. Conclusões gerais.....	80
Referências.....	86

JUSTIFICATIVA GERAL

Com o aumento da expectativa de vida, são necessárias ações voltadas à promoção do envelhecimento ativo e saudável, e a produção de conhecimento na área do envelhecimento humano vem contribuir com subsídios no planejamento de políticas públicas (LOPES et al., 2014).

O envelhecimento populacional é considerado um dos maiores desafios da atualidade, principalmente nos países em desenvolvimento. No entanto, juntamente ao aspecto positivo de viver mais, acompanha-se a diminuição funcional dos sistemas corporais, que provoca, entre diversas repercussões, a perda de força e massa muscular, sendo um fator crítico para a qualidade de vida e saúde ao longo da vida (PEREIRA;TEIXEIRA;SANTOS, 2012).

Além disso, a perda de massa muscular está diretamente ligada a outros sistemas, como por exemplo o cardiorrespiratório. Uma diminuição da força pode reduzir a capacidade de se movimentar, que reduz a aptidão cardiopulmonar, sendo uma via de mão dupla, cíclica e contínua (SOUZA, 2017).

Como meio de prevenção, os exercícios físicos, independente do meio em que são realizados, apresentam-se como propiciadores de inúmeros benefícios em relação à saúde da população idosa, como a melhora do fluxo sanguíneo, da força muscular e da rigidez articular, o que interfere positivamente no equilíbrio, na flexibilidade, na coordenação e na resistência muscular (DANTAS; SANTOS, 2017).

A capacidade de adaptação fisiológica do idoso ao exercício, ou treinabilidade, é similar à que ocorre no organismo de indivíduos mais jovens. Dessa forma, as mudanças provindas do exercício físico em indivíduos fisicamente inativos são facilmente perceptíveis (NÓBREGA et al, 1999). No entanto, há lacunas na literatura sobre o que o exercício pode promover após essa adaptação inicial. Sendo assim, estratégias de treinamentos físicos que potencializam o desempenho de quem envelhece estão sendo estabelecidas e vêm se destacando na literatura, como exemplo o treinamento multicomponente e o treinamento combinado.

Embora ambos os treinamentos forneçam uma série de benefícios para a saúde da população idosa, ainda é desconhecido na literatura qual modalidade de exercício traz maiores ganhos relacionados à saúde dessa população (ROCHA et al., 2015) e entender a influência das características genéticas de adultas e idosas fisicamente ativas em resposta a diferentes modelos de treinamento poderá trazer evidências sobre a escolha do tipo de treino que possa favorecer idosos com perfis genéticos diferentes.

A partir deste contexto, elaborou-se o presente estudo, que será apresentado em forma de artigos científicos. A dissertação está estruturada inicialmente por uma introdução sobre o tema da pesquisa, seguida pelos objetivos e métodos, contendo aspectos comuns e mais relevantes dos dois artigos. Na sequência, os resultados serão apresentados em dois artigos originais e por fim, as conclusões gerais e as referências complementares, citadas nos artigos científicos.

1.1 Introdução

Drásticas mudanças no processo de transição demográfica mundial ocorreram no século XX, caracterizadas principalmente pelo avanço da medicina e mudança no perfil epidemiológico da população, o que culminou na redução dos níveis de fecundidade e da mortalidade. Com isso, muitos países modificaram o perfil de suas pirâmides etárias, diminuindo o número de crianças e jovens e aumentando o número de adultos e idosos (ADMINISTRATION ON AGING, 2016).

A taxa de crescimento da população idosa mundial é aproximadamente de 3% ao ano, e estima-se que, em 2050, essa população será composta por 2,1 bilhões de pessoas. Atualmente, existe cerca de 962 milhões de pessoas com 60 anos ou mais no mundo, o que corresponde a 13% da população total (UNITED NATIONS, 2017). Esse aumento será mais expressivo na América Latina e no Caribe, com projeção de crescimento de 71%, seguido pela Ásia (66%), África (64%), Oceania (47%), América do Norte (41%) e Europa (23%) (UNITED NATIONS, 2015).

No Brasil, o número e proporção de pessoas que envelhecem também têm aumentado de forma rápida. Estima-se que, em 2025, o país seja a sexta população do mundo com o maior número de idosos, alcançando os 35 milhões, e no cenário atual o Brasil é um dos dez países do mundo com maior número de pessoas acima de 60 anos: 16 milhões. É a faixa etária da população que mais cresce (IBGE, 2015). Um fenômeno que acompanha o envelhecimento populacional é a feminização da velhice, um processo que se caracteriza pelo aumento no número de mulheres em relação ao de homens, em idades mais avançadas. Em 2012, para cada cem mulheres com 60 anos ou mais, existiam somente 84 homens, e para cada cem mulheres com 80 ou mais, apenas 61 homens. Em relação às variações existentes entre as regiões do mundo, em todas elas a proporção de mulheres ultrapassa metade da população idosa (UNITED NATIONS, 2010).

O processo de envelhecimento é definido como um fenômeno natural, irreversível e que não ocorre de forma igualitária nos seres humanos - é um mecanismo de acontecimentos deletérios que podem prejudicar nas atividades diárias devido a diferentes razões, tais como inatividade física, fatores genéticos, bem como alterações de ordens psicológica e social (SILVA et al., 2015; FECHINE; TROMPIERI, 2012).

Dentre os efeitos e possíveis alterações do processo de envelhecimento a perda de massa muscular tem influência direta no desempenho motor e nas atividades de vida diária (SANTOS et al., 2011). Entre os 70 e 90 anos de idade, há uma diminuição de 20 a 50% da massa magra, com perda principalmente em fibras do tipo II (fibras rápidas), prejudicando a capacidade funcional e afetando diretamente na qualidade de vida do indivíduo (SANTOS et al., 2011; ARA, 2015). Além disso, o sistema cardiovascular também sofre uma série de modificações funcionais e estruturais, que podem influenciar o débito cardíaco e o volume sistólico máximo, podendo diminuir a intensidade máxima de um exercício (BORBA-PINHEIRO et al., 2017).

No que diz respeito à população idosa, um dos fatores determinantes na diminuição da força e capacidade funcional é o estilo de vida sedentário (HARVEY; CHASTIN; SKELTON, 2015). Entende-se que o comportamento sedentário é caracterizado por um gasto energético inferior a 1,5 METs (equivalentes metabólicos) quando se está na posição sentada ou deitada (SEDENTARY ..., 2012). Isto significa que, quando um indivíduo está sentado assistindo TV, por exemplo, encontra-se em comportamento sedentário e esse comportamento

está associado às doenças cardiovasculares (STAMATAKIS et al., 2012), ao isolamento social (DE REZENDE et al., 2014), ao envelhecimento menos bem-sucedido (DOGRA; STATHOKOSTAS, 2012), a sintomas depressivos (GARDNER et al., 2014) e à morte prematura (KATZMARZYK et al., 2009). Os dados mostram que a redução do tempo total sentado pode ser tão importante quanto o aumento da participação dos níveis de atividade física na diminuição de riscos da saúde (KATZMARZYK et al., 2009).

Dessa forma, a prática de exercícios físicos regular aparece como uma estratégia essencial para melhorar a aptidão física relacionada à saúde e aumentar a capacidade funcional e qualidade de vida de adultos e idosos (ABDALA et al., 2017; BRUNONI et al., 2015; VAGETTI et al., 2014), além de atenuar as alterações deletérias decorrentes do processo de envelhecimento (AVELAR et al., 2016).

Nesse sentido, o treinamento multicomponente e o treinamento combinado têm sido fortemente recomendados, pois apresentam inúmeros benefícios para população idosa e por fornecerem respostas favoráveis que contribuem para o envelhecimento saudável (NELSON et al., 2007; ROCHA et al., 2017).

1.1.1 Treinamento multicomponente versus combinado

O treinamento multicomponente (TM) caracteriza-se como a associação de várias modalidades de exercício, tais como exercícios aeróbios, de flexibilidade, de força e resistência muscular, de coordenação motora, de agilidade e de equilíbrio (ANSAI et al., 2016; BOUAZIZ et al., 2016; BAKER et al., 2007) e pode ser efetuado de maneira simples, utilizando diversos objetos e recursos do dia a dia (obstáculos, escadas, rampas, trajetórias de diferentes distâncias, variados estímulos, vestibulares, visuais e somatossensorial), assim como recursos adicionais (colchonetes, halteres, *medicine ball*, faixas elásticas, cones, caneleiras, dentre outros) (ZHUANG et al., 2014; ANSAI et al., 2016; NEMATOLLAHI et al., 2015).

O treinamento multicomponente para idosos apresenta resultados clinicamente relevantes, que demonstraram benefícios na capacidade cardiorrespiratória, desempenho cognitivo, qualidade de vida e capacidade funcional (BOUAZIZ, et al. 2016). Além disso, tal treinamento mostrou também ser eficaz para o aumento de força muscular e redução do risco

de quedas. A maioria dos estudos sobre o treinamento multicomponente mostra efeitos positivos no equilíbrio, risco de quedas, melhora da força muscular, marcha, mobilidade, tecido ósseo, aptidão cardiorrespiratória e cognição em indivíduos idosos (ZHUANG et al., 2014; ANSAI et al., 2016; NEMATOLLAHI et al., 2015; GUDLAUGSSON et al., 2013).

Nogueira (2017) avaliou os efeitos de doze semanas de TM sobre a aptidão funcional e qualidade de vida em idosas fisicamente ativas, com média de idade de 65 anos, e observou que o TM é uma opção viável para atenuar em parte dos efeitos deletérios do envelhecimento, se mostrando eficiente na melhora da aptidão funcional e da qualidade de vida. O estudo de dos Reis Caldas (2019) demonstrou que três sessões de 50 minutos semanais no período de 16 semanas de TM foram capazes de melhorar os níveis de resistência muscular de membros superiores e inferiores, por meio dos resultados obtidos nos testes de sentar e levantar e flexão de cotovelo - melhorou também a agilidade e o equilíbrio dinâmico por meio dos resultados obtidos no teste de levantar e movimentar em mulheres idosas consideradas fisicamente ativas. Além de proporcionar alterações positivas na capacidade funcional de idosos, há evidências que o TM pode ocasionar melhoras da composição corporal desse público.

Os achados do estudo de Carvalho et al. (2010) apontaram que oito meses de TM, com três sessões semanais de 60 minutos por sessão, foram capazes de reduzir o IMC e o percentual de gordura, e aumentar o percentual de massa magra em idosas. O estudo de Villareal et al. (2011) corrobora tais achados, mostrando que três meses de TM, com 3 sessões semanais de 90 minutos cada, foram eficazes na diminuição do percentual de gordura e aumentou o percentual massa magra de idosos fisicamente inativos.

Além do treinamento multicomponente, existem outras estratégias de treinamento sendo utilizadas para reduzir os declínios físicos e fisiológicos em adultos e idosos, como o treinamento combinado (TC), que pode ser definido como a modalidade na qual o exercício aeróbio e de força são realizados na mesma sessão de treinamento (CRUZ et al., 2012), sendo importante para a promoção e manutenção da saúde e autonomia funcional do idoso, ocasionando melhorias na função e estrutura muscular e reconhecido também como uma das estratégias mais efetivas para melhora de respostas neuromusculares e cardiovasculares nas pessoas no contexto do envelhecimento (ROCHA et al., 2015; CADORE et al., 2014).

O estudo de Guedes (2016) mostrou que o TC no período de 8 semanas foi eficaz em proporcionar melhoras na força de preensão manual, no aumento da massa muscular do

músculo vasto lateral, na potência e na resistência aeróbica em idosas. Forte et al. (2013) observaram que o TC foi efetivo para manter os níveis de massa magra, além de melhorar a capacidade funcional de idosos. Rocha et al. (2016) verificaram que o TC no período de 16 semanas, sendo cinco sessões por semana de 60 minutos cada, demonstrou efeito protetor em relação a parâmetros bioquímicos e hemodinâmicos. Mesmo apresentando reduções significativas apenas nos níveis plasmáticos da fração LDL de colesterol e colesterol total, os demais parâmetros enquadraram-se nos limites desejáveis. Por outro lado, em relação à pressão arterial, foram observados valores significativamente menores após TC quando comparado ao momento pré-treinamento.

De acordo com Rocha (2015), o fato de idosos se manterem ativos fisicamente, por meio de um programa de treinamento combinado, teve como resultado maior nível de autonomia funcional quando comparado a idosos fisicamente inativos. Também foi observado que o TC é uma opção promissora para o aumento de massa magra, diminuindo a massa gorda total e a gordura do tronco, e regulando o perfil metabólico em mulheres na pós-menopausa (ROSSI et al., 2013; ROSSI et al., 2015).

Recentemente, o TM foi comparado com TC, com o treinamento aeróbico e com o treinamento funcional na melhora da aptidão física e funcional em mulheres inativas de 50 a 70 anos no período de 8 semanas, e observou-se que o TM apresentou melhores resultados em relação à coordenação e à capacidade aeróbia quando comparado com os outros grupos (NEVES et al., 2016).

Carvalho et al. (2010) investigou os benefícios da força isocinética após 24 semanas de TM comparado com o TC de em idosos e observou que o grupo TC apresentou aumento de força isocinética de membros inferiores, sem mudanças significativas em relação ao TM.

Embora seja possível encontrar muitos benefícios entre o treinamento multicomponente e combinado na literatura, ainda não se encontra evidenciado qual deles traz maior magnitude de resposta em relação às capacidades físicas, funcionais e na qualidade de vida desta população e uma parcela das amostras apresentadas pelos estudos mostram resultados diferentes e com certa variabilidade no que diz respeito aos benefícios que ambos os treinamentos podem promover (CARVALHO, et al., 2010). Neste sentido, a genética é um componente que pode colaborar no entendimento provindo das diferentes respostas dos indivíduos em relação ao desempenho no treinamento.

1.1.2 Influencia genética no treinamento físico

O Projeto Genoma Humano permitiu a identificação de diferenças nas sequências genéticas que resultam nas inúmeras respostas individuais frente a condições ambientais. O estudo da variação genética tem sido utilizado para responder perguntas relacionadas às adaptações e ações no músculo esquelético, proporcionando novas condições para melhorar o desempenho físico em pessoas mais velhas (BUSTAMANTE et al., 2010; MCCAULEY et al. 2010; GARATACHEA et al., 2012), sendo clinicamente relevante para identificar associação de resposta do treinamento em diferentes genótipos relacionados com a diminuição de força e função muscular no envelhecimento (GARATACHEA; LUCIA, 2013). Dentre os tipos de polimorfismos genéticos ou variantes genéticas, encontra-se o polimorfismo de nucleotídeo único (*single nucleotide polymorphism*- SNP), que compõe um dos principais elementos da genética (ISSA et al., 2014).

Polimorfismos genéticos podem ser definidos como diferentes variações naturais dentro do ácido nucléico em um determinado local cromossômico que atingem mais de 1% da população (SARPESHKAR; BENTLEY, 2010). Estudos científicos anteriores apontam que polimorfismos genéticos nos genes que codificam a enzima conversora de angiotensina (ECA) (COFFEY; HAWLEY, 2007) e a proteína alfa-actinina 3 (ACTN3) são fortes candidatos para influenciar fenótipos do músculo esquelético (PEREIRA et al., 2012).

A ECA converte a angiotensina I em angiotensina II, que fazem parte do sistema renina-angiotensina e são responsáveis pelo controle de fluidos corporais e principalmente pelo controle da pressão arterial (GUTH et al., 2013). O gene da ECA está localizado no cromossomo 17q23, é composto de 26 éxons e 25 íntrons. Uma variante genética comum no gene da ECA foi descrita como ausência ou deleção (alelo D) e presença ou inserção (alelo I) de 287 pares de base no íntron 16 (PUTHUCHEARY et al., 2011). Foi observado que o alelo de inserção (I), foi associado a uma melhora na resposta cardiovascular ao treinamento (MYERSON et al., 1999), enquanto o alelo de deleção (D) foi associado a um aumento na massa muscular em resposta do treinamento de força (PUTHUCHEARY et al., 2011; WOODS et al., 2001).

Com relação à força, a literatura tem relacionado à capacidade física ao gene α -actinina-3, ou ACTN3, que é uma proteína presente nas fibras musculares esqueléticas tipo II, responsáveis pela contração rápida e desenvolvimento da força muscular. Essa proteína se localiza na linha Z no interior das células musculares, onde auxilia na ancoragem das fibras de actina - os alelos relacionados a ela são C (aminoácido arginina) ou T (parada da síntese da proteína) (PASQUA et al., 2011). Indivíduos que possuem ambos os alelos variantes (genótipo TT) apresentam ausência total de ACTN3, que é responsável por gerar força e potência em fibras musculares de contração rápida (PASQUA et al., 2011; YANG et al., 2003; MACARTHUR et al., 2011). Dessa forma, é fundamental identificar os indivíduos que possam ser mais suscetíveis à diminuição da força e da função muscular com o envelhecimento e que podem precisar de intervenções específicas (PEREIRA, 2014).

Um estudo avaliou os efeitos dos polimorfismos ECA I/D e ACTN3 C/T na gordura corporal, capacidade aeróbica, força muscular, flexibilidade e agilidade em mulheres idosas e verificou-se que mulheres idosas fisicamente inativas com o genótipo TT da ACTN3 tinham menores níveis de flexibilidade nos membros superiores e capacidade cardiorrespiratória, enquanto mulheres com o genótipo ID da ECA apresentaram melhor capacidade cardiorrespiratória e menor percentual de gordura corporal (MORAES et al., 2015).

Pereira et al. (2013) investigaram a influência dos polimorfismos da ECA I/D e ACTN3 C/T em treinamento de potência muscular com duração de 12 semanas em mulheres mais velhas e não encontraram diferenças significativas entre os grupos tanto em relação ao genótipo da ECA como da ACTN3.

Moraes et al. (2018) examinaram os efeitos dos polimorfismos ECA I/D e ACTN3 C>T em resposta a um programa de treinamento multicomponente sobre potência e níveis de força muscular, capacidade aeróbica e agilidade em mulheres de 50 a 70 anos e observaram que em relação ao gene da ECA, os três grupos de genótipos melhoraram o desempenho em todos testes, com exceção do grupo DD no teste sentar e levantar e o grupo ID no teste de caminhada de seis minutos. Em relação ao gene ACTN3, os três grupos melhoraram o desempenho em todos os testes, com a exceção de o grupo TT no teste sentar e levantar e o grupo CC no teste de caminhada de seis minutos.

O fato de haver resultados controversos na literatura reforça a importância de mais estudos com associações de influências genéticas com o desempenho físico a fim de que

futuramente se confirmadas seja possível direcionar intervenções específicas como forma de prevenção de declínios de saúde para cada indivíduo.

2. Objetivos

A dissertação será apresentada na forma de artigos. Assim, os objetivos foram divididos em dois blocos, correspondentes a cada um dos dois artigos propostos:

Artigo 1

Comparar os efeitos do TC e TM nas capacidades físicas em mulheres fisicamente ativas de 50 a 75 anos.

Artigo 2

Avaliar a possível associação de polimorfismos genéticos (ECA e ACTN3) com a resposta de um programa de treinamento físico multicomponente e combinado em capacidades físicas em mulheres fisicamente ativas de 50 a 75 anos.

3. Métodos

3.1 Aspectos Éticos

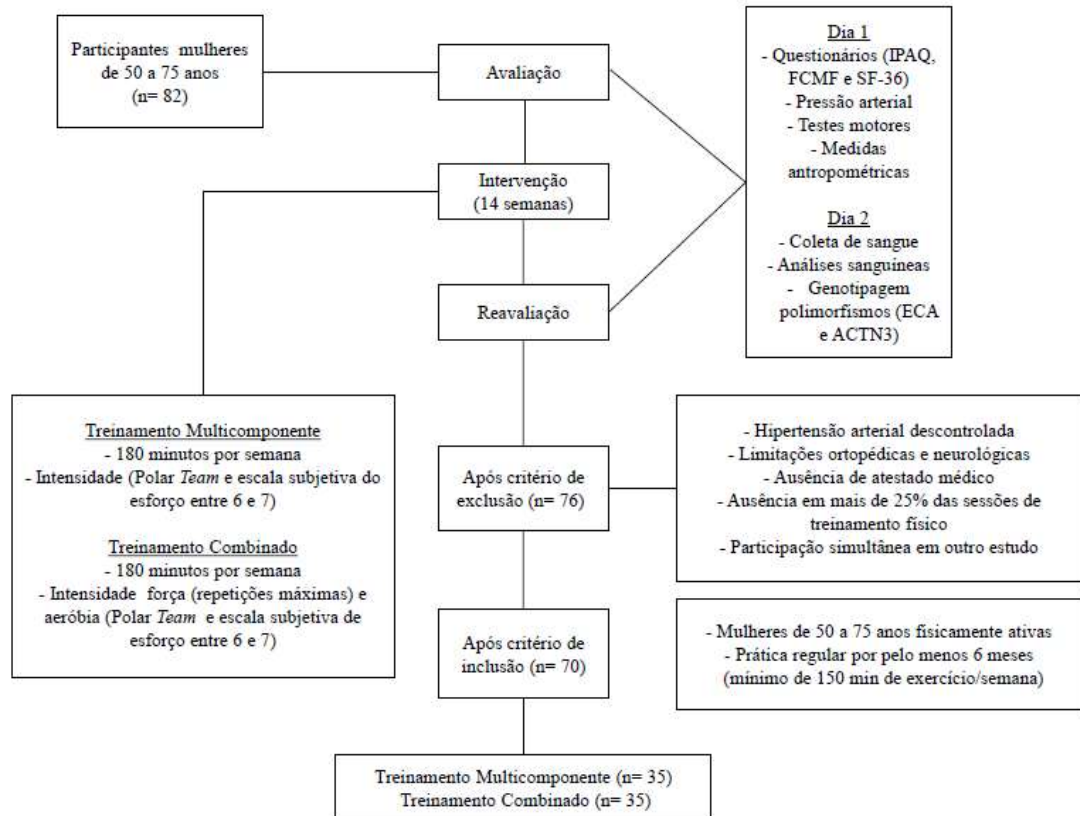
O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto na Universidade de São Paulo (EEFERP-USP, CAAE 45889915.0.0000.5659; REBEC: RBR-3g38dx). Antes de iniciar essa pesquisa e assinar o termo de consentimento livre e esclarecido, as participantes assistiram a uma palestra onde todos os detalhes do projeto foram apresentados e todas as dúvidas respondidas.

3.2 Participantes

Participaram da pesquisa 70 mulheres de 50 a 75 anos de idade com prática regular de exercício físico há pelo menos seis meses, por pelo menos cento e cinquenta minutos semanais de acordo com as diretrizes da *American College of Sports Medicine (ACSM)*. As participantes foram recrutadas do Programa de Educação Física para Idosos (PEFI), um projeto de extensão da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo EEFERP-USP e distribuídas aleatoriamente em dois grupos: treinamento multicomponente e treinamento combinado (figura 1).

3.3 Desenho do estudo

Figura 1. Desenho do estudo e seleção da amostra



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.4 Avaliações

- Características antropométricas, idade e pressão arterial

Os seguintes parâmetros foram avaliados segundo a literatura: estatura, massa corporal, índice de massa corporal (IMC) e idade (RODRIGUES; BALDO, MILL, 2010). A pressão arterial foi avaliada por meio de um aparelho medidor de pressão OMRON digital automático de braço, modelo HEM-7113, que usa o método oscilométrico de medição - o monitor detecta o movimento do sangue pela artéria braquial e o converte em uma leitura

digital. A medida foi realizada no primeiro contato, com o participante estando em repouso por pelo menos cinco minutos, de acordo com as Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial (SBH, 2016).

- Testes funcionais

Sentar e levantar

No teste de sentar e levantar validado por Rikli e Jones (1999) consistiu em sentar e levantar de uma cadeira, cuja altura é de 45 centímetros, o máximo de vezes possíveis em 30 segundos. As participantes devem encostar o quadril no encosto da cadeira para completar o movimento. Foi realizada uma tentativa para familiarização com três repetições e o indivíduo foi orientado a executá-lo de forma correta.

Flexão e extensão de cotovelo

No teste de flexão de cotovelo, as participantes fizeram o movimento de flexão e extensão de cotovelo com o braço dominante o máximo de vezes possíveis com um halter de 2,27 quilogramas, em 30 segundos. A mão foi colocada em posição de supinação e os ombros não poderiam ser flexionados (RIKLI; JONES, 1999).

Capacidade cardiorrespiratória

Para avaliar a capacidade aeróbia foi realizado o teste de caminhada de seis minutos (RIKLI; JONES, 1999). Portanto, foi anotada a distância percorrida e o percurso foi um retângulo de 4,57 por 18,28 m, no qual as participantes caminharam o mais próximo possível dos cones na maior velocidade possível, sem correr, durante seis minutos. As participantes foram motivadas pelos avaliadores e avisadas sobre o tempo quando faltassem 3 e 2 minutos para encerrar. Quando o tempo se encerrava, elas ficaram paradas no mesmo lugar para que pudessemos medir a distância total percorrida (RIKLI; JONES, 1999).

Flexibilidade

Foi avaliada por meio dos testes propostos por Rikli e Jones (1999) - teste de alcançar atrás das costas, no qual é medida a distância entre as extremidades distais com uma régua dos dois dedos médios das mãos; e teste de sentar e alcançar, que utiliza uma cadeira e

consiste em medir a distância entre a extremidade distal do dedo médio da mão e a extremidade distal do terceiro pododáctilo. Foram realizadas duas tentativas em ambos os testes, sendo considerado o melhor resultado - os resultados foram expressos em centímetros em ambos os testes. Segundo Virtuoso Júnior e Guerra (2011), o teste de flexibilidade da bateria de Fullerton (RIKLI; JONES, 1999) é sugerido para grupos com característica mais heterogêneos, como idosos, devido ao fato de apresentarem os melhores coeficientes de correlação intraclasse.

Agilidade

Neste teste a participante deveria se levantar de uma cadeira e dar uma volta em um cone localizado à direita a 1,5 m para trás e 1,8 m para o lado da cadeira, e retornar o mais rápido possível à posição sentada na cadeira. Imediatamente, a participante levantava os pés do chão, garantindo assim a finalização do movimento. Em seguida iniciava-se o mesmo movimento para o lado oposto, completando um ciclo. Uma tentativa equivale a dois ciclos. Foram realizadas duas tentativas e o resultado final foi o menor tempo na realização entre as duas tentativas (OSNESS et al., 1990).

- Avaliação do nível de atividade física

Para avaliar o nível de atividade física (NAF) foi utilizado o *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ), instrumento validado no Brasil pelo Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul (CELAFISCS). Os dados das mulheres foram coletados por meio de uma entrevista que avalia a frequência, em dias, e a duração, em minutos, das atividades físicas realizadas por mais de dez minutos contínuos durante uma semana normal. No presente estudo foi utilizada a versão curta do IPAQ, que inclui os quatro componentes da atividade física: atividade física no trabalho, atividade física como meio de transporte, atividade física em casa (cuidados com a família, tarefas domésticas e trabalho) e atividade física no lazer (esporte e recreação), classificadas em vigorosas, moderadas e caminhada, de acordo com o que foi relatado pelas participantes. Os resultados são os intervalos de tempo por semana em cada um destes três tipos de atividade física, assim como o intervalo de tempo sentado em um dia de semana e em um dia de final de semana (HALLAL, VICTORA; 2004).

- Avaliação nutricional

Do mesmo modo que a avaliação do nível de atividade física, fizemos uma avaliação nutricional para certificar que as possíveis diferenças existentes entre os grupos nas variáveis de interesse estejam relacionadas às diferenças genéticas e não a fatores ambientais. Ela foi feita pelo Formulário de Marcadores do Consumo Alimentar do Ministério da Saúde, do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional, que tem como objetivo identificar com que frequência o entrevistado consumiu alguns alimentos ou bebidas nos sete dias anteriores à entrevista (BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008).

- Avaliação da qualidade de vida

A qualidade de vida foi avaliada pelo questionário de qualidade de vida SF-36 traduzido e validado para o português (CICONELLI et al., 1999). Este instrumento é de fácil compreensão e administração por não ser tão extenso. O SF-36 é multidimensional, englobando 36 itens a respeito da capacidade funcional, aspectos físicos, dor, estado geral da saúde, vitalidade, aspectos sociais, aspectos emocionais e saúde mental. A pontuação total foi dividida pelo score físico (soma dos domínios capacidade funcional, aspectos físicos, dor e estado geral da saúde) e score mental (soma dos domínios vitalidade, aspectos sociais, aspectos emocionais e saúde mental). A pontuação máxima de cada score é de 100 pontos (WARE et al., 1992).

- Estimativa da carga máxima dinâmica

A estimativa da carga máxima dinâmica do treinamento combinado foi feita para avaliar a força muscular de acordo com o protocolo proposto por Tristscheler (2003). Esse protocolo é ideal para mulheres com idade mais avançada, já que essas são mais resistentes em levantar cargas elevadas e algumas vezes pedem para parar o teste antes de atingir a carga máxima dinâmica, subestimando o resultado. Portanto, no início do teste foi realizado um aquecimento nos aparelhos que seriam feitos o teste, realizando 15 repetições com uma intensidade leve. Em seguida, foi selecionado um peso submáximo e a avaliada foi instruída a realizar corretamente o máximo de repetições possíveis. O teste parava quando a avaliada conseguisse realizar no mínimo duas e não mais que 10 repetições. Caso conseguisse realizar

mais que 10 repetições, repetia-se o teste com um peso maior depois de três minutos de descanso. O teste de carga máxima dinâmica teve o objetivo de avaliar os parâmetros iniciais e finais da força das participantes nos exercícios de supino inclinado e *leg press*.

3.5 Protocolo do programa do treinamento multicomponente

O protocolo de treinamento consistiu em diferentes tipos de exercícios físicos para o desenvolvimento das capacidades motoras condicionantes (resistência, força, flexibilidade e velocidade) e as capacidades motoras coordenativas (coordenação motora, controle motor, reação motora e ritmo) (TRAPÉ et al., 2017). As sessões tiveram duração de 90 minutos cada, realizadas duas vezes por semana e estruturados em quatro partes: (1) aquecimento, incluindo exercícios de alongamento dinâmico, coordenação e/ou equilíbrio (cerca de 20 a 30 minutos), (2) exercícios de força realizados sob a forma de um circuito usando elásticos, pesos livres e peso corporal (cerca de 30 a 40 minutos), (3) atividades aeróbicas e lúdicas (danças ou jogos) (cerca de 20 a 30 minutos) e (4) "de volta à calma", relaxamento, massagem e alongamento (cerca de 10 minutos).

A intensidade do treino foi controlada por Escala de Borg e a meta era a obtenção, em cada sessão, de valores entre 6 e 7 em escala de zero a 10, representando uma intensidade moderada de exercício físico (TRAPÉ et al., 2017). Além disso, foi utilizado sistema para análise de frequência cardíaca (Polar Team2, Finlândia) para melhor fidedignidade de utilização da escala.

3.6 Protocolo do treinamento combinado

A intervenção por meio do treinamento combinado teve duração de 14 semanas e foi realizada três vezes por semana, em dias alternados, iniciando às 7h30 e com duração total de treinamento de aproximadamente uma hora, sendo cerca de 30 minutos de exercícios de força e 30 minutos de exercícios aeróbicos. As participantes foram divididas de modo que, se na primeira sessão de treinamento começar pelo exercício aeróbio, na segunda sessão começarão pelo exercício resistido. Isso evita um possível viés na interferência da ordem dos exercícios no ganho de força. Os exercícios utilizados no treinamento de força foram:

- (1) Supino inclinado com a barra;
- (2) Mesa flexora;
- (3) Cadeira extensora;
- (4) *Leg press* 45°;
- (5) Puxador neutro na polia;
- (6) Remada na máquina;
- (7) Rosca direta com halteres;
- (8) Puxador tríceps na polia.

Em relação ao treinamento aeróbio, a frequência cardíaca foi continuamente monitorada por meio do sistema *Polar Team²*, que permite a monitoração cardíaca simultânea de mais de 20 pessoas. Além disso, foi utilizada a percepção subjetiva de esforço (escala de Borg, 0 a 10) para avaliar se a intensidade estava adequada.

Todas as participantes utilizaram a periodização não linear flexível, conforme divisão abaixo:

- Primeira sessão de treinamento da semana

Treino de força: as participantes escolhiam, dependendo da sua prontidão física e psicológica, dentre as opções - duas séries com cinco a sete repetições máximas (RM); duas séries de 10 a 12 RM ou duas séries de 15 a 17 RM.

Treino aeróbio: as participantes escolhiam entre 30 minutos a 70, 60 ou 50% da frequência cardíaca de reserva (FCR).

- Segunda sessão de treinamento da semana

As participantes escolhiam entre as duas opções restantes no treinamento de força e aeróbio.

- Terceira sessão de treinamento da semana

As participantes, necessariamente, realizavam a opção que não tinha sido escolhida nas sessões anteriores.

3.7 Determinação da frequência cardíaca máxima e frequência cardíaca de repouso

Para determinação da frequência cardíaca máxima (FCM) as participantes, em um primeiro momento, caminharam na esteira para familiarização e determinação da velocidade de caminhada rápida. A velocidade da esteira foi continuamente ajustada observando a deambulação e o equilíbrio das participantes para evitar prejuízos na execução do teste. Na sequência, a esteira foi programada em protocolo de rampa individualizada. No início do teste, a participante fazia um aquecimento de cinco minutos, em velocidade constante de 4 km/h. Na sequência, a esteira automaticamente ajustava a velocidade de caminhada rápida, previamente determinada e a cada minuto inclinava-se dois graus até que a participante atinja a exaustão.

Os critérios para aceitar o teste como máximo se resumem em: exaustão voluntária e percepção subjetiva do esforço igual ou superior a 8 em escala de Borg de 0 a 10. A frequência cardíaca foi monitorada por meio do sistema *Polar Team²*.

Para obter a frequência cardíaca de repouso (FCR) a participante foi instruída a ficar 10 minutos deitada em decúbito dorsal, sem cruzar as pernas ou realizar qualquer tipo de movimento.

3.8 Carga de treinamento

Para controlar a carga de treinamento de cada sessão, o TRIMP (impulso de treinamento) foi calculado como produto dos resultados de uma escala de esforço subjetiva percebida de 0 a 10 (escala de Borg), relacionada a cada sessão de exercícios, solicitada após seu término e a duração total das sessões expressas em minutos (FOSTER, 1998). A monotonia foi calculada pela média dos TRIMPs durante as 14 semanas de treinamento dividida pelo seu desvio padrão (RATTAN, 2014).

3.9 Análises sanguíneas

O sangue foi analisado no Laboratório de Análises Clínicas da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto (FCFRP), sendo avaliado por um bioquímico e aparelho auto analisador BT 3000 *plus* da marca *Wiener Lab*. Os reagentes utilizados para análise foram do mesmo lote (LABORLAB) e os métodos utilizados foram o método enzimático para glicemia, colesterol total e triglicerídeo; e o colorimétrico para o HDL-colesterol. O LDL-colesterol foi calculado por meio da equação de Friedewald (WARNICK et al., 1990).

3.10 Genotipagem

Para genotipagem, o DNA foi isolado do sangue pelo método de *salting out*. Os polimorfismos ECA I/D (rs1799752) foram amplificados por reação em cadeia da enzima polimerase (PCR) e os produtos da PCR resultantes foram genotipados utilizando eletroforese em gel de agarose. Os *primers* utilizados foram F-5'- CTGGAGACCACTCCCATCCTTTCT-3' e R-5'-GATCTGGCCATCACATTCGTCAGAT-3'. A PCR foi realizada de forma convencional nas seguintes condições: desnaturação inicial a 95 °C por 3 min; 35 ciclos a 95 °C por 30 s, 58 °C por 30 s, 72 °C por 30 s, e uma extensão final a 72 °C por 10 min. Os fragmentos sem inserção (alelo D) e com inserção (alelo I) de 190 e 490 pb, respectivamente, foram detectados em gel de agarose 1,5% contendo GelRed. Para os polimorfismos do gene ACTN3 (rs1815739), um fragmento de 291 pb foi amplificado com os seguintes *primers*: F-5'-CTGTTGCCTGTGGTAAGTGGG-3' e R-5'- TGGTCACAGTATGCAGCAGGAGGG-3'. A PCR foi realizada em tempo real nas seguintes condições: desnaturação inicial a 95 °C por 3 min; 35 ciclos a 95 °C por 30 s, 60 °C por 30 s, 72 °C por 30 s, e uma extensão final a 72 °C por 10 min.. A variação R577X resulta em fragmentos de 108, 97 e 86 pb.

3.11 Análise estatística

A análise estatística dos dados observados foi feita utilizando-se a estatística descritiva para medidas de posição e dispersão. Para comparações intra e entre grupos, foram utilizadas medidas ANOVA de duas vias repetidas, seguidas de post-hoc de Tukey. Todas as informações coletadas no estudo foram tabuladas em um banco de dados distribuído em planilhas eletrônicas do *EXCEL*. Os dados foram analisados utilizando o programa *STATISTICA* versão 7.0. Foi adotado para os testes um nível de significância de 5%.

4 Resultados

Nesta seção, serão apresentados os dois manuscritos em forma de artigos científicos originais, que formam o núcleo desta dissertação.

ARTIGO 1

Os efeitos do treinamento combinado versus multicomponente em mulheres fisicamente ativas com idade entre 50 e 75 anos

The effects of combined versus multicomponente training in physically active women aged 50-75 years

Autores: Karine Pereira Rodrigues¹, Carlos Roberto Bueno Júnior¹

¹ Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Avenida Bandeirantes 3900, 14049-900 Ribeirão Preto, SP, Brasil.

Endereço para correspondência:

Karine Pereira Rodrigues

E-mail: karodrigues@usp.br

RESUMO

O envelhecimento é caracterizado pelo declínio funcional dos sistemas biológicos ao longo da vida humana, resultando em importantes alterações estruturais e sistêmicas, como perda de força e massa muscular e comprometimento da capacidade física e da qualidade de vida. A prática regular de exercícios físicos pode melhorar os parâmetros de saúde relacionados à circunferência da cintura, capacidades funcionais e físicas e qualidade de vida em adultos e idosos. Embora o treinamento combinado (TC) e o treinamento multicomponente (TM) proporcionem um grande número de benefícios à saúde na população idosa, não se sabe qual modalidade de exercício resulta em maiores ganhos nas variáveis supracitadas. **Objetivo:** O objetivo deste estudo foi comparar os efeitos do TC e TM nos parâmetros físicos e funcionais de saúde em mulheres fisicamente ativas com idade entre 50 e 75 anos. **Métodos:** As participantes foram divididas aleatoriamente em dois grupos de treinamento (TC e TM), 180 min por semana, avaliados antes e após 14 semanas de treinamento quanto ao nível de atividade física, medidas antropométricas, pressão arterial, composição corporal, força, aptidão cardiorrespiratória, coordenação, flexibilidade, agilidade e qualidade de vida. **Resultados:** Observou-se que o TC e o TM apresentaram respostas positivas na massa corporal, circunferência da cintura, resistência e força dos membros inferiores, força dos membros inferiores e domínio mental relacionado à qualidade de vida. No entanto, apenas o TC foi capaz de melhorar a agilidade e as capacidades cardiorrespiratórias. **Conclusão:** No presente estudo, 14 semanas de TC foram mais eficientes para melhorar as capacidades físicas e funcionais em mulheres fisicamente ativas com idade entre 50-75 anos quando comparadas à TM.

Palavras-chave: envelhecimento, exercícios de força, exercícios aeróbicos, fitness, idosos.

Introdução

O aumento da população de idosos representa um dos principais fenômenos sociais do século XXI¹. O envelhecimento é um processo constante e fisiológico, caracterizado por declínio funcional em diversos sistemas biológicos ao longo da vida humana, o que resulta em importantes alterações estruturais e sistêmicas², como perda de força e massa muscular, comprometimento da capacidade física e menor qualidade de vida³.

A prática de exercício físico pode melhorar a aptidão física relacionada à saúde, melhorando a capacidade funcional e a qualidade de vida em idosos⁴. Além disso, o exercício físico é capaz de amenizar alterações deletérias decorrentes do processo de envelhecimento. E a treinabilidade é um princípio básico de treinamento que afirma que quanto mais uma pessoa é treinada, menos ainda há para ser treinada no futuro. Portanto, os benefícios são mais dificilmente obtidos durante os últimos estágios de treinamento do que precocemente - e essa população é raramente estudada⁵.

O Colégio Americano de Medicina Esportiva (ACSM) recomenda que os programas de exercícios físicos para promoção da saúde incluam diferentes regimes de exercícios (por exemplo, aeróbico, resistência, equilíbrio e flexibilidade) com o objetivo de oferecer uma grande série de estímulos, provavelmente causando efeitos benéficos superiores⁶. Programas de treinamento multicomponentes (TM) são eficazes na melhoria da aptidão física e funcionalidade, especialmente quando realizados regularmente e por um longo período de tempo⁷. Um estudo demonstrou que idosos frágeis aumentaram seu resultado funcional e desempenho físico após uma intervenção com exercício multicomponente⁸. O treinamento físico multicomponente, duas vezes por semana, durante 24 semanas, também leva ao aumento da força muscular isocinética em indivíduos idosos⁹.

O treinamento combinado (TC) é uma forma alternativa de programa de treinamento, que utiliza exercícios resistidos e exercícios aeróbicos na mesma sessão de treinamento¹⁰. Alguns estudos relataram adaptações concorrentes, chamados de efeito de interferência. No

entanto, esse fenômeno pode ocorrer em atletas com longa história de treinamento¹¹. O treinamento físico combinado melhora a adaptação cardiorrespiratória e a força muscular e reduz a gordura corporal na população idosa^{12,13}.

Evidências indicam que o treinamento multicomponente (TM) e treinamento combinado (TC) podem melhorar a aptidão física e aumentar a massa muscular e a qualidade de vida em idosos - e são os programas mais comuns que podem proporcionar em benefícios esperados para a saúde dessa população¹⁴. Embora o TC e a TM forneçam uma série de benefícios para a saúde na população idosa, ainda é desconhecido na literatura qual modalidade de exercício traz maiores ganhos relacionados à saúde à circunferência da cintura, capacidades funcionais e físicas e qualidade de vida nessa população. Assim, o objetivo deste estudo foi comparar os efeitos de 14 semanas de TC e TM nas capacidades físicas de mulheres fisicamente ativas com idade entre 50 e 75 anos.

2. Materiais e métodos

Participantes

Este estudo envolveu 70 mulheres (com idades entre 50 e 75 anos) que praticaram exercícios físicos regularmente por pelo menos 6 meses, por pelo menos 150 minutos por semana, de acordo com as diretrizes do ACSM. As participantes foram divididas aleatoriamente em dois grupos: treinamento multicomponente (n = 35) e treinamento combinado (n = 35). As avaliações foram realizadas uma semana antes e uma semana após 14 semanas de ambos os programas de treinamento físico (figura 1).

Aspectos éticos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (EEFERP-USP, CAAE 45889915.0.0000.5659) (REBEC: RBR-3g38dx).

Covariáveis

Nível de atividade física e avaliação nutricional

Para avaliar o nível de atividade física, foi aplicado o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) - versão curta¹⁵. Foi também analisado o Formulário de Marcador de Consumo de Alimentos, que indica a frequência de consumo de 10 grupos de alimentos nos dias de uma semana regular¹⁶.

Carga de treinamento

Para controlar a carga de treinamento de cada sessão, o TRIMP (impulso de treinamento) foi calculado como o produto dos resultados de uma escala de esforço subjetiva percebida de 0 a 10 (escala de Borg), relacionada a cada sessão de exercícios, solicitada após seu término e a duração total das sessões expressas em minutos¹⁶. A monotonia foi calculada pela média dos TRIMPs durante as 14 semanas de treinamento divididas pelo seu desvio padrão¹⁷.

Medidas antropométricas e pressão arterial

Os seguintes parâmetros foram avaliados de acordo com a literatura: estatura, massa corporal (MC) e índice de massa corporal (IMC)¹⁸. A circunferência da cintura (CC) foi medida no ponto médio entre o último arco costal e a crista ilíaca, com o indivíduo na posição em pé e no ponto máximo da expiração normal. A precisão da fita foi de 1 mm¹⁷. Um aparelho automático de pressão arterial (modelo OMRON HEM-7113) foi utilizado para avaliar a pressão arterial. A medida foi realizada com o participante em repouso por no mínimo cinco minutos, de acordo com a Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial¹⁹.

Capacidades físicas e indicador de qualidade de vida

As avaliações dos membros superiores e inferiores foram realizadas pelos testes de flexão e extensão de cotovelo, nos quais os participantes realizaram o movimento de flexão e extensão do cotovelo com o braço dominante em decúbito dorsal com o máximo de 2,27 quilos, em 30 segundos, sentar e teste de stand consistindo de sentar e levantar uma cadeira cuja altura será de 45 centímetros, tantas vezes quanto possível em 30 segundos e acoplado com testes de flexibilidade na parte de trás que consiste em alcançar atrás das costas, em que a distância entre as extremidades distais é medida com uma régua dos dois dedos médios das mãos; e um teste de sentar e alcançar que usa uma cadeira e consiste em medir a distância

entre a extremidade distal do dedo médio da mão e a extremidade distal do terceiro dedo do pé proposta por Rikli e Jones²⁰, bem como um teste de agilidade. na qual o participante levantou-se de uma cadeira e andou em torno de um cone localizado à direita a 1,5 m de volta e 1,8 m ao lado da cadeira, e voltava o mais rápido possível para a posição sentada na cadeira. Imediatamente, o participante levantou os pés do chão, garantindo assim a conclusão do movimento. Então o mesmo movimento foi iniciado para o lado oposto, completando um ciclo. Uma tentativa é igual a dois ciclos²¹. A qualidade de vida foi avaliada pelo questionário Short Form SF-36 e validada para o português²².

Capacidade cardiorrespiratória e estimativa da carga dinâmica máxima (CMD)

Para avaliação da capacidade cardiorrespiratória, foi realizado o teste de caminhada de seis minutos (distância percorrida em uma via retangular medindo 4,57m × 18,28m - foi solicitado ao participante que caminhasse o mais rápido possível, mas sem correr). A estimativa da carga dinâmica máxima foi realizada para avaliar a força muscular, de acordo com o protocolo proposto por Tristscheler²³. No início do teste, foi realizado um aquecimento no equipamento que seria utilizado nos testes, consistindo de 15 repetições com baixa intensidade. Em seguida, foi selecionada uma carga submáxima e o participante foi instruído a realizar, corretamente, o número máximo de repetições realizáveis. O teste foi interrompido quando o participante conseguiu completar no mínimo duas repetições e não mais do que 10 repetições. Quando os participantes realizaram mais de 10 repetições, repetiram o teste com uma carga mais pesada, após três minutos de descanso. O teste de carga dinâmica máxima objetivou avaliar os parâmetros iniciais e finais de força dos participantes nos exercícios de supino inclinado e leg press²³.

Protocolos de treinamento combinados e multicomponentes

Treinamento Multicomponente (TM)

O protocolo de treinamento consistiu em diferentes tipos de exercícios físicos para desenvolver o condicionamento das capacidades motoras (resistência, força, flexibilidade e velocidade) e coordenação das capacidades motoras (coordenação motora, controle motor, reação motora e ritmo) de 90 minutos (7 : 30h) e foram realizados duas vezes por semana,

estruturados em quatro partes: (1) aquecimento, incluindo exercícios de alongamento dinâmico, coordenação e / ou equilíbrio (cerca de 20 a 30 minutos), (2) exercícios de força realizados sob a forma de um circuito usando elásticos, pesos livres e peso corporal (cerca de 30 a 40 minutos), (3) atividades aeróbicas e lúdicas (danças ou jogos) (cerca de 20 a 30 minutos) e (4) "de volta à calma", relaxamento, massagem e alongamento (cerca de 10 minutos). A intensidade do treinamento foi controlada pela Escala de Borg, com valores objetivos de 6 a 7 em cada sessão, em uma escala de 0 a 10, representando, portanto, exercício físico moderado a intenso aplicado ao final da sessão de treinamento e a frequência cardíaca foi monitorada usando Polar Team 2 (Polar, Finlândia)²⁴.

Treinamento combinado (TC)

A intervenção do TC foi realizada três vezes por semana, em dias alternados (7:30 da manhã), com duração total da sessão de uma hora - aproximadamente 30 minutos de exercício de força e 30 minutos de exercício aeróbico. Os exercícios selecionados foram supino inclinado, mesa flexora romana, cadeira extensora, leg press 180°, tríceps na polia neutra, puxada, supino em barra e tríceps na polia. Durante o exercício aeróbico, a frequência cardíaca foi continuamente monitorizada utilizando o Polar Team2 (Polar, Finlândia). Todas as participantes utilizaram a periodização não linear flexível²⁵. Em relação ao treinamento resistido, na primeira sessão de treinamento a cada semana, as participantes puderam escolher o número de repetições máximas (RM) que seriam realizadas no dia, dependendo de sua prontidão física e psicológica. As opções oferecidas foram duas séries com cinco a sete RM, 10 a 12 RM, ou 15 a 17 RM. Durante o treinamento aeróbico, as participantes puderam escolher a zona de frequência cardíaca de reserva na qual eles poderiam realizar adequadamente 30 minutos de exercício (70, 60 ou 50%). Na segunda sessão de treinamento a cada semana, as participantes escolheram entre as duas opções restantes nos exercícios de resistência e aeróbico. Na terceira sessão de treinamento, a cada semana, as participantes realizaram a opção que não havia sido escolhida nas duas sessões anteriores. A intensidade do treinamento também foi controlada pela Escala de Borg, com valores objetivos de 6 a 7 em cada sessão.

Análise estatística

Os dados foram analisados utilizando o programa estatístico STATISTICA, versão 7.0 e apresentados em média e desvio padrão. Os dados foram submetidos à análise descritiva e as medidas de posição e dispersão foram calculadas. Para comparações intra e intergrupos, foram utilizadas medidas ANOVA de duas vias repetidas, seguidas de post-hoc de Tukey. O nível de significância considerado foi de 5%.

3. Resultados

Características do participante

Os dados antropométricos e de pressão arterial são apresentados na Tabela 1. A média de idade dos participantes do grupo MT foi de $61,9 \pm 6,1$ anos e no grupo CT de $62,7 \pm 5,9$ anos. Observou-se o efeito do tempo na massa corporal ($F = 7,275$; $p = 0,008$) e na circunferência da cintura ($F = 14,496$; $p = 0,003$), mas não houve efeito de grupo nem interação tempo-grupo (Tabela 1).

Covariáveis

O grupo TC apresentou maior monotonia em comparação ao grupo TM. Não houve diferenças significativas no IPAQ, FCMF ou TRIMP (Tabela 2).

Capacidades físicas e qualidade de vida

Quanto às capacidades físicas e qualidade de vida, observou-se efeito do tempo no teste de sentar e levantar ($F = 9,451$; $p = 0,003$) e no domínio mental do questionário de qualidade de vida SF-36 ($F = 7,435$; $p = 0,008$). Para a agilidade, encontramos interação grupo-tempo ($F = 8,058$; $p = 0,005$) e apenas o TC apresentou valores melhores no pós-teste em relação à avaliação inicial (Tabela 3).

Capacidade cardiorrespiratória e carga dinâmica máxima

Em relação ao teste de caminhada de seis minutos, também observamos interação em grupo-tempo ($F = 4,500$; $p = 0,037$) e apenas o TC resultou em melhora da capacidade cardiorrespiratória. Por fim, em relação à carga dinâmica máxima, observou-se efeito

temporal nos testes supino inclinado ($F = 31,366$; $p = 0,003$) e leg press ($F = 22,747$; $p = 0,003$) (Figura 2).

4. Discussão

Com base em nossos dados, encontramos mudanças positivas na massa corporal, circunferência da cintura, força dos membros inferiores e superiores e qualidade de vida (domínio mental) nos grupos de treinamento combinado e multicomponente. No entanto, apenas o grupo combinado melhorou as capacidades cardiorrespiratórias e de agilidade.

Evidências cumulativas existem na literatura sobre os benefícios da TC e TM nos parâmetros de saúde da população idosa²⁶⁻²⁸. No entanto, apesar do grande número de estudos publicados, de acordo com nosso conhecimento, nenhum estudo comparou os efeitos dos dois protocolos.

Está bem estabelecido que o exercício diminui a gordura corporal em indivíduos idosos²⁹⁻³⁰. No presente estudo, observamos alterações na composição corporal, diminuição na massa corporal e na circunferência da cintura, tanto no grupo MT quanto nos grupos CT. A literatura atual já demonstra a eficácia dos dois protocolos abordados neste estudo em relação à redução efetiva da CC. Um estudo realizado em 2017 com idosos hipertensos mostrou que 12 semanas de TM foram suficientes para induzir uma diminuição na relação cintura e quadril da cintura³¹. Além disso, um estudo de 2015 também demonstrou que 12 semanas de treinamento combinado podem diminuir a CC em idosos³². Outro estudo examinou os efeitos de um programa de TC de oito semanas sobre a composição corporal em mulheres mais velhas²⁷. Ao final do programa de treinamento, a massa corporal, a massa gorda corporal, a porcentagem de gordura corporal e o índice de massa corporal diminuíram significativamente no grupo TC comparado ao grupo de treinamento aeróbico. Outro estudo constatou que a TC produziu uma redução de 2,3% no percentual de gordura corporal²⁹. Esses estudos mostram que a TC pode potencializar o gasto energético através do aumento da oxidação de gordura no treinamento aeróbico e aumento da taxa metabólica basal relacionada ao exercício de força.

Para a flexibilidade dos membros superiores, avaliada pelo teste de scratch posterior, e a flexibilidade dos membros inferiores, avaliada pelo teste de sentar e alcançar, não observamos significância estatística nos resultados ($p > 0,05$). Um estudo demonstrou que

nove semanas de treinamento multicomponente produziram uma melhora significativa no teste de sentar e alcançar a cadeira. No entanto, o componente de alongamento do treinamento pode ter sido o principal motivo para um melhor escore de flexibilidade³³. Em nosso estudo, os participantes realizaram exercícios de flexibilidade que não resultaram nesses benefícios.

No presente estudo, uma melhora na agilidade foi observada no grupo TC. Um estudo demonstrou que o TC é mais eficiente que o exercício de força ou o exercício aeróbico isolado para a capacidade funcional física³⁴. Os autores descobriram que a agilidade (teste AAHPERD) melhorou mais no TC do que no exercício de força ou nos grupos aeróbicos.

Encontramos achados positivos relacionados à qualidade de vida, especificamente no domínio mental nos grupos TM e TC, acessados pelo questionário SF-36 após 14 semanas de treinamento. Um estudo encontrou melhora nos parâmetros relacionados à qualidade de vida em mulheres na pós-menopausa que participaram de 12 semanas de um TM³⁴. Além disso, em um estudo recente³⁵, os efeitos da TM no desempenho cognitivo e na qualidade de vida foram investigados em idosos - 12 semanas, com um volume de 120-180 minutos por semana, foram benéficas para melhorar o funcionamento executivo e também a qualidade de vida, ambas as variáveis foram associadas, e os autores mostraram função cognitiva ligada ao aumento da qualidade de vida.

Kwon et al. examinaram os efeitos da TC e TC associados a uma intervenção nutricional (duas horas por semana) sobre o desempenho físico e a qualidade de vida em idosas pré-frágeis com média de idade de 76,4 anos em um período de 12 semanas de treinamento. Os autores encontraram melhorias significativas na qualidade de vida apenas no domínio físico no grupo TC associado à intervenção nutricional. Embora não tenhamos realizado uma intervenção nutricional, tivemos uma frequência maior de encontros semanais, o que pode ter desencadeado mais interação social entre os participantes. A socialização é um aspecto que pode melhorar a qualidade de vida, principalmente o domínio mental³⁶.

No presente estudo, tanto o TM quanto o TC aumentaram a força muscular dos membros inferiores, acessados pelo teste de carga dinâmica máxima e teste de sentar e levantar, sem diferenças entre os dois programas de exercícios. Comparado com o treinamento aeróbico ou de força sozinho, Rossi et al. demonstraram que apenas o TC é capaz de melhorar uma variedade de parâmetros relacionados à saúde e é mais eficaz em aumentar a

velocidade da marcha e diminuir a força dos membros e diminuir o tronco de gordura corporal em adultos mais velhos¹³.

O teste sit to stand pode ser usado como um indicador razoavelmente confiável e válido de menor força corporal em idosos³⁷.

Carvalho et al. (2010) demonstraram que a TC é mais eficiente em melhorar a força muscular da perna do que a TM⁹ - neste grupo não foi observada melhora. Em relação à força do membro superior, um estudo diferente mostrou melhora em mulheres na menopausa após 12 semanas de TM, realizada três vezes por semana durante 80 minutos em cada sessão³⁸. Esse desfecho é parcialmente diferente do nosso estudo, uma vez que observamos melhora na força de membros superiores e inferiores em ambos os grupos de treinamento, o que poderia ser explicado pelo maior tempo nas sessões de exercícios de força em TM. Diferenças nos resultados de diferentes estudos também podem ser explicadas por dissimilaridades na aptidão basal dos membros superiores e inferiores das amostras estudadas.

O teste de caminhada de seis minutos pode ser uma ferramenta útil para prever a potência aeróbica máxima (pico de VO₂)³⁹. No presente estudo, observamos aumentos na distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos no TC, indicando maior capacidade cardiorrespiratória. A TC demonstrou ser capaz de aumentar o consumo máximo de oxigênio em mulheres adultas e idosas¹².

No entanto, não observamos melhora significativa nessa capacidade no grupo TM, o que corrobora com outro estudo no qual mulheres idosas foram submetidas a quatro semanas de TM, e não foram observadas diferenças significativas na capacidade cardiorrespiratória após o período de intervenção⁴⁰.

Nosso estudo demonstrou diferentes melhoras na capacidade funcional de idosas fisicamente ativas nos modelos de treinamento TC e TM, mostrando a importância de permanecer ativo em programas de exercícios físicos e colocando ênfase no programa de exercícios físicos efetivo para cada resultado. Mais estudos são necessários para definir qual modelo de treinamento tem maior potencial para prevenção e redução de declínios associados ao envelhecimento. Por fim, reconhecemos limitações em nosso estudo - não podemos, por exemplo, extrapolar nossas descobertas para um período de treinamento superior a 14 semanas.

5. Conclusão

Com base em nossos dados, demonstramos que CT e MT ao longo de 14 semanas foram eficientes na melhora das habilidades físicas e funcionais em mulheres fisicamente ativas com idade entre 50 e 75 anos. No entanto, apenas a TC foi capaz de melhorar a agilidade e as capacidades cardiorrespiratórias.

Agradecimentos.

Os autores agradecem à FAPESP (2013 / 21159-8 e 2017 / 21361-2) e CNPq (485045 / 2013-3) pelo apoio financeiro.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesse que possa ser percebido prejudicando a imparcialidade da pesquisa relatada.

Perspectivas

Como a atividade física é essencial para a saúde física dos idosos, é vital organizar atividades de exercícios que os idosos possam maximizar seus benefícios. O presente estudo mostrou que o treinamento combinado foi capaz de diminuir a massa corporal e melhorar a resistência dos membros inferiores, a agilidade, a força dos membros inferiores e superiores e a capacidade cardiorrespiratória. No grupo multicomponente, observou-se resposta positiva na força muscular dos membros inferiores, na circunferência da cintura e no domínio mental relacionado à qualidade de vida. No presente estudo, 14 semanas de treinamento combinado foram mais eficientes para melhorar as capacidades físicas e funcionais em mulheres fisicamente ativas com idade entre 50-75 anos quando comparadas a multicomponentes. Futuras diretrizes dentro da área de treinamento físico entre essa faixa etária também devem colocar uma ênfase relacionada ao programa de exercícios mais eficiente para cada resultado. Além disso, estudos que objetivam comparar a eficiência de diferentes programas de

exercícios, ou seja, como no presente estudo, podem levar a achados que facilmente podem ser aplicados em um cenário da vida real.

6. Referências

1. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Ageing and health. Fact Sheet, n. 404, sep. 2015. Disponível on: www.who.int. Access in: 10 Feb. 2017.
2. Bektas A, Schurman SH, Sen R, Ferrucci L. Aging, inflammation and the environment. *Exp. Gerontol* 2018; 105: 10-18.
3. Van Lieshout MRJ, Bleijenberg N, Schuurmans MJ, de Wit NJ. The effectiveness of a Proactive multicomponent intervention program on disability in independently living older people: a randomized controlled trial. *J. Nutr. Health Aging* 2018; 22: 1051-1059.
4. Silva MR, Alberton CL, Portella EG, Nunes GN, Martin DG, Pinto SS. Water-based aerobic and combined training in elderly women: effects of functional capacity and quality of life. *Exp. Gerontol* 2018; 106: 54-60.
5. Valenzuela PL, Morales JS, Pareja-Galeano H, Izquierdo M, Emanuele E, de La Villa P, Lucia A. Physical strategies to prevent disuse-induced functional decline in the elderly. *Ageing Res. Rev* 2018; 47: 80-88.
6. Trapé AA, Lizzi EADS, Gonçalves TCP, Rodrigues JAL, Tavares SS, Lacchini R, Pinheiro LC, Tanus-Santos JE, Ovídio PP, Jordão AA, Jacomini AM, Zato AS, Bueno Júnior CR. Effect of Multicomponent Training on Blood Pressure, Nitric Oxide, Redox Status, and Physical Fitness in Older Adult Women: Influence of Endothelial Nitric Oxide Synthase (NOS3) Haplotypes. *Oxid. Med. Cell Longev* 2017; 2578950.

7. Cadore EL, Izquierdo M, Pinto SS, Alberton CL, Pinto RS, Baroni BM, Vaz MA, Lanferdini FJ, Radaelli R, González-Izal M, Bottaro M, Kruel LFM. Neuromuscular adaptations to concurrent training in the elderly: effects of intrasession exercise sequence. *Age* 2013; 35: 891-903.
8. Cadore EL, Casas-Herrero A, Zambom-Ferraresi F, Idoate F, Millor N, Gómez M, Rodríguez-Manãs L, Izquierdo M. Multicomponent exercises including muscle power training enhances muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagerians. *Age* 2014; 36: 773-785.
9. Carvalho J, Marques E, Soares JMC, Mota J. Isokinetic strength benefits after 24 weeks of multicomponent exercise training and combined exercise training in older adults. *Aging Clin. Exp. Res* 2010; 22: 63-69.
10. Cadore EL, Menger E, Teodoro JL, Da Silva LXN, Boeno FP, Umpierre D, Botton CE, Ferrari R, Cunha GDS, Izquierdo M, Pinto RS. Functional and physiological adaptations following concurrent training using sets with and without concentric failure in elderly men: a randomized clinical trial. *Exp. Gerontol* 2018; 110: 182-190.
11. Coffey VG, Hawley JA. Concurrent exercise training: do opposites distract? *J. Physiol* 2017; 595: 2883-2896.
12. Timmons JF, Minnock D, Hone M, Cogan KE, Murphy JC, Egan B. Comparison of time-matched aerobic, resistance, or concurrent exercise training in older adults. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 2018; 28: 2272-2283.
13. Rossi FE, et al. Effect of combined aerobic and resistance training in body composition of obese postmenopausal women. *Motriz: RevEduc Fís* 2015; 21: 61-67. doi.org/10.1590/S1980-65742015000100008.
14. Hallal PC, Victora CG. Reliability and validity of the international physical activity questionnaire (IPAQ). *Med. Sci. Sports Exerc* 2004; 36: 556.

15. Brasil. Protocolos do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional - SISVAN na assistência à saúde / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica; Ministério da Saúde 2008.
16. Foster, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Med. Sci. Sports Exerc* 1998; 30: 1164-1168.
17. Rattan SIS. Aging is not a disease: implications for interventions. *Aging Dis* 2014; 5: 196-202.
18. SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO. A Campanha 2014: Sociedade Brasileira de Hipertensão lança campanha “Conheça sua pressão arterial” e faz eventos gratuitos por todo Brasil. 2014. Disponível <<http://www.sbh.org.br/geral/acampanha2014.asp>>. Acesso em: 12 out. 2016.
19. Rikli RE, Jones CJ. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *J. Aging Phys. Activ* 1999; 7: 129-181.
20. Osness WH, Adrian M, Clark B, Hoeger W. Raab D, Wiswell R. Functional fitness assessment for adults over 60 years. Reston: American Alliance for Health, Phyc Education, and Dance. 1990; 9-11.
21. Ciconelli RM. Tradução para a língua portuguesa e validação do questionário genérico de avaliação de qualidade de vida SF-36 (Brasil SF-36). *Rev. Bras. Reumatol* 1999; 39: 143-150.
22. Tritschler K. Medida e Avaliação em Educação Física e Esportes. Manole 2003.
23. Bompa T, Buzzichelli C. Periodization Training for Sports. Human kinetics 2015; ISBN: 0-88011-840-7.
24. Colquhoun RJ, Gai CM, Walters J, Brannon AR, Kilpatrick MW, D'Agostino DP, Campbell BI. Comparison of powerlifting performance in

- trained men using traditional and flexible daily undulating periodization. *J. Strength. Cond. Res* 2017; 31: 283-291.
25. Silva Neves LX, Teodoro JL, Menger E, Lopez P, Grazioli R, Farinha J, Moraes K, Bottaro M, Pinto RS, Izquierdo M, Cadore EL. Repetitions to failure versus not to failure during concurrent training in healthy elderly men: a randomized controlled trial. *Exp. Gerontol* 2018; 108: 18-27.
26. Cadore EL, Rodriguez-Manas L, Sinclair A, Izquierdo M. Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: a systematic review. *Rejuvenation Res* 2013; 16: 105-114.
27. Lee JS, Kim, CG, Seo TB, Kim HG, Yoon SJ. Effects of 8-week combined training on body composition, isokinetic strength, and cardiovascular disease risk factors in older women. *Aging Clin. Exp. Res* 2015; 27: 179-186.
28. Douda HT, Kosmidou KV, Smilios I, Volaklis KA, Tokmakidis SP. Community-based training-detraining intervention in older women: a five-year follow study. *J. Aging. Phys. Act* 2015; 23: 496-512.
29. Souza N, Mendes R, Abrantes C, Sampaio J, Oliveira J. A randomized 9-month study of blood pressure and body fat responses to aerobic training versus combined aerobic and resistance training in older men. *Exp. Gerontol* 2013; 48: 727-733.
30. Baptista LC, Dias G, Souza NR, Veríssimo MT, Martins RA. Effects of long-term multicomponent exercise on health-related quality of life in older adults with type 2 diabetes: evidence from a cohort study. *Qual Life Res* 2017; 26: 2117-2127.
31. Burich R, Teljigović S, Boyle E, Sjøgaard G. Aerobic training alone or combined with strength training affects fitness in elderly: randomized trial. *Eur. J. Sport Sci* 2015; 15: 773-783.

32. Toraman F, Sahin G. Age responses to multicomponent training programme in older adults. *Disabil. Rehabil* 2004; 26: 448-454.
33. Wood RH, Reyes R, Welsch MA, Favaloro-Sabatier J, Sabatier M, Matthew Lee C, Johnson LG, Hooper PF. Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2001; 33: 1751-1758.
34. Godoy-Izquierdo D, Guevara NML, Toral MV, Galván CT, Ballesteros AS, Garcia JFG. Improvements in health-related quality of life, cardio-metabolic health, and fitness in postmenopausal women after a supervised, multicomponent, adapted exercise program in a suited health promotion intervention: a multigroup study. *Menopause* 2017; 24: 938-946.
35. Kaushal N, Desjardins-Crépeau L, Langlois F, Bherer L. The effects of multi-component exercise training on cognitive functioning and health-related quality of life in older adults. *Int. J. Behav. Med* 2018; 25: 617-625.
36. Kwon J, Yoshida Y, Yoshida H, Kim H, Suzuki T, Lee Y. Effects of a combined physical training and nutrition intervention on physical performance and health-related quality of life in prefrail older women living in the community: a randomized controlled trial. *J. Am. Med. Dir. Assoc* 2015; 16: 263-270.
37. Jones CJ, Rikli RE, Beam WC. A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res. Q. Exerc .Sport* 1999; 70: 113-119.
38. Kwon Y, Park S, Kim EE, Park J. The effects of multi-component exercise training on VO₂max, muscle mass, whole bone mineral density and fall risk in community-dwelling elderly women. *Japanese J. Phys. Fitness Sports Med* 2008; 57: 339-348.

39. Manttari A, Suni J, Sievanen H, Husu P, Vaha-Ypya H, Valkeinen H, Tokola K, Vasankari T. Six-minute walk test: a tool for predicting maximal aerobic power (VO₂ max) in healthy adults. *Clin. Physiol. Funct. Imaging* 2018; 38: 1038-1045.
40. Kang S, Hwang S, Klein AB, Kim SH. Multicomponent exercise for physical fitness of community- dwelling elderly women. *J. Physic. Ther. Sci* 2015; 27: 911-915.

Tabela1. Efeitos do TM e TC nas variáveis antropométricas e pressão sanguínea.

Variáveis	Grupo	Pré	Pós	p (grupo)	p (tempo)	p (grupo x tempo)
ESTATURA (cm)	MT (n=35)	1.56±0.5		0.198	0.620	0.738
	CT (n=35)	1.58±0.5				
MC (kg)	MT (n=35)	70.68±11.21	70.29±11.09	0.718	0.009 ^b	0.276
	CT (n=35)	69.47±9.93	68.53±10.69			
IMC (kg/m ²)	MT (n=35)	28.70±4.78	28.65±4.35	0.282	0.105	0.177
	CT (n=35)	27.51±4.01	27.18±4.07			
CC (cm)	MT (n=35)	94.40±9.83	91.75±11.38	0.514	0.003 ^b	0.952
	CT (n=35)	92.28±10.60	89.82±10.73			
PAS (mmHg)	MT (n=35)	125.34±19.35	126.83±22.40	0.411	0.049 ^b	0.401
	CT (n=35)	125.83±15.14	131.34±18.84			
PAD (mmHg)	MT (n=35)	75.62±9.41	74.65±11	0.648	0.317	0.770
	CT (n=35)	74.88±9.91	73.60±9.93			

Os dados são apresentados como média ± desvio padrão. BM = massa corporal; IMC = índice de massa corporal; CA = circunferência da cintura; PAS = pressão arterial sistólica; DBP = pressão arterial diastólica; MT = Treinamento multicomponente; CT = Treinamento combinado.

Tabela 2. Possíveis variáveis de confusão nos grupos TM e TC.

Variáveis	Grupos	Pré	Pós
IPAQ cam (min/sem)	MT (n=35)	232±240	338±385
	CT (n=35)	491±696	442±565
IPAQ mod (min/sem)	MT (n=35)	537±725	540±814
	CT (n=35)	590±586	480±541
IPAQ vig (min/sem)	MT (n=35)	72±116	90±120
	CT (n=35)	188.97±317	201±278
FMCA (pontos)	MT (n=35)	18.85±7.34	20.94±8.60
	CT (n=35)	17.71±8.30	19.37±8.82
TRIMP (UA)	MT (n=12)	855.4±196.7	
	CT (n=13)	887.8±189.4	
Monotonia (UA)	MT (n=12)	5.0±1.7	
	CT (n=13)	7.0±2.5 [#]	

Os dados são apresentados como média ± desvio padrão. IPAQ = questionário internacional de atividade física, cam = caminhada, mod = moderada, Vig = vigorosa; FMCA = Formulário de marcadores do consumo alimentar; TRIMP = impulso de treinamento; TM = Treinamento multicomponente; TC = Treinamento combinado.

p <0,05 para diferenças entre grupos (teste t para amostras independentes).

Tabela 3. Efeitos do TM e TC nas capacidades físicas e qualidade de vida.

Variáveis	Grupos	Pré	Pós	p (grupo)	p (tempo)	p(grupo x tempo)
SEL (rep)	MT (n=35)	16.60±4.31	17.72±4.12	0.487	0.003	0.494
	CT (n=35)	18.41±5.25	20.23±5.51			
FEC (rep)	MT (n=35)	18.54±3.74	19.08±3.48	0.037 ^a	0.080	0.514
	CT (n=35)	20.20±4.68	21.28±4.89			
SEA (cm)	MT (n=35)	1.50±8.52	1.07±9.19	0.153	0.210	0.607
	CT (n=35)	4.75±8.98	3.51±9.44			
MNC (cm)	MT (n=35)	-5.77±9.67	-5.69±10.04	0.572	1.000	0.765
	CT (n=35)	-1.53±7.44	-1.10±8.64			
AGI (seg)	MT (n=35)	24.24±2.51	24.09±2.74	0.159	0.001	0.004 ^c
	CT (n=35)	23.33±2.86	21.94±2.82 [†]			
SF36- DF (pontos)	MT (n=35)	63.34±7.96	63.74±9.57	0.848	0.522	0.804
	CT (n=35)	62.82±7.19	63.54±6.4			
SF36- DM (pontos)	MT (n=35)	57.54±8.50	60.02±7.01	0.795	0.008	0.608
	CT (n=35)	58.57±6.20	60±6.82			

Os dados são apresentados como média ± desvio padrão. SEL = sentar e levantar; FEC = flexão e extensão do cotovelo; SEA = sentar e alcançar; MNC = mão nas costas; AGI = agilidade; SF36 = questionário de qualidade de vida. DF = domínio físico; DM = domínio mental; TM = Treinamento multicomponente; TC = Treinamento combinado.

† p <0,05 para pré versus pós (medidas repetidas ANOVA two-way foram utilizadas, seguido por Tukey post-hoc).

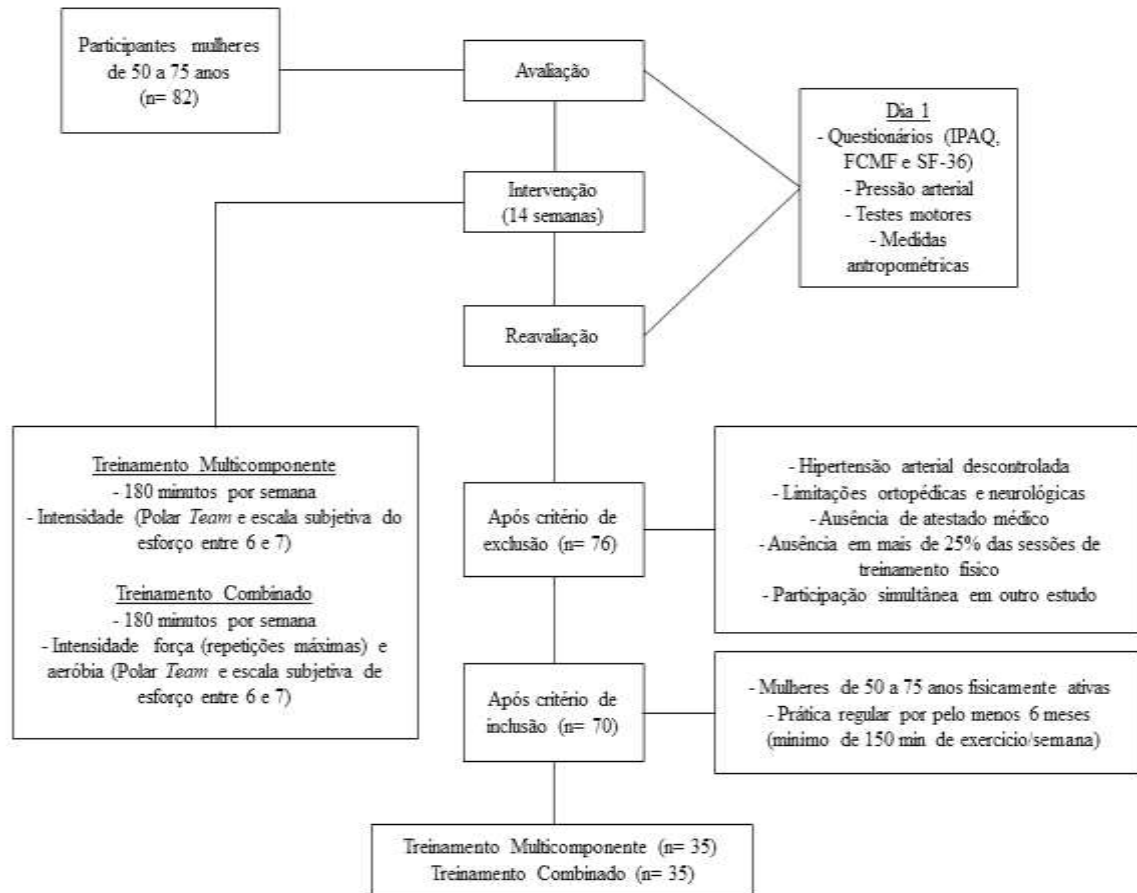


Figura 1 – Desenho do estudo e seleção da amostra

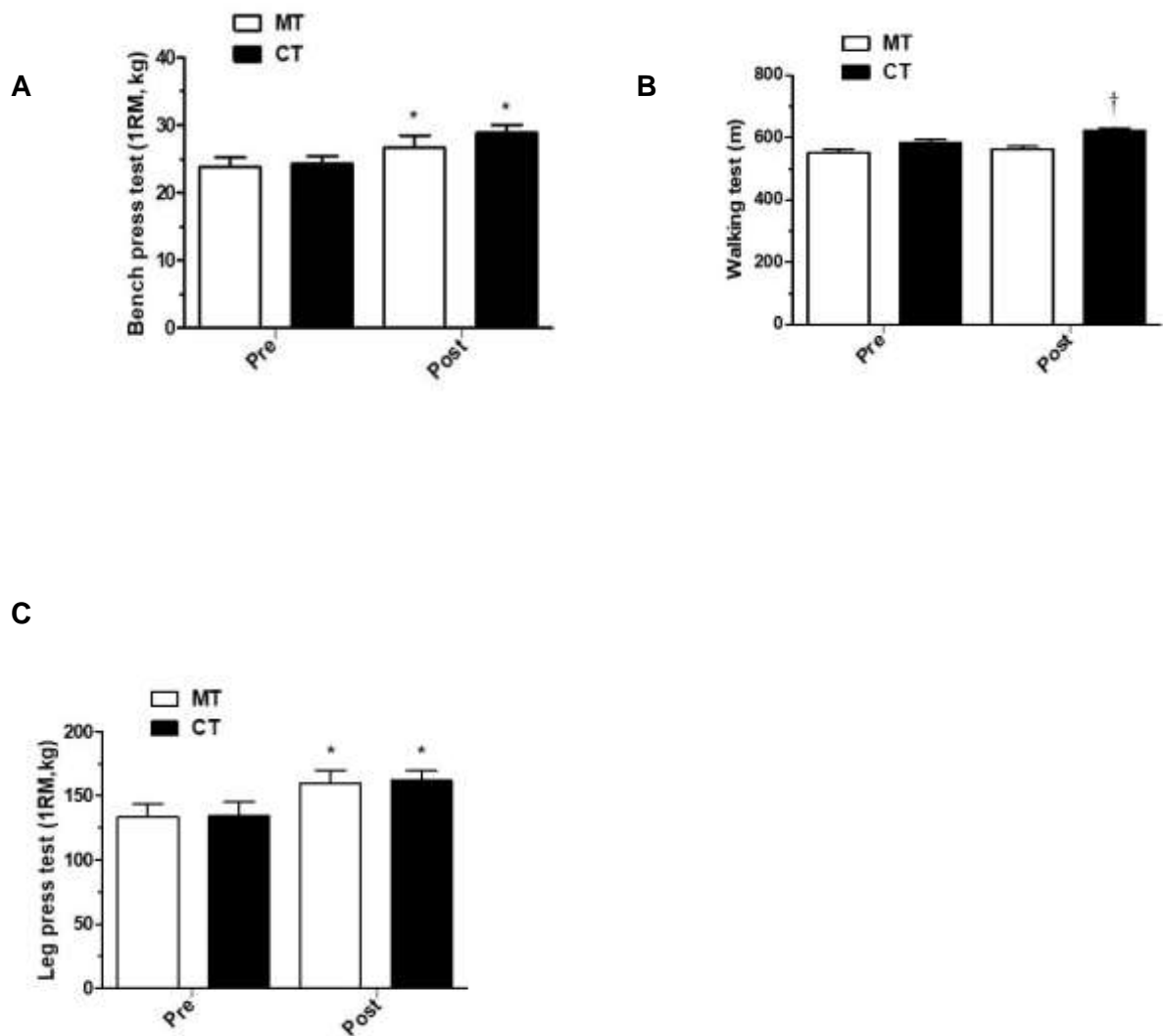


Figura 2. Efeitos do TM e TC nos testes de capacidade cardiorrespiratória e carga máxima dinâmica .

Os dados são apresentados como média \pm desvio padrão. TM = treinamento multicomponente (n = 12); TC = Treinamento combinado (n = 25).

* p < 0,05 para efeito de tempo (medidas repetidas ANOVA de duas vias).

† p < 0,05 para pré versus pós (medidas repetidas ANOVA two-way foram utilizadas, seguido por Tukey post-hoc).

ARTIGO 2

Associação de polimorfismos genéticos da ECA e da ACTN3 sobre efeitos de diferentes modelos de treinamento físico em mulheres fisicamente ativas de 50 a 75 anos

Association of ACE and ACTN3 genetic polymorphisms on effects of different physical training models on physically active women 50 to 75 years old

Autores: Karine Pereira Rodrigues¹, Carlos Roberto Bueno Júnior¹

¹ Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Avenida Bandeirantes 3900, 14049-900 Ribeirão Preto, SP, Brasil.

Endereço para correspondência:

Karine Pereira Rodrigues

E-mail: karodrigues@usp.br

Resumo

Introdução: O processo de envelhecimento acarreta uma variedade de alterações que podem ocasionar redução da funcionalidade de diversos sistemas do corpo humano. Dentre os estudos da literatura sobre associação de parâmetros de saúde com polimorfismos da enzima conversora de angiotensina (ECA) e alpha-actinina 3 (ACTN3) em resposta ao exercício físico, nenhum investigou diferentes programas de treinamento físico em mulheres fisicamente ativas no contexto do envelhecimento. O objetivo do presente estudo foi analisar a associação de polimorfismos ECA (DD+ID versus II) e ACTN3 (TT+TC versus CC) na resposta a programas de treinamentos físicos multicomponente e combinado em parâmetros de saúde de mulheres de 50 a 75 anos fisicamente ativas. **Métodos:** 70 participantes foram distribuídas de forma aleatória em dois grupos: treinamento multicomponente e treinamento combinado. A intervenção foi realizada por 14 semanas, volume de 180 minutos por semana. O DNA genômico foi extraído de amostras de sangue, e as análises de genotipagem foram realizadas por métodos de PCR convencional (ECA) e em tempo real (ACTN3). Foi utilizada ANOVA de três vias para medidas repetidas, seguida pelo teste post-hoc de Tukey. **Resultados:** Foram observadas associações dos polimorfismos da ECA e da ACTN3 com medidas antropométricas, pressão sanguínea, capacidades físicas e qualidade de vida em ambos os modelos de treinamento físico, com melhoras dos grupos II (ECA - apenas este grupo apresentou melhora com o treinamento multicomponente na circunferência da cintura e sentar e levantar, e com o treinamento combinado na circunferência da cintura) e TT+TC (ACTN3 - apenas este grupo apresentou melhora com o treinamento multicomponente nos testes de força muscular e domínio mental da qualidade de vida, e com o treinamento combinado nos indicadores de gordura corporal, pressão arterial diastólica, força dos membros superiores e capacidade cardiorrespiratória) em maior número de variáveis. **Conclusão:** No presente estudo, 14 semanas de treinamentos físicos multicomponente e combinado em mulheres de 50 a 75 anos fisicamente ativas resultaram em benefícios em mais variáveis de saúde nos genótipos II (ECA) e TT+TC (ACTN3).

Palavras chaves: Treinamento multicomponente; treinamento combinado; Enzima conversora de angiotensina; Alpha-Actinina; Mulheres idosas.

Introdução

O processo de envelhecimento acarreta alterações morfológicas, bioquímicas e funcionais, ocasionando redução da funcionalidade de diversos sistemas do corpo humano, como ósseo, muscular e cardiovascular¹. Tais declínios, acompanhados da inatividade física, podem levar os idosos a quedas e acometimentos mais graves, sendo fundamental a prática regular de exercícios físicos nessa faixa etária². Evidências sugerem que o treinamento multicomponente e o treinamento combinado são estratégias promissoras que podem melhorar diferentes parâmetros de saúde, inclusive a aptidão física e aumentar a massa muscular³.

Embora seja possível encontrar muitos destes benefícios na literatura, os estudos apresentam resultados diferentes e com certa variabilidade no que diz respeito aos benefícios que o exercício físico pode promover⁴. Neste sentido, a genética é um componente que pode colaborar no entendimento da resposta ao treinamento físico nas variáveis de saúde⁴.

Estudos apontam que polimorfismos genéticos podem ser definidos como diferentes variações naturais dentro do ácido nucléico em um determinado local cromossômico que expressam um traço único e atingem mais de 1% da população⁵. Os genes que codificam a enzima conversora de angiotensina (ECA)⁶ e a proteína alfa-actinina 3 (ACTN3) podem potencialmente influenciar a aptidão física e a magnitude de resposta a programas de treinamento em adultos e idosos⁶.

A ECA converte a angiotensina I em angiotensina II, as quais fazem parte do sistema renina-angiotensina-aldosterona e são responsáveis pelo controle de fluidos corporais e principalmente pelo controle da pressão arterial⁷. As variantes associadas à ECA têm influência na diminuição e aumento da atividade enzimática, alelos I (inserção) e D (deleção), respectivamente⁸. A literatura apresenta que o genótipo II tem associação com uma maior porcentagem de fibras tipo I do que indivíduos com o genótipo DD, e também parece estar associado a um desempenho superior de resistência muscular. Já o genótipo DD tem sido associado com o sprint, potência e atividades de curta duração⁹⁻¹⁰.

O gene ACTN3 é expresso especificamente nas fibras musculares de contração rápida e codifica a α -actinina-3, uma proteína de ligação da actina em numerosas proteínas

estruturais, metabólicas e de sinalização¹¹. O polimorfismo da ACTN3 C>T promove uma mudança prematura da arginina (C) para o códon de parada (T)¹², resultando na ausência da proteína α -actinina-3 nas fibras musculares do tipo II em indivíduos com o genótipo TT. Foi demonstrado que a ausência de α -actinina-3 induz alterações metabólicas no metabolismo oxidativo, resultando em maior atividade de enzimas oxidativas e menor atividade de enzimas glicolíticas¹³. Também verificou-se que a presença de α -actinina-3 em indivíduos com genótipo CC leva a um aumento da geração de força, aumento do crescimento no diâmetro da fibra rápida e maior capacidade de resistência muscular¹⁴. Estes resultados indicam que os alelos T e C do polimorfismo ACTN3 podem levar a fenótipos opostos, resultando em vantagens específicas em atividades que apresentam características distintas.

Há estudos na literatura associando capacidades físicas e funcionais com os genes da ECA e ACTN3, porém são raros os que buscam entender a influência das características genéticas de mulheres fisicamente ativas no contexto do envelhecimento e nenhum deles investigou a resposta aos diferentes modelos de treinamento físico¹⁵.

Assim, o objetivo do presente estudo é avaliar a associação de polimorfismos genéticos (ECA e ACTN3) com a resposta a programas de treinamento físico multicomponente e combinado em capacidades físicas e funcionais e outros parâmetros de saúde em mulheres fisicamente ativas de 50 a 75 anos.

Métodos

Coleta de amostras

Participaram da pesquisa 70 mulheres de 50 a 75 anos de idade com prática regular de exercício físico há pelo menos seis meses, por pelo menos 150 minutos semanais, de acordo com as diretrizes do *American College of Sports Medicine* (ACSM). As participantes foram recrutadas do Programa de Educação Física para Idosos (PEFI), um projeto de extensão universitária da EEFERP-USP, e distribuídas de forma aleatória em dois grupos: treinamento multicomponente (n=35) e treinamento combinado (n=35) pelo período de 14 semanas. As participantes foram submetidas a avaliações de capacidades físicas e funcionais, coleta de sangue e responderam a questionários pré e pós-intervenção (Figura 1).

Aspectos éticos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (EEFERP-USP (CAAE 45889915.0.0000.5659) (REBEC: RBR-3g38dx). Antes de iniciar essa pesquisa e assinar o termo de consentimento livre e esclarecido, as participantes assistiram a uma palestra, na qual todos os detalhes do projeto foram apresentados e todas as dúvidas respondidas.

Nível de atividade física, avaliação nutricional e qualidade de vida

Para avaliar o nível de atividade física foi utilizado o *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) - versão curta¹⁶. A avaliação dos hábitos alimentares foi realizada por meio do Formulário de Marcadores do Consumo Alimentar do Ministério da Saúde, do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional, que tem como objetivo identificar com que frequência o entrevistado consumiu alguns alimentos ou bebidas nos sete dias anteriores à entrevista¹⁷. A qualidade de vida foi avaliada pelo questionário *Short Form 36* (SF-36), traduzido e validado para o português¹⁸.

Medidas antropométricas e pressão arterial

Os seguintes parâmetros foram avaliados segundo a literatura: estatura, massa corporal e índice de massa corporal (IMC)¹⁹. A circunferência da cintura foi medida no ponto médio entre o último arco costal e a crista ilíaca, com o indivíduo em pé e no ponto máximo da expiração normal. A precisão da fita foi de 1 mm¹⁹. A pressão arterial foi avaliada por meio de um aparelho medidor de pressão OMRON® digital automático de braço, modelo HEM-7113. A medida foi realizada no primeiro contato, com a participante estando em repouso por pelo menos cinco minutos, de acordo com as Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial²⁰.

Capacidades físicas

As avaliações dos membros superiores e inferiores foram realizadas pelos testes de flexão e extensão de cotovelo, no qual as participantes realizaram o movimento de flexão e extensão do cotovelo com o braço dominante com halter de 2.27 kg em posição sentada, realizando o máximo de repetições em 30 segundos, e sentar e levantar, que consiste em

sentar e levantar em uma cadeira com altura de 45 cm, tantas vezes quanto possível em 30 segundos. Também foi realizado o teste de flexibilidade de alcançar atrás das costas, em que a distância entre as extremidades dos dedos médios é medida com uma régua; o teste de sentar e alcançar, que utiliza uma cadeira e consiste em medir a distância entre a extremidade distal do dedo médio da mão e a extremidade distal do dedo do pé; e avaliação cardiorrespiratória pelo teste caminhada de seis minutos (distância percorrida em uma via retangular medindo 4,57m × 18,28m - foi solicitado às participantes que caminhassem o mais rápido possível sem correr) proposta por Rikli e Jones²¹, bem como um teste de agilidade no qual cada participante levantou-se de uma cadeira e andou em torno de um cone localizado 1,5 m à direita e 1,8 m para trás, voltando na sequência o mais rápido possível para a posição sentada na cadeira. Imediatamente, cada participante levantou os pés do chão, garantindo assim a conclusão do movimento. Então o mesmo movimento foi iniciado para o lado oposto, completando um ciclo. Uma tentativa é igual a dois ciclos²².

Carga de treinamento

Para controlar a carga de treinamento, o TRIMP (*training impulse*) foi calculado como o produto entre a percepção subjetiva ao esforço físico por meio da escala de Borg de 0 a 10 ao final de cada sessão de treinamento e a duração total da sessão expressa em minutos²³. A monotonia foi calculada pela média das cargas de treinamento das sessões (TRIMP) dividida pelo seu desvio padrão.

Análises sanguíneas

O sangue foi analisado no Laboratório de Análises Clínicas da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto (FCFRP), sendo avaliado por um bioquímico e aparelho auto analisador BT 3000 *plus* da marca *Wiener Lab*. Os reagentes utilizados para análise foram do mesmo lote (LABORLAB) e os métodos utilizados foram o método enzimático para ácido úrico, glicemia, colesterol total e triglicérides; e o colorimétrico para o HDL-colesterol. O LDL-colesterol foi calculado por meio da equação de Friedewald²⁴.

Genotipagem

Uma amostra de sangue periférico foi coletada em tubos de EDTA e armazenada a -80°C. O DNA foi extraído de 500 µl de sangue periférico usando o método *salting out*, e a qualidade e integridade foram testadas por espectrofotometria (Nanodrop, ThermoScientific - GE). Os polimorfismos I/D da ECA foram amplificados pela reação em cadeia da polimerase (PCR) e os produtos da amplificação foram genotipados por eletroforese em gel de agarose. Os primers utilizados foram F-5'-CTGGAGACCACTCCCATCCTTTCT-3' e R-5'-ATGTGGCCATCACATTCGTCAGA-3'. As condições da PCR foram: desnaturação inicial em 95°C por 3 min, 35 ciclos a 95°C por 30 s, 58°C por 30 s, 72°C por 30 s e extensão final a 72°C por 10 min. Os fragmentos com inserção (alelo I) resultam em um amplicon de 490 pb e os fragmentos sem a inserção (alelo D) resultam em um amplicon de 190pb. Fragmentos foram detectados em gel de agarose a 1,5% contendo brometo de etídio. O polimorfismo ACTN3 c.1747 C> T (rs 1815739) foi determinado por PCR em tempo real (qPCR). A reação foi realizada utilizando o ensaio de discriminação de alelos customizado *TaqMan* (número de referência da ressíntese AH5I790, *Thermo Fisher, EUA*) e a mistura principal de genotipagem *TaqMan* (*Applied Biosystems, EUA*). A preparação das reações foi realizada de acordo com as especificações do fabricante para cada amostra: 1x da mistura principal, 1x do ensaio de genotipagem *TaqMan* e 50 ng de DNA molde em 10 µl de volume final. A PCR em tempo real foi realizada no equipamento *StepOnePlus* (*Applied Biosystems, EUA*) e analisada com o software do fabricante^{7,16}.

Protocolos de treinamentos multicomponente e combinado

O protocolo de treinamento multicomponente consistiu em uma sessão com diferentes tipos de atividades e exercícios físicos para o desenvolvimento das capacidades motoras condicionantes (resistência cardiorrespiratória, força, flexibilidade e velocidade) e coordenativas (coordenação motora, controle motor, reação motora e ritmo)²⁵. As sessões tiveram duração de 90 minutos, realizadas duas vezes por semana, e foram divididas em três etapas: 15 minutos iniciais de aquecimento, equilíbrio, coordenação motora e jogos, 35 minutos de força muscular, 35 minutos de atividades aeróbias e cinco minutos finais de relaxamento. A intensidade do treino foi controlada por meio de sistema de monitoramento da

frequência cardíaca Polar Team² e da Escala de Borg e a meta foi a obtenção, ao final de cada sessão, de valores entre 6 e 7 em escala de zero a 10, representando uma intensidade moderada a difícil²⁶.

A intervenção do treinamento combinado foi realizada três vezes por semana, em dias alternados (7:30 da manhã), com duração total da sessão de uma hora - aproximadamente 30 minutos de exercício de força e 30 minutos de exercício aeróbico. Os exercícios de força selecionados foram supino inclinado, mesa flexora romana, cadeira extensora, leg press 180°, tríceps na polia neutra, puxada, supino em barra e tríceps na polia. Durante o exercício aeróbico, a frequência cardíaca foi continuamente monitorizada utilizando o Polar Team² (Polar, Finlândia). Todas as participantes utilizaram a periodização não linear flexível²⁷. Em relação ao treinamento resistido, na primeira sessão de treinamento a cada semana, as participantes puderam escolher o número de repetições máximas (RM) que seriam realizadas no dia, dependendo de sua prontidão física e psicológica. As opções oferecidas foram duas séries com cinco a sete RM, 10 a 12 RM, ou 15 a 17 RM. Durante o treinamento aeróbico, as participantes puderam escolher a zona de frequência cardíaca de reserva para realizar 30 minutos de exercício (70, 60 ou 50%). Na segunda sessão de treinamento a cada semana, as participantes escolheram entre as duas opções restantes nos exercícios resistido e aeróbico. Na terceira sessão de treinamento, a cada semana, as participantes realizaram a opção que não havia sido escolhida nas duas sessões anteriores. A intensidade do treinamento também foi controlada pela Escala de Borg, com meta de 6 a 7 ao final de cada sessão.

Análise estatística

A análise dos dados foi realizada pelo programa estatístico *STATISTICA* versão 7.0. Realizou-se análise descritiva por meio de medidas de posição e de dispersão. Para as comparações intra e entre grupos foi utilizada ANOVA *three-way* para medidas repetidas seguida do post-hoc de Tukey. A distribuição genotípica foi calculada a partir da distribuição observada de genótipos e distribuição genotípica esperada de acordo com o equilíbrio de *Hardy-Weinberg* usando o teste X^2 . O nível de significância adotado foi de 5%.

Resultados

A distribuição dos genótipos da ECA DD, ID e II foi de n=21 (30%), n=30 (42.8%) e n=19 (27.2%), respectivamente. Não foi observada diferença estatística para o equilíbrio de Hardy-Weinberg ($p=0.234$). Para os genótipos da ACTN3 a distribuição foi de TT n=10 (14.3%), TC n=38 (54.3%) e CC n=22 (31.4%) - também não foi encontrada diferença significativa para o equilíbrio de Hardy-Weinberg ($p=0.321$) nesse genótipo, demonstrando que as distribuições estão em equilíbrio.

Os dados de idade, antropométricos e de pressão arterial para o polimorfismo da ECA (DD+ID/II) são apresentados na Tabela 1. No grupo treinamento multicomponente não foi observada diferenças significativas para variáveis antropométricas e pressão arterial em mulheres com o genótipo DD+ID pré versus pós-treinamento, porém em mulheres com o genótipo II foi observada uma diminuição da circunferência da cintura ($p=0.029$) pós versus pré-treinamento. Já no grupo treinamento combinado para mulheres com genótipo DD+ID foi observada uma diminuição da massa corporal ($p=0.02$) e para mulheres com o genótipo II observou-se uma diminuição da circunferência da cintura ($p=0.023$) e aumento da pressão arterial sanguínea ($p=0.017$).

Em relação aos dados de capacidades físicas e qualidade de vida, comparando pré versus pós-treinamento, o grupo treinamento multicomponente apresentou aumento da pontuação do domínio mental ($p=0.048$) da qualidade de vida em mulheres com genótipo DD+ID e um aumento de força muscular de membros inferiores por meio do teste de sentar e levantar ($p=0.007$) em mulheres com o genótipo II. No grupo de treinamento combinado foi observada uma melhora da agilidade ($p=0.005$) e capacidade cardiorrespiratória ($p=0.004$) em mulheres com genótipos DD+ID e um aumento da flexibilidade de membros inferiores ($p=0.027$), melhora da agilidade ($p=0.007$) e capacidade cardiorrespiratória ($p=0.003$) em mulheres com o genótipo II (Tabela 2).

Em relação ao polimorfismo da ECA, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes para os níveis de atividade física, consumo alimentar, impulso de treinamento, monotonia e variáveis sanguíneas (Tabelas 3 e 4).

Na tabela 5 estão apresentados os dados de idade, variáveis antropométricas e pressão sanguínea de mulheres com genótipos (TT+TC e CC) para o polimorfismo da ACTN3. Para o grupo treinamento multicomponente não foi observada diferença significativa para as variáveis antropométricas e pressão sanguínea em mulheres com genótipos TT+TC pós versus pré-treinamento - já para as mulheres com genótipo CC foi observada uma diminuição significativa da circunferência da cintura ($p=0.003$). No grupo treinamento combinado observaram-se diminuições significativas nos valores de massa corporal ($p=0.009$), índice de massa corporal ($p=0.01$), circunferência da cintura ($p=0.003$) e de pressão arterial diastólica ($p=0.03$). Já nas mulheres com o genótipo CC foi observado um aumento da pressão arterial sistólica ($p=0.013$).

Em relação aos resultados das capacidades físicas e qualidade de vida para o polimorfismo da ACTN3, o grupo de treinamento multicomponente demonstrou aumento significativo da força de membros superiores no teste flexão e extensão de cotovelo ($p=0.03$), inferiores por meio do teste de sentar e levantar ($p=0.027$) e aumento da pontuação do domínio mental ($p=0.008$) na qualidade de vida em mulheres com genótipo TT+TC. Já em mulheres com o genótipo CC não foram encontradas diferenças estatísticas (Tabela 6).

Em relação ao grupo treinamento combinado, foi encontrado aumento da força muscular de membros superiores por meio do teste flexão e extensão de cotovelo ($p=0.038$), melhora da agilidade ($p=0.003$) e aumento da capacidade cardiorrespiratória na caminhada de seis minutos ($p=0.003$) em mulheres com o genótipo TT+TC. Observou-se também melhora da agilidade ($p=0.005$) e aumento da pontuação no domínio físico ($p=0.007$) da qualidade de vida em mulheres com genótipo CC. (Tabela 6).

Em relação aos níveis de atividade física, consumo alimentar, impulso de treinamento e monotonia não foram encontradas diferenças significativas em relação aos genótipos da ACTN3 em ambos os grupos de treinamento físico do momento pós versus pré-treinamento, com exceção do aumento do volume de atividades físicas vigorosas no genótipo CC do treinamento combinado ($p=0.008$) (Tabela 7).

Entre os diferentes grupos de treinamento físico também não foi possível observar diferença estatística em relação às análises de parâmetros sanguíneos para o polimorfismo da ACTN3 (Tabela 8).

Discussão

Estudos de variações genéticas têm sido utilizados para responder perguntas relacionadas às adaptações ao treinamento físico no contexto do envelhecimento³¹. Portanto, é de extrema importância analisar a influência de polimorfismos genéticos em diferentes modelos de intervenção para identificar associação de respostas ao treinamento em genótipos relacionados com o aumento ou diminuição de força, função muscular e parâmetros de saúde no envelhecimento²⁸⁻²⁹.

Em ambos os polimorfismos foram evidenciadas associações com os treinamentos físicos analisados. Em relação ao polimorfismo da ECA, podemos observar que o treinamento multicomponente obteve uma diminuição da circunferência de cintura e melhora na força de membros inferiores em mulheres com genótipo II. Foi evidenciado também aumento da pontuação do domínio mental da qualidade de vida no genótipo DD+ID. Esses achados corroboram a pesquisa realizada por Moraes et al. (2017) que observaram uma associação do polimorfismo da ECA com a diminuição da circunferência da cintura, porém em genótipo ID, com melhora na força de membros inferiores nos genótipos ID e II após 12 semanas de treinamento multicomponente em mulheres de 50 a 70 anos³⁰. Frederiksen et al. (2003), em seu estudo com idosos dinamarqueses de 65 a 94 anos, utilizaram treinamento multicomponente pelo período de oito meses em uma sessão de 60 minutos por semana e mostraram um aumento da massa gorda no grupo DD³¹. Foschini et al. (2010), em estudo com adolescentes obesos brasileiros submetidos a uma intervenção dietética e de exercícios de 14 semanas, demonstraram uma igualdade na diminuição na massa corporal e no índice de massa corporal para os três grupos de genótipos da ECA³², embora tenham um tamanho limitado de amostra e uma intervenção dietética quando comparado ao nosso estudo.

No grupo treinamento combinado encontrou-se diminuição da circunferência da cintura, aumento da pressão arterial sistólica, piora na flexibilidade em membros inferiores e melhora da capacidade cardiorrespiratória em mulheres com genótipo II. Participantes com o genótipo DD+ID apresentaram diminuição da massa corporal e melhora na capacidade cardiorrespiratória. Em ambos os genótipos houve melhora na agilidade. Keogh et al. (2015), em um estudo com indivíduos fisicamente inativos (69,7±5,3 anos), apontaram que a associação do polimorfismo ECA com o desempenho funcional de idosos após 12 semanas de treinamento combinado, com melhoras nos testes de sentar e levantar, flexão e extensão de cotovelo e caminhada de 6 minutos tanto nos genótipos DD+ID quanto em II³³. Entretanto, Garatachea et al. (2012)

estudaram octogenários espanhóis com o objetivo de avaliar a associação entre desempenho físico e polimorfismo da ECA ID, e nenhuma associação foi encontrada³⁴. As diferenças observadas entre os estudos podem ser explicadas devido à distinção nos protocolos de treinamento físico, nível de atividade física, idade, etnia e sexo dos participantes.

Alguns estudos têm investigado inibidores da ECA como ferramenta para aumentar a capacidade física de idosos⁸, porém é um campo ainda pouco explorado e com resultados indefinidos. No estudo de Sumukadas et al. (2014) foi realizado um ensaio clínico randomizado com idosos com comprometimento funcional, provenientes de instituições de longa permanência ou de hospitais. A média de idade foi de 76 anos para o grupo que tomou a medicação (perindopril) e de 75 anos para o grupo controle, no qual foi administrado placebo. Em ambos os grupos os participantes relataram ter multimorbidades e foram submetidos a 20 semanas de treinamento funcional progressivo - metade do treinamento foi realizada com orientação e supervisão e nas últimas dez semanas as sessões foram apenas orientadas. Como resultado principal observou-se melhora na caminhada de 6 minutos, especialmente no grupo que ingeriu o inibidor da ECA. Nas demais capacidades físicas avaliadas e na qualidade de vida não houve diferença entre os grupos, embora tenham tido melhoras. Os autores afirmam que o tempo de intervenção foi curto e recomendam a análise do fenótipo dos idosos que fazem uso dos inibidores da ECA por longos períodos de tempo, além da análise do nível de atividade física prévia de cada um antes da intervenção³⁵. Tais resultados evidenciam a importância da análise genética da ECA antes do uso de um medicamento, que pode não demonstrar resultados positivos para indivíduos com determinadas características genéticas⁷.

Em relação ao polimorfismo da ACTN3 para o grupo treinamento multicomponente foram encontradas diminuição da circunferência da cintura em mulheres com genótipo CC e melhora no teste flexão e extensão de cotovelo, sentar e levantar e domínio mental da qualidade de vida em mulheres com genótipos TT+TC. Delmonico et al. (2007), assim como no presente estudo, não encontraram diferença para índice de massa corporal após dez semanas de treinamento de força em idosos (homens e mulheres) fisicamente inativos³⁶. Para o polimorfismo ACTN3 não encontramos diferenças estatisticamente significantes nos valores de flexibilidade, o que difere dos achados de Kikushi et al. (2016), que pesquisaram a associação do polimorfismo da ACTN3 com a flexibilidade em mulheres e homens de 23 a 87 anos

em duas coortes e demonstraram que o genótipo TT foi associado a menores valores quando comparado com os genótipos TC e CC³⁷. Nosso estudo não observou efeito para capacidade cardiorrespiratória com o treinamento multicomponente, porém Silva et al. (2015), em estudo com adultos saudáveis, demonstraram que 18 semanas de treinamento de resistência cardiorrespiratória teve associação positiva entre o genótipo TT e resistência aeróbica - e após a intervenção deixou de haver diferenças entre os grupos³⁸.

Erskine et al. (2013) não mostraram diferenças em força e potência muscular nos grupos de genótipos após nove semanas de treinamento de força em idosos³⁹. Gentil et al. (2011) investigaram 141 participantes acima de 18 anos de idade que realizaram exercício resistido durante 11 semanas e foram submetidos a testes de força, biópsia muscular e análise genética. De acordo com os resultados, também não foram encontradas diferenças no ganho de força e massa muscular entre os grupos de genótipos da ACTN3⁴⁰. Em nossos resultados, tanto no treinamento multicomponente como no combinado apenas o grupo TT+TC apresentou maiores valores de força no momento pós-intervenção quando comparado ao pré.

Já no grupo treinamento combinado observamos uma diminuição da massa corporal, índice de massa corporal, circunferência da cintura, pressão arterial diastólica, melhora no teste de flexão e extensão de cotovelo e caminhada de seis minutos em mulheres com genótipos TT+TC, enquanto para o genótipo CC foram observados aumento da pressão arterial sistólica e melhora do domínio físico da qualidade de vida - para agilidade observou-se melhora tanto nos genótipos TT+TC quanto CC. Potocka et al. (2019) estudou a associação do polimorfismo da ACTN3 com a aptidão cardiorrespiratória em jovens adultos saudáveis e observaram que as mulheres com o genótipo CC apresentaram menor frequência cardíaca máxima, o que poderia indicar melhor funcionamento do sistema circulatório e respiratório e melhor adaptação ao exercício físico - nos homens nenhuma diferença foi notada⁴¹. Evidências sugerem que o genótipo CC também está associado a maior densidade mineral óssea em mulheres idosas, o que pode ser favorável para a prevenção de quedas, de comprometimento da capacidade funcional, de diminuição da qualidade de vida e menor probabilidade de hospitalização e morte⁴².

Clarkson et al. (2005), estudaram a associação do polimorfismo da ACTN3 ao aumento da força muscular e à resposta de 12 semanas de treinamento de força em homens e mulheres e encontraram que mulheres homozigotas TT tiveram menor

resistência muscular isométrica e demonstraram maiores ganhos absolutos e relativos de força no teste de uma repetição máxima pós treinamento comparadas com aquelas com o tipo selvagem homocigótico (TT) e o genótipo heterocigoto (TC)⁴³. Em nosso estudo, as mulheres com genótipo TT+TC foi o único grupo a apresentar melhora no teste de força de membros superiores.

No presente estudo, não observamos efeito dos treinamentos físicos em relação ao nível de atividade física das participantes, assim como em outro estudo que avaliou a associação dos polimorfismos da ECA e da ACTN3 durante 12 semanas de treinamento multicomponente em mulheres idosas³⁰. Esse resultado tem relação com o fato do questionário ter sido aplicado após o final da intervenção com o treinamento físico.

Em relação às análises sanguíneas, nosso estudo não observou efeitos positivos em 14 semanas de treinamento. No entanto, o estudo de Motallebi et al. (2019) demonstrou diminuição do colesterol total e aumento do HDL-colesterol em idosas fisicamente inativas após 24 semanas de treinamento físico associado a um acompanhamento nutricional⁴⁴. Dessa forma, podemos ressaltar que as características da amostra, intervenção nutricional e tempo de treinamento podem ter influenciado na magnitude de resposta dos indivíduos.

O fato de haver resultados controversos na literatura reforça a importância de mais estudos em diferentes populações. Tal conhecimento pode permitir a identificação de indivíduos que são mais propensos a benefícios em decorrência de cada tipo de exercício físico. Desse modo, as características genéticas teriam inúmeras aplicações na prática profissional, tendo potencial para dentro de alguns anos determinarem o melhor programa de treinamento físico para cada indivíduo.

Forças e limitações

Utilizamos os testes propostos por Rikli & Jones e AAHPERD devido à confiabilidade, validade, facilidade de administração, viabilidade para uso em diferentes locais e principalmente porque eles são uma boa ferramenta para acessar parâmetros físicos associados à mobilidade funcional nos idosos, levando em consideração os declínios do processo de envelhecimento. Também utilizamos protocolos de treinamento físico de fácil aplicação, com volumes e intensidades bem controlados e iguais, e que se mostram benéficos para saúde de quem envelhece.

Algumas limitações também podem ser consideradas neste estudo, como o número amostral, que foi relativamente pequeno para estudos com genética.

Conclusão

Os polimorfismos da ECA (DD+ID vs II) e da ACTN3 (TT+TC vs CC) têm associação com algumas capacidades físicas/funcionais e parâmetros de saúde de mulheres de 50 a 75 anos fisicamente ativas em ambos os grupos de treinamento físico. Estudos futuros são necessários para replicar estes achados.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer todas as mulheres que participaram deste estudo. Agradecemos ao auxílio da FAPESP (processos 2013/21159-8 e 2017/21361-2) e CNPq (processo 485045/2013-3) para o desenvolvimento do estudo.

Contribuição dos autores

Karine P Rodrigues (RKP), Laís Souza Prado (PLS) e Carlos R Bueno Júnior (BJCR) contribuíram para a concepção e desenho do estudo e escrita do manuscrito. RKP, PLS e Mariana Luciano de Almeida (AML) realizaram a coleta de dados em avaliações físicas e funcionais, extração de DNA, genotipagem e aplicações de questionários. RKP e BJCR comprometeram-se a análise de dados e montagem de tabelas de resultados do estudo. Todos os autores revisaram o manuscrito e aprovaram a versão final.

Interesses competitivos

Os autores declaram não ter interesses conflitantes.

Referências

1. Bloom DE, Chatterji S, Kowal P, Lloyd-Sherlock P, Mckee M, Rechel B, et al. Macroeconomic implications of population ageing and selected policy responses. *Lancet*. 2015;57:385-649.
2. CruzJentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*. 2010;39:412-23.

3. Rossi FE, Buonani C, Viesel J, Silva EPD, Diniz TA, Santos VDR, et al. Effect of combined aerobic and resistance training in body composition of obese postmenopausal women. *Motriz: Rev Educ Fís.* 2015;21:61-7.
4. Mota MR, Oliveira RJ, Terra DF, Pardono E, Dutra M, de Almeida JA, et al. Acute and chronic effects of resistance exercise on blood pressure in elderly women and the possible influence of ACE I/D polymorphism. *Int J Gen Med.* 2013;6:581-87.
5. Coffey VG, Hawley J. A The molecular bases of training adaptation. *Sports Med.* 2007;37:737-63.
6. Pereira A, Costa AM, Izquierdo M, Silva AJ, Bastos E, Marques MC, et al. ACE I/D and ACTN3 R/X polymorphisms as potential factors in modulating exercise-related phenotypes in older women in response to a muscle power training stimuli. *Age.* 2013;35:1949-59.
7. Guth LM, Roth SM. Genetic influence on athletic performance. *Curr Opin Pediatr.* 2013;25:653-8.
8. Lima RM, Leite TKM, Pereira RW, Rabelo HT, Roth SM, Oliveira RJ. ACE and ACTN3 genotypes in older women: muscular phenotypes. *Int J Sports Med.* 2011;32:66-72.
9. Collins M, Xenophontos SL, Cariolou MA, Mokone GG, Hudson DE, Anastasiades LAKIS, et al. The ACE gene and endurance performance during the South African Ironman Triathlons. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36:1314-20.
10. Broos S, Malisoux L, Theisen D, Francaux M, Deldicque L, Thomis MA. Role of alpha-actinin-3 in contractile properties of human single muscle fibers: a case series study in paraplegics. *PLoS One.* 2012;7:49281.
11. Ma F, Yang Y, Li X, Zhou F, Gao C, Li M, et al. The association of sport performance with ace and actn3 genetic polymorphisms: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2013;8:54685.

12. Rodriguez-Romo G, Ruiz JR, Santiago C, Fiuza-Luces C, González-Freire M, Gómez-Gallego F, et al. Does the ACE I/D polymorphism, alone or in combination with the ACTN3 R577X polymorphism, influence muscle power phenotypes in young, non-athletic adults? *Eur J Appl Physiol*. 2010;110:1099-106.
13. Costa AM, Breitenfeld L, Silva AJ, Pereira A, Izquierdo M, Marques MC. Genetic inheritance effects on endurance and muscle strength: an update. *Sports Med*. 2012;42:449-58.
14. Chodzko-Zajko DN, Proctor DN, Singh MAF, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, et al. American College of Sports Medicine position stand: Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41:1510-30.
15. Zago AS, Silveira LR, Kokobun E. Effects of aerobic exercise on the blood pressure, oxidative stress and eNOS gene polymorphism in pre-hypertensive older people. *Eur Journ App Physiol*. 2010;110:883-9.
16. Matsudo S, Araújo T, Marsudo V, Andrade D, Andrade E, Braggion G. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Rev Bras Ativ Fís Saúde*. 2010:05-18.
17. Brasil. Protocolos do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional - SISVAN na assistência à saúde, Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica, 2008.
18. Ciconelli RM. Tradução para a língua portuguesa e validação do questionário genérico de avaliação de qualidade de vida SF-36 (Brasil SF-36). *Rev Bras Reumatol*. 1999;39:143-50.
19. Rattan SIS. Aging is not a disease: implications for interventions. *Aging Dis*. 2014; 5:196-202.

20. Sociedade Brasileira de Cardiologia. 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial. *Arq Bras Cardiol.* 2016;107(3):1-83.
21. Rikli RE, Jones CJ. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *J Aging Phys Activ.* 1999;7:129-81.
22. Osness WH, Adrian M, Clark B, Hoeger W, Raab D, Wiswell R. Functional fitness assessment for adults over 60 years (A field based Assessment). *AAHPERD.* 1990;9-11.
23. Foster C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30,1164-8.
24. Warnick GR, Knopp RH, Fitzpatrick V, Brason L. Estimating low-density lipoprotein cholesterol by the Friedewald equation is an adequate for classifying patients on the basis of nationally recommended cutpoints. *Clin Chem.* 1990;36:15-29.
25. Bompa T, Buzzichelli C, 2015. *Periodization Training for Sports.* Hum kinetics.
26. Trapé AA, Lizzi EADS, Gonçalves TCP, Rodrigues JAL, Tavares SS, Lacchini R, et al. Effect of multicomponent training on blood pressure, nitric oxide, redox status, and physical fitness in older adult women: influence of endothelial nitric oxide synthase (NOS3) haplotypes. *Oxid. Med. Cell Longev.* 2578950;2017.
27. Silva Neves LX, Teodoro JL, Menger E, Lopez P, Grazioli R, Farinha J, Moraes K, Bottaro M, Pinto RS, Izquierdo M, Cadore EL. Repetitions to failure versus not to failure during concurrent training in healthy elderly men: a randomized controlled trial. *Exp Gerontol* 2018; 108:18-27.
28. Gomez-gallego F, Santiago C, Gonzalez FM, Muniesa CA, Del Valle MF, Perez M, et al. Endurance performance: genes or gene combinations? *Int J Sports Med.* 2009;30:66-72.

29. Lima RM , Bezerra LMA , Rabelo HT , Silva MAF, Silva AJR, Bottaro M, Oliveira RJ. Fat-free mass, strength and sarcopenia are related to bone mineral density in older women . *J Clin Densitom.* 2009;12:1560-4.
30. Moraes VN, Trapé AA, Ferezin LP, Gonçalves TCP, Monteiro CP, Junior CB, et al. Association of ACE ID and ACTN3 C> T genetic polymorphisms with response to a multicomponent training program in physical performance in women from 50 to 70 years. *Sci Sports.* 2018;33:282-90.
31. Frederiksen H, Bathum L, Worm C, Christensen K, Puggaard L. ACE genotype and physical training effects: a randomized study among elderly Danes. *Aging Clin Exp Res.* 2003;15:284-91.
32. Foschini D, Araújo RC, Bacurau RF. Treatment of obese adolescents: the influence of periodization models and ACE genotype. *Obesity.* 2010;18:766-72.
33. Keogh JW, Palmer BR, Taylor D, Kilding AE. ACE and UCP2 gene polymorphisms and their association with baseline and exercise-related changes in the functional performance of older adults. *PeerJ.* 2015;3:980.
34. Garatachea N, Fiuza LC, Torres LG, Yvert T, Santiago C, Gómez-Gallego F, et al. Single and combined influence of ACE and ACTN3 genotypes on muscle phenotypes in octogenarians. *Eur J Appl Physiol.* 2012;112:2409-20.
35. Sumukadas D, Band M, Miller S, Cvorov V, Witham M, Struthers A, et al. Do ACE inhibitors improve the response to exercise training in functionally impaired older adults? A randomized controlled trial. *J Gerontol.* 2013;69:736-43.
36. Delmonico MJ, Kostek MC, Doldo NA, Hand BD, Walsh S, Conway JM, et al. Alpha-actinin-3 (ACTN3) R577X polymorphism influences knee extensor peak power response to strength training in older men and women. *J Gerontol A Biol Sci. Med Sci.* 2007;62:206-12.

37. Kikuchi N, Zempo H, Fuku N, Murakami H, Sakamaki SM, Okamoto T, et al. Association between ACTN3 R577X Polymorphism and trunk flexibility in 2 different cohorts. *Inter J Sports Med.* 2017;38:402-6.
38. Silva MS, Bolani W, Alves CR. Elimination of influences of the ACTN3 R577X variant on oxygen uptake by endurance training in healthy individuals. *Int J Sports Physiol Perform.* 2015;10:636-41.
39. Erskine RM, Williams AG, Jones DA, Stewart CE, Degens H. The individual and combined influence of ACE and ACTN3 genotypes on muscle phenotypes before and after strength training. *Scand J Med Sci Spor.* 2014;24:642-48.
40. Gentil P, Pereira RW, Leite TK, Bottaro M. ACTN3 R577X polymorphism and neuromuscular response to resistance training. *J Sports Sci Med.* 2011;10:393-9.
41. Potocka N, Penar-Zadarko B, Skrzypa M, Braun M, Zadarko-Domaradzka M, Ozimek M, et al. Association of ACTN3 polymorphism with body somatotype and cardiorespiratory fitness in young healthy adults. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16(9):1489.
42. Min SK, Lim, S. T., & Kim, C. S. Association of ACTN3 polymorphisms with BMD, and physical fitness of elderly women. *Phys Ther.* 2016;28:2731-36.
43. Clarkson PM, Devaney JM, Gordish-Dressman H, Thompson PD, Hubal MJ, Urso M, et al. ACTN3 genotype is associated with increases in muscle strength in response to resistance training in women. *J Appl Physiol.* 2005;99:154-63.
44. Motallebi SA, Iranagh JA, Mohammadi F. Effect of a physical activity program on serum biochemical parameters among elderly women. *Rev Recent Clin Trials.* 2019;14(3):209-16.

Tabela 1. Variáveis antropométricas, idade e pressão sanguínea em relação ao polimorfismo da ECA.

	TM				TC			
	DD+ID (n=26)		II (n=9)		DD+ID (n=25)		II (n=10)	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
IDADE (anos)	61.2±6.7		64±7.3		63.5±6.5		60.7±3.7	
ESTATURA(m)	1.58±0.4		1.54±0.6		1.59±0.5		1.58±0.6	
MC (kg)	70.4±9.3	70.1±9.3	71.5±9	71±9.5	69.4±15.2	68.5±15*	69.6±14	68.7±14
IMC (kg/m²)	28.3±4	28.2±3.8	30±3.1	29.9±3.1	27.4±5	27±5.4	27.9±5.6	27.6±5.6
CC (cm)	93.3±8.9	91.2±10.1	97.4±9.8	93.4±9.9*	92.7±11.6	90.8±14.3	91.3±12.2	87.3±12.1*
PAS (mmHg)	123±20.7	123.8±23	132.1±16.4	135.8±20.1	127.8±12.7	130.8±17.8	120.9±9.8	133.4±15.2*
PAD (mmHg)	74±9	73±11.2	80.2±9	79.3±10.4	75.9±9.1	72.9±9.1	72.2±11.4	75.4±8.4

Os dados são apresentados como média ± desvio padrão (ANOVA three-way para medidas repetidas seguida de post-hoc teste de Tukey). MC= Massa corporal; IMC= Índice de massa corporal; CC= Circunferência da cintura; PAS= pressão arterial sistólica; PAD= pressão arterial diastólica; TM= Treinamento multicomponente; TC= Treinamento combinado.

*p <0.05 para diferenças intragrupos

Tabela 2. Efeitos do TM e TC nas capacidades físicas e qualidade de vida em relação ao polimorfismo da ECA.

	TM				TC			
	DD+ID (n=26)		II (n=9)		DD+ID (n=25)		II (n=10)	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
SEL (rep)	16.2±4.5	16.5±3.4	17.8±4.3	21±4.1*	18.2±5.9	19.8±6.1	18.9±3	21.4±3.5
FEC (rep)	17.2±3.8	18.4±3	21.3±1.5	19.7±4	20.6±5.3	21.7±5.3	19.3±2.4	20.3±3.6
SEA (cm)	0.9±8	-0.5±8.9	3.2±9.6	5.61±8.5	4.7±8.3	4.6±9.3	4.8±10.4	1±9.5*
MNC (cm)	-6.9±9.4	-6.5±10.7	-2±9.5	-2.3±7.2	-1.1±6.3	-0.5±8.7	-2.6±9.4	-2.6±8.4
AGI (seg)	24.4±2.4	24.2±2.4	23.8±2.7	23.8±3.5	23.4±2.5	22.1±2.7*	23.2±3.6	21.5±3.1*
CAM (m)	562±54	568±42	523±57	546±56	588±74 ^{&}	625±50 ^{\$#*}	575±58	620±37 ^{*#}
SF36- DF (pontos)	62.4±8	61.9±9.5	66.1±7.2	69.1±7.6	63.2±7	62.7±7.1	61.8±7.7	65.7±3.7
SF36- DM (pontos)	56.5±7.1	58.8±6.4*	60.6±11	63.4±7.5	58.9±6.8	60.6±7.2	57.7±4.5	58.6±5.5

Os dados são apresentados como média ± desvio padrão (ANOVA three-way para medidas repetidas seguida de post-hoc teste de Tukey). SEL= Sentar e levantar; FEC= Flexão e extensão do cotovelo; SEA= Sentar e alcançar; MNC= Mão nas costas; AGI= Agilidade; CAM= Caminhada de seis minutos; SF36= Questionário de qualidade de vida; DF= Domínio físico; DM= Domínio mental; TM= treinamento multicomponente; TC= Treinamento combinado.

*p <0.05 para diferenças intragrupos

^{\$}p <0.05 versus DD+ID TM pós

[&]p <0.05 versus II TM pré

[#]p <0.05 versus II TM pós

Tabela 3. Análises de confusão dos grupos TM e TC em relação ao polimorfismo da ECA.

	MT				CT			
	DD+ID (n=9)		II (n=26)		DD+ID (n=12)		II (n=23)	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
IPAQ CAM (min/sem)	262±285	325±256	147±227	378±425	544±688	418±680	380±713	512±508
IPAQ MOD (min/sem)	431±499	408±553	847±789	924±895	595±683	550±673	624±541	346±472
IPAQ VIG (min/sem)	74.2±183.2	83.5±159.1	66.7±85.5	111.1±108.4	166.5±344	188.5±358	243±308	252.5±232
FMCA (pontos)	18.3±6.7	19.3±5.8	20.3±6.6	25.7±9.4	17.2±11	18.9±7.6	18.9±6.8	20.5±9.4
TRIMP (UA)	814±217		925±143.4		928±193.5		796±166	
MONOTONIA (UA)	5.1±2		4.5±1.5		3.9±2		4.8±3.8	

Os dados são apresentados como média ± desvio padrão (ANOVA three-way para medidas repetidas seguida de post-hoc teste de Tukey). IPAQ= Questionário Internacional de Atividade Física; CAM= Caminhada; MOD= Atividade física moderada; VIG= Atividade física vigorosa; FMCA= Formulário de Marcadores do Consumo Alimentar; TRIMP= impulso de treinamento; TM= Treinamento multicomponente; TC= Treinamento combinado.

Tabela 4. Análises sanguíneas dos grupos TM e TC em relação ao polimorfismo da ECA.

	TM				TC			
	DD+ID (n=17)		II (n=8)		DD+ID (n=24)		II (n=10)	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
ÁCIDO ÚRICO (mg/dL)	3.8±1.0	4±1.0	3.5±0.6	3.5±0.8	4±0.8	3.6±0.7	4±1.6	4±1.5
COLESTEROL (mg/dL)	174.6±38.2	199.7±30.9	209.4±28.9	216.1±37.9	203.5±38.3	200.3±41.9	205.9±29.9	209.1±52.4
GLICOSE (mg/dL)	94±13.8	92.8±9.0	91.3±18.2	95.8±26.4	96.1±16.0	92.8±11.9	92±10.2	94.2±11.4
HDL-C (mg/dL)	53.6±14.9	52.2±10.9	55.1±7.7	60.9±11.3	53.3±14.0	53.6±11.6	55.1±8.1	54±10.0
TRIGL (mg/dL)	116.8±65.7	123.7±49.7	129.3±47.4	110±44.5	134.5±75.6	134±74.5	131.1±68.4	114.1±43.5
LDL-C (mg/dL)	126.8±35.7	140.8±32.9	143.2±24.5	127.5±34	139.5±42.7	135.9±48.4	139.8±33.3	144.3±51.4

Os dados são apresentados como média ± desvio padrão (ANOVA three-way para medidas repetidas seguida de post-hoc teste de Tukey). HDL= HDL colesterol; LDL= LDL colesterol; TRIGL= Triglicérides.

Tabela 5. Variáveis antropométricas, idade e pressão sanguínea em relação ao polimorfismo da ACTN3

	MT				TC			
	TT+TC (n=21)		CC (n=14)		TT+TC (n=27)		CC (n=8)	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
IDADE (anos)	63.3±6.9		59.8±6.3		62.6±6.5		63.3±4.7	
ESTATURA(m)	1.58±0.4		1.55±0.5		1.59±0.5		1.56±0.4	
MC (kg)	70.8±12.5	70.5±12.2	70.5±9.5	70±9.9	69.3±9.5	68±9.7*	70.1±14	70.3±14
IMC (kg/m²)	28.3±4.8	28.4±4.9	29.4±3.4	29±3.4	27.2±3.7	26.8±3.6*	28.6±5.4	28.6±5.7
CC (cm)	92.2±10.9	91.3±13.3	97.7±9.3	92.4±9.6*	91.8±7.2	89.3±8.2 [#] *	93.9±14	91.5±13.7
PAS (mmHg)	122.1±17.2	123.6±20.8	130.2±16.7	131.8±19	126.8±21.9	130±24.5	122.5±7.5	136.8±17.4*
PAD (mmHg)	75.5±10	74.9±10.9	75.8±9.4	74.2±8.8	75.6±8.8	72.2±11.6*	72.6±11	78.4±11.8

Os dados são apresentados como média ± desvio padrão (ANOVA three-way para medidas repetidas seguida de post-hoc teste de Tukey). MC = massa corporal; IMC = índice de massa corporal; CC = circunferência da cintura; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; TM = Treinamento multicomponente; TC = Treinamento combinado.

*p<0.05 para diferenças intragrupos

[#]p <0.05 versus CC TM pós

Tabela 6. Efeitos do TM e TC nas capacidades físicas e qualidade de vida em relação ao polimorfismo da ACTN3.

	TM				TC			
	TT+TC (n=21)		CC (n=14)		TT+TC (n=27)		CC (n=8)	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
SEL (rep)	16.3±4.9	18.3±4.4*	17±5.7	16.9±5.6	18.3±3.9	19.9±3.7	18.6±3.5	21.4±4.8
FEC (rep)	17.8±4.3	19.9±4.9*	19.1±5.1	17.1±5.7	20.1±2.7	21.9±3.9 ^{#*}	20.6±2.8	19.3±3.5
SEA (cm)	2±9.7	-0.7±9.2	0.7±9.5	2.8±10.6	4.7±6.7	3.5±9.3	4.9±7.3	3.6±3.4
MNC (cm)	-5.9±10.8	-4±9.9	-5.6±6.7	-7.7±8.9	-0.5±8.3	-0.1±10.2	-4.7±8.5	-4.1±7.1
AGI (seg)	23.9±2.7	24.2±2.7	24.8±2.3	23.9±2.2	23.2±2.1	21.9±3*	23.9±4.2	21.9±4.2*
CAM (m)	555±63.3	571±42.6	549±73.4	550±49	585±50.5	625±48.2* ^{§#}	582±56.4	618±36.6 [#]
SF36- DF (pontos)	63.6±7.4	63.8±9.3	62.9±7.6	63.6±6.7	63.4±9	62.6±10.3	60.8±5	66.6±4.2*
SF36- DM (pontos)	55.9±9.4	58.9±8.3*	60±6.4	61.6±7.2	58.4±6.6	59.9±4.1	59.2±5.8	60.5±5.4

Os dados são apresentados como média ± desvio padrão (ANOVA three-way para medidas repetidas seguida de post-hoc teste de Tukey). SEL= Sente-se e levantar; FEC= flexão e extensão do cotovelo; SEA= Sentar e alcançar; MNC= Mão nas costas; AGI= Agilidade; CAM= Caminhada de seis minutos; SF36= Questionário de qualidade de vida; DF= Domínio físico; DM= Domínio mental; TM= Treinamento multicomponente; TC= Treinamento combinado.

*p <0.05 para diferenças intragrupos

[§]p <0.05 versus TT+TC TM pós

[#]p <0.05 versus CC TM pós

Tabela 7. Análises de confusão dos grupos TM e TC em relação ao polimorfismo da ACTN3.

	TM				TC			
	TT+TC (n=21)		CC (n=14)		TT+TC (n=27)		CC (n=8)	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
IPAQ CAM (min/sem)	251±284	458±454	204±157	159±118	581±766 ^{@&}	415±542	191±200	549±684
IPAQ MOD (min/sem)	551±701	610±796	517±786	436±858	679±635	491±595	320±233	506±275
IPAQ VIG (min/sem)	91.9±138.2	101.4±132	42.9±68.3	74.3±104.4	210.6±356	151.2±162.3	118.8±119.4	390±474 ^{*\$#%}
FMCA (pontos)	17.8±7.3	20±8.1	20.5±7.3	22.4±9.4	18.6±7	18.8±9.7	14.8±11.9	21.4±5.4
TRIMP (UA)	827±201		884±104.4		869±208		930±95.5	
MONOTONIA(UA)	4.7±2		5.1±1.5		4.5±2.8		3.8±0.8	

Os dados são apresentados como média ± desvio padrão (ANOVA three-way para medidas repetidas seguida de post-hoc teste de Tukey). IPAQ= Questionário Internacional de Atividade Física; CAM= Caminhada; MOD= Atividade física moderada; VIG= Atividade física vigorosa; FMCA= Formulário de Marcadores do Consumo Alimentar; TRIMP= Impulso de treinamento; TM= Treinamento multicomponente; TC= Treinamento combinado.

*p<0.05 para diferenças intragrupos

@p <0.05 versus TT+TC TM pré

&p <0.05 versus CC TM pré

\$p <0.05 versus TT+TC TM pós

#p <0.05 versus CC TM pós

%p <0.05 versus TT+TC TC pós

Tabela 8. Análises sanguíneas dos grupos TM e TC em relação ao polimorfismo da ACTN3.

	TM				TC			
	TT+TC (n=14)		CC (n=11)		TT+TC (n=26)		CC (n=8)	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
ÁCIDO ÚRICO (mg/dL)	3.8±0.9	3.7±0.8	3.8±0.8	4.1±1.1	3.8±0.9	3.5±0.7	4.6±1.6	4.3±1.6
COLESTEROL (mg/dL)	200.8±36.6	204.8±36.6	195.1±33.6	205.2±31.1	198.1±39	193.8±49.7	221.1±23.5	228.1±22.4
GLICOSE (mg/dL)	95.3±12.7	95.3±10.4	89.9±18.3	91.5±22	94.8±16	92.1±11.7	95.3±9.3	96.1±11.4
HDL-C (mg/dL)	50.8±12.4	52.5±7.1	58.7±14.2	58.7±15	55.4±13.3	54.8±12.2	49.6±9.5	50.8±6.2
TRIGL (mg/dL)	139.2±65.5	132.9±37.7	95.4±57.9	99.8±56.1	114.1±73.7	118.6±69.5	187.9±72.9	154.4±61.7
LDL-C (mg/dL)	137±38	146±40.3	124.6±24.2	134.8±23.4	131.7±43.3	128±53.9	161.6±26.2	167.2±26.5

Os dados são apresentados como média ± desvio padrão (ANOVA three-way para medidas repetidas seguida de post-hoc teste de Tukey). HDL= HDL colesterol; LDL= LDL colesterol; TRIGL= Triglicérides.

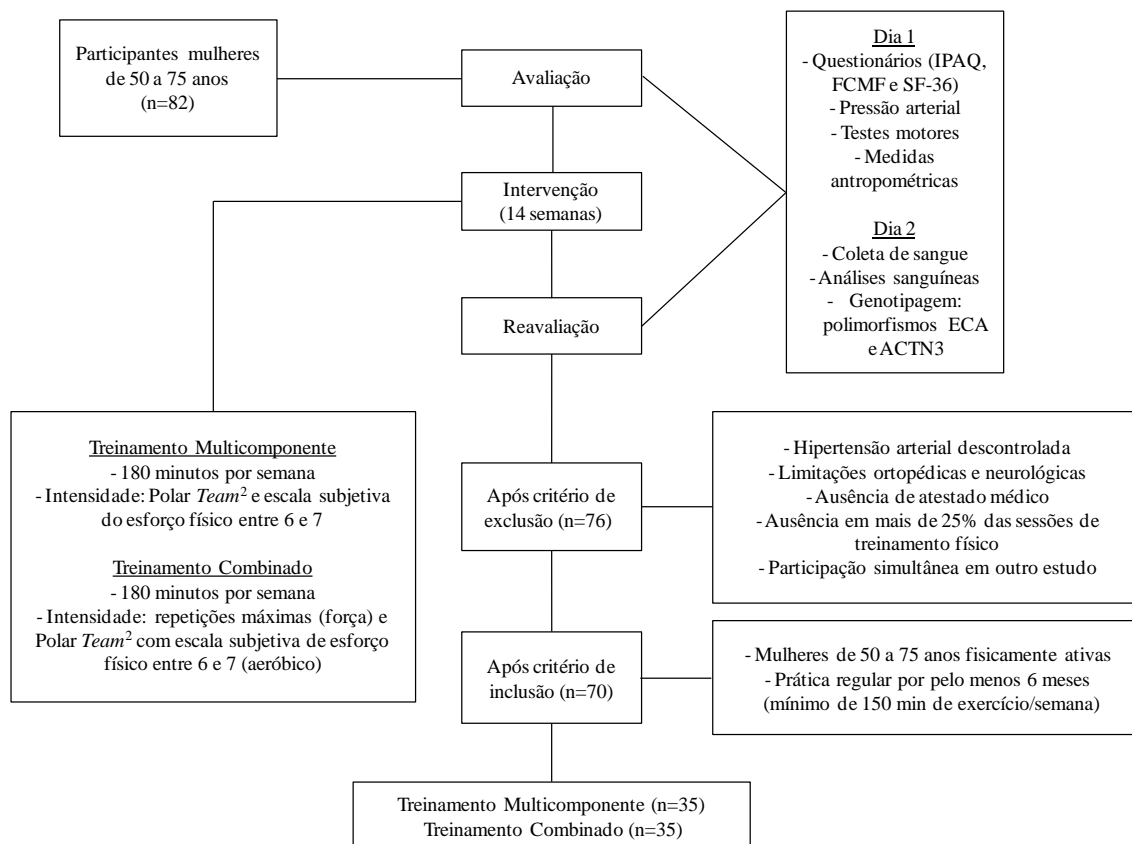


Figura 1- Desenho do estudo e seleção da amostra.

IPAQ= Questionário Internacional de Atividade Física; FMCA= Formulário de Marcadores do Consumo Alimentar; SF36= Questionário de qualidade de vida; ECA= Enzima conversora de angiotensina; ACTN3= alpha-actinina 3.

5.0 Conclusões gerais

Em conclusão, 14 semanas de treinamento combinado foram mais eficientes para melhorar capacidades físicas em mulheres fisicamente ativas com idade entre 50-75 anos do que treinamento multicomponente e também foi encontrada associação dos polimorfismos da ECA e da ACTN3 com parte dos parâmetros de saúde das participantes do estudo.

Referências

- ABDALA, R. A; BARBIERI JUNIOR, W. Padrão de marcha, prevalência de quedas e medo de cair em idosas ativas e sedentárias. **RBME**, v. 23, p. 26-30, 2017.
- ADMINISTRATION ON AGING: a profile of older americans: 2016. Disponível em: <http://www.giaging.org/documents/A_profile_of_older_Americans__2016.pdf>. Acesso: 05.05.2019.
- ANSAI, J. H. et al. Effects of two physical exercise protocols on physical performance related to falls in the oldest old: A randomized controlled trial. **Geriatric Gerontol Int.**, v. 16, p. 429, 2016.
- AVELAR, B. et al. Balance exercises circuit improves muscle strength, balance and functional performance in older women. **Age**, v. 38, p. 1-11, 2016.
- BORBA-PINHEIRO, C. J et al. A prática do exercício física como forma de prevenção. Aspectos biopsicossociais do envelhecimento e a prevenção de quedas. Unoesc, 2017.
- BOUAZIZ, W. et al. Health benefits of multicomponent training programmes in seniors: a systematic review. **Int J Clin Pract**, v. 70, p. 520-536, 2016.
- BUSTAMANTE, N. et al. ACE and ACTN3 genes and muscle phenotypes in nonagenarians . **Int J Sports Med**, v. 31, p. 221– 224, 2010.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Protocolos do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional - SISVAN na assistência à saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.

BRUNONI, L.; SCHUCH, F. B. Treinamento e força diminui os sintomas depressivos e melhora a qualidade de vida relacionada a saúde em idosas. **Rev. Bras. Educ. Fís. Esporte**, v. 29, p. 189-196, 2015.

CADORE, E. L. et al. Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. **Aging Dis.**, v. 5, p. 183-195, 2014.

CARVALHO, J. et al. Multicomponent exercise program improves blood lipid profile and antioxidant capacity in older women. **Arch Gerontol Geriatr**, v. 51, p. 1-5, 2010.

CICONELLI, R. M. et al. Tradução para a língua portuguesa e validação do questionário genérico de avaliação de qualidade de vida SF-36 (Brasil SF-36). **Rev Bras Reumatol**, v. 39, n. 3, p. 143-150, 1999.

COFFEY, V. G; HAWLEY, J. A The molecular bases of training adaptation. **Sports Med.**, v. 37, p. 737-763, 2007.

CRUZ, I. S. et al. Acute effects of concurrent training on serum leptina and cortisol in overweighted young adults. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 18 p. 81-86, 2012.

DANTAS, E. H. M.; SANTOS, C. A. S. **Aspectos biopsicossociais do envelhecimento e a prevenção de quedas na terceira idade**. Unoesc, 2017.

DE REZENDE, L. et al. Sedentary behavior and health outcomes among older adults: a systematic review. **BMC Public Health**, v. 14, p. 333, 2014.

DOGRA, S.; STATHOKOSTAS, L. Sedentary behavior and physical activity are independent predictors of successful aging in middle-aged and older adults. **J. Aging Res.**, p. 1-8, 2012.

DOS REIS CALDAS, L. R. et al. Dezesesseis semanas de treinamento físico multicomponente melhoram a resistência muscular, agilidade e equilíbrio dinâmico em idosas. **RBCE**, v. 41, p. 150-156, 2019.

FECHINE, B. R. A.; TROMPIERI N. O processo de envelhecimento: as principais alterações que acontecem com o idoso com o passar dos anos. **Inter. Sci. Place**, v. 20, 2012.

FORTE, R. et al. Enhancing cognitive functioning in the elderly: multicomponent vs resistance training. **Clinic. Interv. Aging**, v. 8, p. 19, 2013.

FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 30, p. 1164-1168, 1998.

GARATACHEA, N.; LUCÍA, A. Genes and the ageing muscle: a review on genetic association studies. **Age**, v. 35, p. 207-233, 2013.

GARATACHEA, N. et al. Single and combined influence of ACE and ACTN3 genotypes on muscle phenotypes in octogenarians. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 112, p. 2409-2420, 2012.

GARDNER, B. et al. Sociodemographic, behavioural and health factors associated with changes in older adults' TV viewing over 2 years. **IJBNPA**, 2014.

GUEDES, J. M. et al. Efeitos do treinamento combinado sobre a força, resistência e potência aeróbica em idosos. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 22, p. 480-484, 2016.

GUDLAUGSSON, J. et al. The effects of 6 months' multimodal training of functional performance, strength, endurance, and body mass index of older individuals. Are the benefits of training similar among women and men? **Laeknabladid**, v. 99, p. 331-337, 2013.

GUTH, L. M.; ROTH, S. M. Genetic influence on athletic performance. **Curr. Opin. Pediatr.**, v. 25, p. 653-658, 2013.

HALLAL, P. C.; VICTORA, C. G. Reliability and validity of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 36, p. 556, 2004.

HARVEY, J.; CHASTIN, S.; SKELTON, D. How sedentary are older people? A systematic review of the amount of sedentary behavior. **J. Aging Phys Act**, v.23, p. 471-487, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2014/12/expectativade-vida-dos-brasileiros-sobe-para-749-anos-diz-ibge.html>>. Acesso: 03.09.2017

ISSA, J. P. Aging and epigenetic drift: a vicious cycle. **J. Clinic. Investigation**, v. 124, p. 24, 2014.

KATZMARZYK, P. et al. Sitting time and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer. **MSSE**, v.41, p. 998–1005, 2009.

LOPES, M. A. et al. Envelhecendo na percepção das pessoas longevas ativas e inativas fisicamente. **Est. Interd. Env.**, v. 19, p. 141-153, 2014.

MACARTHUR, D. G.; NORTH, K. N. The actn3 gene and human performance. In: Bouchard C, Hoffman E. **Genetic. Mol. Aspects. Sport. Performance**, p. 204-214; 2011.

MALACHIAS, M. V. B. 7th Brazilian Guideline of Arterial Hypertension. **Arq. Bras. Cardiol.**, v. 107, p. 1-83, 2016.

MCCAULEY, T.; MASTANA, S. S.; FOLLAND, J. P. ACE I/D and ACTN3 R/X polymorphisms and muscle function and muscularity of older Caucasian men. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 109, p. 269-277, 2010.

MORAES, V. N. et al. Influence of genetic variations in physical fitness. **ISBS-Conf. Proceed. Arch.**, 2015.

MORAES, V. N. et al. Association of ACE ID and ACTN3 C> T genetic polymorphisms with response to a multicomponent training program in physical performance in women from 50 to 70 years. **Sci. Sport**, v. 33, n. 5, p. 282-290, 2018.

MYERSON, S. et al. Human angiotensin I-converting enzyme gene and endurance performance. **J. Appl. Physiol.**, v. 87, p. 1313-1316, 1999.

NELSON, M. E.; REJESKI, W. J.; BLAIR, S. N. et al. Physical activity and publichealth in older adults: Recommendation from the American Col-lege of Sports Medicine and the American Heart Association. **Med. Sci. Sports. Exerc.**, v. 116, p. 1094-1105, 2007.

NEMATOLLAHI, A. et al. Improving balance in older people: a double-blind randomized clinical trial of three modes of balance training. **J. Aging. Phys. Act.**, 2015.

NEVES, et al. The effect of different training modalities on physical fitness in women over 50 years of age. **Motriz: Rev. Educ. Fis.** v. 22, 2016.

NÓBREGA, A. C. L. et al. Posicionamento Oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia: atividade física e saúde no idoso. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 5, 1999.

NOGUEIRA, A. C. O treinamento multicomponente é efetivo na melhora da aptidão funcional e na qualidade de vida em idosas ativas. **Congresso Internacional de Atividade Física, Nutrição e Saúde**. v. 1, n. 1, 2017.

OSNESS, W. H.; ADRIAN, M.; CLARK, B. **Functional fitness assessment for adults over 60 years**. Reston: American Alliance for Health, Physc Education, and Dance, 1990.

PASQUA, L. A. et al. ACTN3 e desempenho esportivo: um gene candidato ao sucesso em provas de curta e longa duração. **Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho. Hum.**, v. 13, p. 477-483, 2011.

PEREIRA, E. F.; TEIXEIRA, C. S.; SANTOS, A. Qualidade de vida: abordagens, conceitos e avaliação. **Rev. Bras. Educ. Fís. Esporte**, v. 26, p. 241-250, 2012.

PEREIRA, A. et al. Effects of high-speed power training on functional capacity and muscle performance in older women. **Exp. Gerontol.**, v. 47, p. 250-255, 2012.

PEREIRA, A. Investigação nas ciências do desporto: envelhecimento e biologia molecular. **Entre a teoria, os dados e o conhecimento (II): olhares para uma realidade**. p. 39-45, 2014.

PEREIRA, A. et al. ACE I/D and ACTN3 R/X polymorphisms as potential factors in modulating exercise-related phenotypes in older women in response to a muscle power training stimuli. **Age**, v. 35, p. 1949-1959, 2013.

PUTHUCHEARY, Z. et al. The ACE gene and human performance: 12 years on. **Sports Med.**, v. 41, p. 433-448, 2011.

RATTAN, S. I. S. Aging is not a disease: implications for interventions. **Aging Dis.**, v. 5, p. 196-202, 2014.

RIKLI, R. E.; JONES, C. J. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. **J. Aging Physic. Act.**, v. 7, p. 129-181, 1999.

ROCHA, C. A. Q. C. et al. Efeitos de 20 semanas de treinamento combinado na capacidade funcional de idosos. **RBCE**, v. 39, p. 442-449, 2017.

ROCHA, C. A. Q. C. et al. Efeitos de um programa de treinamento concorrente sobre a autonomia funcional em idosas pós-menopáusicas. **R. Bras. Ci. Mov.**, v. 23, p. 122-134, 2015.

ROCHA, M. C. et al. Treinamento físico combinado melhorou o perfil lipídico e reduziu a pressão arterial de idosas com doenças crônicas não transmissíveis. **Corp. Consc.**, v. 20, n. 1, p. 38-45, 2016.

RODRIGUEZ-ROMO, G.; RUIZ, J. R.; SANTIAGO, C. Does the ACE I/D polymorphism, alone or in combination with the ACTN3 R577X polymorphism, influence muscle power phenotypes in young, non-athletic adults? **Eur. Journ. Applied Physiol.**, v. 110, p. 1099-1106, 2010.

ROSSI, F. E. et al. Effects of concurrent training on body composition and resting metabolic rate in postmenopausal women. **RPCD**, v. 13, p. 12-22, 2013.

ROSSI, F. E. et al. Effect of combined aerobic and resistance training in body composition of obese postmenopausal women. **Motriz Rev. Educ. Fís.**, v. 21, p. 61-67, 2015.

SANTOS, C. A. S. et al. Correlation of physical aptitude; functional capacity, corporal balance and quality of life (QoL) among elderly women submitted to a post-menopausal physical activities program. **Arch. Gerontol. Geriatr.**, v. 53, p. 344-349, 2011.

SARPESHKAR, V.; BENTLEY, D. J. Adrenergic-b2 receptor polymorphism and athletic performance. **Joun. Hum. Genetic.**, v. 55, p. 479-485, 2010.

SEDENTARY Behaviour Research Network: standardized use of the terms “sedentary” and “sedentary behaviours.” **Appl. Physiol. Nutr. Metabolism**, v. 37, p. 540-542, 2012.

SILVA, W. L.; BORBA-PINHEIRO, C. J. Efeito de um programa linear de treinamento resistido sobre a autonomia funcional, a flexibilidade, a força e a qualidade de vida de mulheres em idade avançada. **Rev. Bras. Qual. Vida**, v. 7, p. 75-88, 2015.

SOUZA, A. **Depleção Muscular e Restrição de Mobilidade em Idosos Residentes em Instituições de Longa Permanência**, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, p. 40, 2017.

STAMATAKIS, E. et al.. Associations between multiple indicators of objectively-measured and self-reported sedentary behaviour and cardiometabolic risk in older adults. **Prev. Med.**, v. 54, p. 82–87, 2012.

TRAPÉ, A. A. et al. Effect of Multicomponent Training on Blood Pressure, Nitric Oxide, Redox Status, and Physical Fitness in Older Adult Women: Influence of Endothelial Nitric Oxide Synthase (NOS3) Haplotypes. **Oxid. Med. Cell Longev**, 2017.

TRITSCHLER, K. **Medida de avaliação em educação física e esportes**. Barueri: Manole, 2003.

UNITED NATIONS. **World population prospects: key findings and advance tables**. The revision, 2017.

UNITED NATIONS. **World Population Ageing**, 2015.

UNITED NATIONS. **The World's women 2010**. Trends and statistics. New York: United Nations; 2010.

VAGETTI, G. C.; BARBOSA FILHO, V. C. Association between physical activity and quality of life in the elderly: a systematic review, 2000-2012. **RBP**, v. 36, p. 76-88, 2014.

VILLAREAL, D. T. et al. Regular multicomponent Exercise increases physical fitness and muscle protein anabolism in frail, obese, older adults. **Obesity**, v. 19, p. 312–318, 2011.

WARE, J. E.; SHERBOURNE, C. D. The MOS 36-item short health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. **Medical Care**, v. 30, n. 6, p. 473-483, 1992.

WARNICK, G. R. et. Estimating low density lipoprotein cholesterol by the Friedewald equation is an adequate for classifying patients on the basis of nationally recommended cutpoints. **Clinic. Chemistry**, v. 36, n. 1, p. 15-29, 1990.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global status report on noncommunicable diseases 2010**. Geneva: WHO, 2011.

WOODS, D. et al. Elite swimmers and the D allele of the ACE I/D polymorphism. **Hum. Genet.**, v. 108, p. 230-232, 2001.

YANG, N. et al. ACTN3 genotype is associated with human elite athletic performance. **Am. J. Hum. Genet.**, v. 73, p. 627-631, 2003.

ZHUANG, J. et al. The effectiveness of a combined exercise intervention on physical fitness factors related to falls in community-dwelling older adults. **Clin. Interv. Aging**, v. 9, p. 131-140, 2014.