

TREINAMENTO MULTICOMPONENTE MELHORA A APTIDÃO FUNCIONAL E CONTROLE GLICÊMICO DE IDOSOS COM DIABETES TIPO 2

MULTICOMPONENT TRAINING IMPROVE FUNCTIONAL FITNESS AND GLYCEMIC CONTROL OF OLDER ADULTS WITH TYPE 2 DIABETES

Alessandro Domingues Heubel¹, Camila Gimenes¹, Terezinha Sasaki Marques¹, Eduardo Aguilar Arca¹, Bruno Martinelli¹ e Silvia Regina Barrile¹

¹Universidade Sagrado Coração, Bauru-SP, Brasil.

RESUMO

A diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2) é uma doença prevalente em idosos e está associada à incapacidade funcional e anormalidades do metabolismo glicêmico. O treinamento multicomponente, composto por exercícios de força, equilíbrio, coordenação, marcha, agilidade e propriocepção, é recomendado para melhorar a função física de idosos, porém seus efeitos no tratamento da DM2 não estão claros. Objetivou-se investigar o efeito de um protocolo de treinamento multicomponente na aptidão funcional e parâmetros glicêmicos de idosos com DM2. Foram incluídos 13 idosos com DM2 e idade de 68 ± 6 anos. Antes e após o período de intervenção foram realizados os seguintes testes: *chair stand*, *arm curl*, sentar e alcançar, teste de caminhada de seis minutos (TC6M), glicemia de jejum e hemoglobina glicada (HbA1C). O programa de treinamento foi realizado por 16 semanas, três vezes/semana, em dias não consecutivos. Cada sessão consistiu de 10 minutos de aquecimento, 50 minutos de exercícios multicomponentes (coordenação, força muscular, flexibilidade, equilíbrio e agilidade) e 10 minutos de alongamento e relaxamento. Para a análise estatística foi utilizado o teste t pareado e teste de Wilcoxon ($p < 0,05$). O treinamento induziu melhora nos testes *arm curl* ($p = 0,001$), sentar e alcançar ($p = 0,004$), TC6M ($p = 0,009$) e HbA1C ($p = 0,01$). Conclui-se que o protocolo de treinamento multicomponente promoveu melhora da aptidão funcional e do controle glicêmico em idosos com DM2. Entretanto, a glicemia de jejum e a força muscular de membros inferiores permaneceram inalteradas.

Palavras-chave: Diabetes mellitus tipo 2. Idoso. Exercício físico. Aptidão física. Glicemia.

ABSTRACT

Type 2 diabetes (T2D) is a prevalent disease in older adults and it is associated with functional impairment and abnormalities of glucose metabolism. Multicomponent training, which consists of strength, balance, coordination, gait, agility and proprioception exercises, is recommended to improve physical function of elderly, but its effects in the treatment of T2D are not clear. The main goal was to investigate the effect of a multicomponent training protocol on functional and glycemic parameters in older adults with T2D. 13 older adults (68 ± 6 years) with T2D were included. Before and after the intervention period were performed the following tests: chair stand, arm curl, sit and reach, six-minute walk test (6MWT), fasting blood glucose and glycated hemoglobin (HbA1C). The training program was conducted for 16 weeks, three times a week, on nonconsecutive days. Each session consisted of 10 minutes of warm-up, 50 minutes of multicomponent exercises (coordination, muscular strength, flexibility, balance and agility) and 10 minutes of stretching and relaxation. Statistical analysis was performed using paired t test and Wilcoxon test ($p < 0.05$). Training induced an improvement in arm curl test ($p = 0.001$), sit and reach ($p = 0.004$), 6MWT ($p = 0.009$) and HbA1C ($p = 0.01$). In conclusion the training protocol multicomponent promoted improvement on functional fitness and glycemic control in elderly patients with T2DM. However, fasting blood glucose levels and muscle strength of the lower limbs remained unchanged.

Keywords: Type 2 diabetes mellitus. Elderly. Physical exercise. Physical fitness. Blood glucose.

Introdução

No mundo, o número de idosos com diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2) têm aumentado devido ao envelhecimento populacional e maior expectativa de vida¹. No Brasil, estima-se que mais de 20% da população acima de 65 anos tenha diagnóstico de diabetes, com projeção de aumento dessa prevalência nas décadas subsequentes².

A DM2 é um dos principais causadores de efeitos adversos na saúde de idosos. Além das complicações micro e macrovasculares, o idoso com diabetes está mais susceptível a condições de incapacidade funcional e fragilidade³. Adaptações fisiológicas decorrentes do envelhecimento, como aumento da adiposidade e diminuição da massa muscular, podem ser mais evidentes em idosos com DM2, implicando em maior perda de força muscular e redução da função física⁴.

A resistência insulínica e a hiperglicemia crônica, principais alterações metabólicas da DM2, estão associadas à redução da massa muscular em idosos, ocasionando limitações funcionais e diminuição da mobilidade nesta população⁵. Como resultado, estima-se que até 70% dos idosos com diabetes possuam dificuldades em realizar tarefas cotidianas, como subir e descer escadas, limpar a casa, tomar banho, comer e participar de atividades de lazer⁶.

A prática regular de exercício constitui uma importante estratégia para minimizar os déficits ocasionados pela DM2 em idosos. Além da melhora da aptidão física, o exercício tem sido recomendado no auxílio do controle glicêmico, com aumento da sensibilidade à insulina e melhora da tolerância a glicose^{7,8}. Embora exista consenso sobre os benefícios do exercício na população idosa e no tratamento da DM2, a maioria dos estudos faz referência apenas ao treinamento aeróbio, resistido ou a combinação de ambos.

O treinamento multicomponente (TM) tem sido proposto como alternativa aos programas de treinamento tradicionais⁹. Caracterizado por exercícios de resistência, força, coordenação, agilidade, equilíbrio e flexibilidade, o TM é recomendado pelo *American College of Sports Medicine* (ACSM) com objetivo de melhorar e manter a função física de idosos¹⁰.

Alguns estudos têm demonstrado que, além da melhora na aptidão física, o TM é capaz de promover aumento da massa e potência muscular nesta população^{11,12}. Ademais, outras pesquisas relatam seus benefícios em parâmetros metabólicos e bioquímicos, com aumento da sensibilidade à insulina, melhora do perfil lipídico e capacidade antioxidante¹³⁻¹⁵.

Dessa maneira, considerando que o TM é indicado para idosos, e que este pode ser uma estratégia viável no manejo da DM2, o presente estudo teve como objetivo investigar o efeito de um programa de treinamento multicomponente na aptidão funcional e controle glicêmico de idosos com DM2.

Métodos

Trata-se de um estudo clínico, quasi-experimental, do tipo antes e depois, no qual a amostra foi selecionada por conveniência.

Amostra

A amostra foi composta por 13 voluntários recrutados na Associação dos Diabéticos de Bauru e na Clínica de Fisioterapia da Universidade do Sagrado Coração (USC), Bauru/SP. O cálculo para determinação do tamanho da amostra foi realizado com base em estudo prévio⁹, considerando a distância percorrida no teste de caminhada como variável desfecho, calculada para um poder de estatístico de 80% e erro alfa de 5%. Para participação no estudo, todos os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e todas as etapas foram aprovadas pelo Comitê de Ética em Pesquisa da USC (n.º 817.372).

Os critérios para inclusão no estudo foram: 1) diagnóstico médico de DM2; 2) idade > 60 anos; 3) ambos os sexos; 4) não ter praticado exercício sistematizado há pelo menos três meses; 5) avaliação médica com objetivo de atestar ausência de complicações que contraindicassem a prática de exercícios.

Avaliações

Antes e após o período de intervenção, além dos testes funcionais e glicêmicos, os pacientes foram submetidos à avaliação clínica e antropométrica.

Na avaliação clínica foi realizada anamnese, com a coleta de dados pessoais e informações referentes aos hábitos de vida (dieta e medicamentos). A medida da pressão arterial foi realizada conforme as VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão¹⁶, utilizando estetoscópio e esfigmomanômetro (Accumed[®], Brasil).

Na avaliação antropométrica, a massa corporal e estatura foram mensuradas em balança antropométrica digital (Filizola[®], Brasil). O cálculo do IMC foi realizado pela fórmula $IMC = \text{massa corporal} / \text{estatura}^2$. A circunferência abdominal foi verificada com auxílio de trena antropométrica (Cescorf[®], Brasil), no nível da cicatriz umbilical¹⁷.

Para avaliação da aptidão funcional foram considerados os seguintes componentes: flexibilidade, força muscular e capacidade cardiorrespiratória.

A flexibilidade dos músculos isquiotibiais e lombares foi avaliada por meio do teste de sentar e alcançar¹⁸. O teste foi executado na posição sentada, joelhos estendidos, membros inferiores levemente afastados e plantas dos pés apoiadas em banco confeccionado especificamente para esta finalidade. Nesta posição, o paciente realizou a flexão de tronco, com braços estendidos à frente, a fim de alcançar o mais longe possível. Como resultado final, foi considerada a maior medida dentre as três tentativas realizadas.

A força muscular de membros superiores e inferiores, respectivamente, foram avaliadas pelos testes *arm curl* e *chair stand*¹⁹. O teste *arm curl* foi realizado na posição sentada e consistiu na execução de flexões de cotovelo o maior número de vezes, por 30 segundos, empunhando um halter de 2,27 kg (mulheres) ou 3,63 kg (homens). O teste *chair stand* consistiu na realização de movimentos de sentar e levantar da cadeira, o maior número de vezes, completando um tempo de 30 segundos. Ao final de cada teste, o número total de repetições foi registrado.

A capacidade cardiorrespiratória foi avaliada pelo teste de caminhada de 6 minutos (TC6M)²⁰. Para a execução do teste, os pacientes foram orientados a caminhar a maior distância possível em um corredor de 30 metros, delimitado por cones. Ao final do teste, a distância total percorrida foi registrada.

A avaliação glicêmica foi realizada após jejum de 8 horas, no Laboratório de Análises Clínicas – Fundação Veritas. Para análise da glicose foi utilizado o método colorimétrico enzimático²¹ Architect Ci8200SR (Abbott Park, Illinois, USA), em soro ou plasma. A hemoglobina glicada A1C (HbA1C) foi obtida pelo método de imunoturbidimetria²² (Siemens ADVIA 2400 Chemistry System).

Treinamento multicomponente

O programa de treinamento multicomponente foi elaborado baseado nas recomendações do ACSM¹⁰ e em outros estudos que utilizaram o mesmo tipo de treinamento em idosos^{9,11-14}. Assim, o programa foi realizado três vezes por semana, em dias não consecutivos, com duração de 16 semanas. Cada sessão de treinamento foi constituída de três etapas:

- 1) Aquecimento: consistiu na realização de 10 minutos de exercícios preparatórios, os quais incluíram rotações articulares (pescoço, ombros, quadris, joelhos e tornozelos), flexão plantar em ortostatismo, marcha estacionária e caminhada leve.

- 2) Treinamento multicomponente (Tabela 1): foram realizados de seis a nove exercícios, em forma de circuito. Cada sessão de treinamento foi estruturada em três diferentes sequências (Treino A, B e C), as quais eram executadas a cada dia da semana e repetidas a cada semana. O treinamento teve duração de 50 minutos, dividido em cinco

componentes: coordenação, fortalecimento do complexo lombo-pélvico, flexibilidade, equilíbrio, agilidade e força muscular. Inicialmente, o tempo de pausa entre as séries e repetições foi de 50 a 70 segundos.

3) Alongamento: foram realizados 10 minutos de alongamento das principais cadeias musculares anteriores e posteriores de tronco, membros superiores e inferiores.

A progressão das cargas de treinamento foi realizada em três momentos, de acordo com os princípios de sobrecarga e interdependência volume-intensidade (Tabela 2). O aumento das cargas foi adaptado para cada tipo de exercício, utilizando halteres e caneleiras.

Tabela 1. Protocolo de treinamento multicomponente

	Componente	Descrição do exercício	Nº séries X repetições
TREINO A	Coordenação	Deslocamentos laterais (\pm 10 metros) intercalando os pés, com trajetória de “oito” em volta de obstáculos.	3 x 4
	Fortalecimento lombo-pélvico	1. Abdominais com os pés sobre bola suíça; 2. Decúbito ventral, extensão de tronco no solo com a bola suíça entre as pernas.	3 x 10
	Flexibilidade	Caminhada (\pm 12 metros) com quadril realizando flexão de 90° e joelho em extensão; braços em movimento oposto.	3 x 2
	Equilíbrio	Em apoio unipodal, associado à: 1. Extensão de quadril com joelho em extensão. 2. Flexão de quadril com joelho em flexão.	3 x 10
	Agilidade	Arremesso lateral de bola para outro integrante, com rotação de tronco; após cada jogada, realizar giro (180°) do corpo.	3 x 15
	Força muscular	Agachamentos laterais associados à: 1. Flexão de cotovelo empunhando halteres; 2. Abdução de ombro empunhando halteres.	3 x 12
TREINO B	Coordenação	Seis marcas localizadas na parede em diferentes alturas (duas altas, duas médias e duas baixas); tocar cada uma destas, sucessivamente, cruzando os braços e empunhando halteres.	3 x 6
	Fortalecimento lombo-pélvico	Prancha: em decúbito ventral, manter apoio em antebraços e antepé.	4 x 12
	Flexibilidade	Sentar na cadeira; pegar o objeto no solo à frente; levantar; ir até a cadeira à frente sentar e devolver o objeto ao solo.	2 x 15
	Equilíbrio	Subir e descer a escada (dois degraus), de frente e de costas, alternando pernas.	3 x 12
	Agilidade	Deslocamentos anteroposteriores (“pequena corrida”), em trajeto de 10 metros.	3 x 10
	Força muscular	Agachamentos com auxílio da bola suíça para apoio lombar.	3 x 20
TREINO C	Coordenação	Em duplas, jogar bola suíça pingando no chão; em seguida, trocam de lugar.	3 x 12
	Fortalecimento lombo-pélvico	Em duplas, abdominal no solo de frente para o outro jogando a bola suíça ao final da fase concêntrica.	3 x 10
	Flexibilidade	Sentado na cadeira, uma perna flexionada e a outra estendida na diagonal; com braços juntos a frente, realizar rotação de tronco seguida de flexão em direção à perna estendida.	2 x 15
	Equilíbrio	Em apoio unipodal: pressionar isometricamente a bola de borracha posicionada na fossa poplíteia.	3 x 15 (seg.)
	Agilidade	Agachamento afundo associado ao movimento de “soco no ar” com o membro superior contralateral.	3 x 12
	Força muscular	1. Flexão na parede. 2. Exercício de crucifixo com halteres.	3 x 10

Fonte: Os autores

Tabela 2. Progressão das cargas de treinamento

Variáveis	Semanas				
	1 ^a -4 ^a	5 ^a -8 ^a	9 ^a -12 ^a	13 ^a -16 ^a	
Volume	Tempo de treinamento	-	↑ (+ 10 min.)	-	↑↑ (+ 10 min.)
	Nº de séries e repetições	-	↑ (+1 série e +5 repetições)	-	↑↑ (+1 série e +5 repetições)
Intensidade	Tempo de pausa	-	-	↓ (40-60 s)	-
	Carga	-	-	↑	-

Legenda: ↑: aumento; ↓: diminuição

Fonte: Os autores

Análise estatística

Os dados foram analisados por meio do *Statistical Package for the Social Sciences* 20.0 (IBM[®], USA). A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. As variáveis normais e não normais foram expressas em média (\pm desvio-padrão) e mediana [intervalo interquartilico 25-75%], respectivamente. A comparação entre momentos foi realizada pelo teste t pareado e Wilcoxon ($p < 0,05$).

Resultados

A Tabela 3 evidencia as características da amostra no momento inicial, com dados demográficos, antropométricos e clínicos gerais dos idosos. Quanto aos hábitos de vida, ressalta-se que os participantes não realizavam acompanhamento nutricional no início do experimento, assim como não tiveram seus hábitos alimentares e medicamentos modificados até o final do treinamento.

Tabela 3. Características iniciais e medicamentos utilizados

Características	
Sexo (homens/mulheres)	7/6
Idade (anos)	67,7 \pm 6,4
Tempo de diagnóstico (anos)	17,7 \pm 8,6
IMC (kg/m ²)	31,0 \pm 5,9
CA (cm)	106,7 \pm 12,0
PAS (mmHg)	125,1 \pm 7,3
PAD (mmHg)	72,2 \pm 6,1
Medicamentos	
Sulfoniluréia	3
Biguanida	11
Gliptina	4
Insulina	4

Legenda: Dados expressos em média \pm desvio-padrão ou número absoluto de pacientes. IMC: índice de massa corporal; CA: circunferência abdominal; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica.

Fonte: Os autores

Na Tabela 4 são expressos os resultados das avaliações funcionais e glicêmica pré e pós-treinamento. Nas avaliações funcionais, com exceção do *chair stand*, foi observada melhora significativa em todos os testes realizados. Os resultados das avaliações glicêmicas mostraram diminuição significativa da HbA1C, sem alteração da glicemia de jejum

Tabela 4. Testes funcionais e parâmetros glicêmicos nos momentos pré e pós-treinamento

Variáveis	Pré	Pós	p
Testes funcionais			
Sentar e alcançar (cm)	11,4 ± 8,7	14,5 ± 9,8*	0,004
<i>Arm curl</i> (repetições)	16,6 ± 3,4	19,4 ± 4,2*	0,001
<i>Chair stand</i> (repetições)	12,8 ± 2,8	13,7 ± 2,8	0,080
TC6M (m)	480 [401-533]	511 [478-562]*	0,009
Parâmetros glicêmicos			
Glicemia de jejum (mg/dL)	126,3 [109,7-152,3]	126,4 [111,7-137,3]	0,576
HbA1C (%)	7,2 ± 1,1	6,9 ± 0,9*	0,010

Legenda: TC6M: teste de caminhada de 6 minutos; HbA1C: hemoglobina glicada. * $p < 0,05$.

Fonte: Os autores

Discussão

Os resultados obtidos no presente estudo mostraram que 16 semanas de TM contribuíram para melhora nos parâmetros flexibilidade, força muscular de membros superiores e capacidade cardiorrespiratória em idosos com DM2. Não foi verificada alteração no teste *chair stand*, sugerindo a manutenção da força muscular de membros inferiores. Na avaliação glicêmica, embora não se tenha observado alteração da glicemia de jejum, verificou-se diminuição da HbA1C.

Os achados reforçam a recomendação do ACSM¹⁰ em prescrever o TM para idosos, tendo como objetivo a manutenção ou melhora da função física. No entanto, apesar de diversos estudos demonstrarem os benefícios do TM¹¹⁻¹⁴, observa-se a falta de padronização no que diz respeito aos tipos de exercícios, volume, intensidade e progressão das cargas.

No protocolo proposto neste estudo, além de exercícios de força e flexibilidade, optou-se por enfatizar capacidades físicas como agilidade, equilíbrio e coordenação, que na maioria das vezes são negligenciadas em programas de treinamento para adultos, porém são consideradas fundamentais em programas de exercícios para idosos. Comprovando a importância da introdução destes tipos de capacidades, Vaughan et al.¹² constataram melhora da função física de idosos após 16 semanas de treinamento multimodal, envolvendo exercícios de força, resistência, equilíbrio, agilidade, coordenação e flexibilidade.

Em relação ao teste de sentar e alcançar, foi observada melhora da flexibilidade após o protocolo de TM. Semelhantemente, em estudo realizado por Carvalho et al.¹¹, foi verificada melhora da flexibilidade no teste de sentar e alcançar após oito semanas de TM envolvendo exercícios aeróbios, de resistência, agilidade, equilíbrio e flexibilidade. Em indivíduos com DM2, o ganho de flexibilidade deve ser considerado um dado relevante, uma vez que a doença pode levar a diminuição da amplitude de movimentos devido à glicosilação do colágeno nas articulações²³.

No TC6M, foi constatado aumento na distância total percorrida, sugerindo melhora da capacidade funcional e capacidade cardiorrespiratória após o protocolo de TM proposto. Corroborando nossos resultados, Carvalho et al.¹⁴ verificaram aumento significativo da distância percorrida no TC6M em idosos após 8 meses de programa de TM, envolvendo exercícios aeróbios, de fortalecimento, equilíbrio e flexibilidade. Em contrapartida, Marques et al.²⁴ estudaram os efeitos do TM e não encontraram melhora no TC6M após 8 meses, com realização de exercícios aeróbios, *endurance*, força, agilidade, equilíbrio e flexibilidade. Possivelmente, essas divergências ocorreram devido à diferença no volume dos treinamentos, uma vez que ambos foram realizados três e duas vezes por semana, respectivamente.

No teste *arm curl* foi verificado aumento na força funcional de membros superiores, o que também foi constatado em outros estudos com idosos^{11,25}. Por outro lado, no teste *chair*

stand, não foi observado melhora significativa. Tal fenômeno pode estar relacionado com o fato de que idosos com DM2 apresentam maior declínio na massa e força muscular de membros inferiores⁴, o que pode ser resultante do desenvolvimento de algum grau de neuropatia^{26,27}. Talvez, com maior carga e quantidade de exercícios para membros inferiores, ou maior tempo de treinamento, o aumento de força poderia ter sido observado.

Quanto aos resultados glicêmicos, observou-se diminuição significativa da HbA1C, sem alteração da glicemia de jejum. A glicemia de jejum representa o saldo atual e instantâneo da glicose sanguínea no momento exato em que foi realizada, enquanto que a HbA1C avalia o controle glicêmico a longo prazo, refletindo a glicemia pregressa dos últimos quatro meses (50% referente ao mês precedente ao teste, 25% ao mês anterior e os outros 25% ao terceiro ou quarto mês)²⁸.

Embora ambos os testes possam ser utilizados para avaliar o controle glicêmico, a medida de glicemia de jejum independente é considerada insuficiente para monitoramento do controle glicêmico²⁸, pois pode subestimar os valores de glicemia média e HbA1C²⁹. Além disso, apesar da glicemia de jejum ter sido coletada e analisada por métodos padronizados e validados, a mesma pode ser influenciada por diversos fatores, incluindo o nível de estresse³⁰, o que não foi mensurado no presente estudo. Por isso, o teste de HbA1C, o qual representa a média glicêmica dos últimos três ou quatro meses, tem sido utilizado como padrão-ouro no monitoramento do controle glicêmico de indivíduos com diabetes²⁸.

A diminuição da HbA1C pode estar associada aos efeitos crônicos do exercício. Tais efeitos são obtidos por meio da melhora da capacidade de resposta do músculo esquelético à insulina, com aumento da expressão e/ou atividade de proteínas envolvidas no metabolismo de glicose e sinalização da insulina^{31,32}.

No presente estudo, apesar da melhora no controle glicêmico, deve-se ter cautela ao recomendar este tipo de treinamento para tal finalidade e em alternativa aos treinamentos aeróbico e resistido. Em metanálise realizada por Umpierre³³, por exemplo, observou-se que treinamentos aeróbicos e resistidos, respectivamente, podem levar a reduções de até 0,73% e 0,57% na HbA1C. Considerando este referencial, o protocolo de TM proposto parece ter surtido menos efeito na HbA1C, tendo em vista que a redução foi de 0,33%.

Como ponto forte deste estudo, destacamos os efeitos benéficos do TM em diversas capacidades físicas, como força muscular, flexibilidade e aptidão cardiorrespiratória, as quais são essenciais à população idosa, com influência direta sobre o desempenho nas atividades de vida diária e qualidade de vida. Ademais, considerando que a população estudada foi de idosos com DM2, que são mais susceptíveis a incapacidades físicas⁴⁻⁶, os resultados positivos deste estudo suportam a importância do TM no manejo e prevenção de déficits funcionais nessa população. Apesar disso, como todo programa de exercício físico aplicado à idosos, a implementação do TM deve ser acompanhada de estratégias que visem desconstruir as diversas barreiras que contribuem para não aderência dos participantes³⁴.

Finalmente, embora tenham sido observados achados importantes em nosso estudo, algumas limitações devem ser mencionadas. A primeira diz respeito à ausência de um grupo controle, o que inviabiliza a comparação entre grupos e impede a inferência direta do efeito do TM. Secundariamente, consideramos como limitação a dificuldade na comparação com outros estudos envolvendo o TM, os quais utilizaram diferentes variações quanto aos tipos de exercícios, volume e intensidade de treinamento. Por fim, outra limitação observada foi em relação à determinação da intensidade inicial dos exercícios, uma vez que a literatura não dispõe de métodos específicos para quantificar e prescrever as cargas para o treinamento neuromotor (agilidade, coordenação e equilíbrio)¹⁰. Assim, o ajuste de cargas iniciais destes exercícios foi realizado com base na percepção de cada indivíduo, o que pode ter subestimado a intensidade ideal de treinamento.

Conclusão

O protocolo de TM proporciona melhora da aptidão funcional e controle glicêmico em idosos com DM2. No entanto, o mesmo não se mostra eficiente para ganhos de força de membros inferiores nessa população. Ainda assim, sugerimos o protocolo proposto como uma alternativa aos treinamentos convencionais, objetivando exclusivamente a melhora da função física em idosos com DM2. Ainda que o TM tenha contribuído para melhora do controle glicêmico, outros ensaios clínicos devem ser realizados, sobretudo para se confirmar a magnitude do efeito sobre a HbA1C.

Referências

1. Kim KS, Kim SK, Sung KM, Cho YW, Park SW. Management of type 2 diabetes mellitus in older adults. *Diabetes Metab J*. 2012; 36 (5): 336-44. DOI: 10.4093/dmj.2012.36.5.336
2. de Almeida-Pititto B, Dias ML, de Moraes AC, Ferreira SR, Franco DR, Eliaschewitz FG. Type 2 diabetes in Brazil: epidemiology and management. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2015; 8: 17-28. DOI: 10.2147/DMSO.S72542
3. Sinclair A, Morley JE, Rodriguez-Mañas L, Paolisso G, Bayer T, Zeyfang A, et al. Diabetes mellitus in older people: position statement on behalf of the International Association of Gerontology and Geriatrics (IAGG), the European Diabetes Working Party for Older People (EDWPOP), and the International Task Force of Experts in Diabetes. *JAMDA*. 2012; 13 (6): 497-502. DOI: 10.1016/j.jamda.2012.04.012
4. Leenders M, Verdijk LB, van der Hoeven L, Adam JJ, van Kranenburg J, Nilwik R, et al. Patients with type 2 diabetes show a greater decline in muscle mass, muscle strength, and functional capacity with aging. *J Am Med Dir Assoc*. 2013; 14 (8): 585-92. DOI: 10.1016/j.jamda.2013.02.006
5. Kalyani RR, Corriere M, Ferrucci L. Age-related and disease-related muscle loss: the effect of diabetes, obesity, and other diseases. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2014; 2 (10): 819-29. DOI: 10.1016/S2213-8587(14)70034-8
6. Kalyani RR, Saudek CD, Brancati FL, Selvin E. Association of diabetes, comorbidities, and A1C with functional disability in older adults: results from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), 1999-2006. *Diabetes Care*. 2010; 33 (5): 1055-60. DOI: 10.2337/dc09-1597
7. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, et al. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement executive summary. *Diabetes Care*. 2010; 33 (12): 2692-6. DOI: 10.2337/dc10-1548
8. Barrile SR, Coneglian CB, Gimenes C, Conti MHS, Arca EA, Rosa-Junior G, et al. Efeito agudo do exercício aeróbico na glicemia em diabéticos 2 sob medicação. *Rev Bras Med Esporte*. 2015; 21 (5): 360-3. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1517-869220152105117818>
9. Barrile SR, Valderramas CGM, Nunes AJ, Heubel AD, Arca EA, Iwamoto HCT, et al. Effects of multicomponent training on pulmonary function, functional capacity and quality of life in older adults with type 2 diabetes. *Sport Sci Health*. 2017; 13 (1): 39-46. DOI: 10.1007/s11332-016-0316-7
10. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011; 43 (7): 1334-59. DOI: 10.1249/MSS.0b013e318213febf
11. Carvalho MJ, Marques E, Mota J. Training and detraining effects on functional fitness after a multicomponent training in older women. *Gerontology*. 2009; 55 (1): 41-8. DOI: 10.1159/000140681
12. Vaughan S, Wallis M, Polit D, Steele M, Shum D, Morris N. The effects of multimodal exercise on cognitive and physical functioning and brain-derived neurotrophic factor in older women: a randomized controlled trial. *Age Ageing*. 2014; 43 (5): 623-9. DOI: 10.1093/ageing/afu010
13. Ratel S, Gryson C, Rance M, Penando S, Bonhomme C, Le Ruyet P, et al. Detraining-induced alterations in metabolic and fitness markers after a multicomponent exercise-training program in older men. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2012; 37 (1): 72-9. DOI: 10.1139/h11-130
14. Carvalho J, Marques E, Ascensão A, Magalhães J, Marques F, Mota J. Multicomponent exercise program improves blood lipid profile and antioxidant capacity in older women. *Arch Gerontol Geriatr*. 2010; 51 (1): 1-5. DOI: 10.1016/j.archger.2009.05.020
15. Marques E, Carvalho J, Soares JMC, Marques F, Mota J. Effects of resistance and multicomponent exercise on lipid profiles of older women. *Maturitas*. 2009; 69 (1): 84-8. DOI: 10.1016/j.maturitas.2009.03.003

16. Sociedade Brasileira de Cardiologia, Sociedade Brasileira de Hipertensão, Sociedade Brasileira de Nefrologia. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. Arq Bras Cardiol 2010; 95 (1): 1-51.
17. Nagatsuyu DT, Moriguti E, Pfrimer K, Formighieri PF, Lima NKC, Ferriolli E, et al. O impacto da obesidade abdominal sobre os níveis plasmáticos de lipídeos nos idosos. Medicina. 2009; 42 (2): 141-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2176-7262.v42i2p157-163>
18. Canadian Standardized Test of Fitness (CSTF). Fitness and Amateur Sport. 3rd ed. Ottawa: Minister of State; 1986.
19. Jones CJ, Rikli REM. Measuring functional fitness of older adults. The Journal of Active Aging. 2002; 1 (1): 24-30.
20. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. Am J Respir Crit Care Med. 2002; 166 (1): 111-7. DOI: 10.1164/rccm.166/1/111
21. Sacks DB, Arnold M, Bakris GL, Bruns DE, Horvath AR, Kirkman MS, et al. Guidelines and recommendations for laboratory analysis in the diagnosis and management of diabetes mellitus. Diabetes Care. 2011 ; 34 (6): 61-99. DOI: 10.2337/dc11-9998
22. Metus P, Ruzzante N, Bonvicini P, Meneghetti, Zaninotto M, Plebani M. Immunoturbidimetric assay of glycyated hemoglobin. J Clin Lab Anal. 1999; 13 (1): 5-8. DOI: 10.1002/(SICI)1098-2825(1999)13:1<5::AID-JCLA2>3.0.CO;2-S
23. Ulhoa LS, Lima RCO, Cunha VNC, Gomes EB, Campbell CSG, Pedrosa HC. Mobilidade articular de idosos diabéticos e não diabéticos e influência da fisioterapia. Fisioter Mov. 2011; 24 (1): 99-106. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-51502011000100011>
24. Marques EA, Mota J, Machado L, Sousa F, Coelho M, Moreira P, et al. Multicomponent training program with weight-bearing exercises elicits favorable bone density, muscle strength, and balance adaptations in older women. Calcif Tissue Int. 2011; 88 (2): 117-29. DOI: 10.1007/s00223-010-9437-1
25. Kang S, Hwang S, Klein AB, Kim SH. Multicomponent exercise for physical fitness of community-dwelling elderly women. J phys Ther Sci. 2015; 27 (3): 911-5. DOI: 10.1589/jpts.27.911
26. Hilton TN, Tuttle LJ, Bohnert KL, Mueller MJ, Sinacore DR. Excessive adipose tissue infiltration in skeletal muscle in individuals with obesity, diabetes mellitus, and peripheral neuropathy: association with performance and function. Phys Ther. 2008; 88 (11): 1336-44. DOI: 10.2522/ptj.20080079
27. Barrile SR, Ribeiro AA, Costa APR, Viana AA, Conti MHS, Martinelli B. Comprometimento sensorio-motor dos membros inferiores em diabéticos do tipo 2. Fisioter Mov. 2013; 26 (3): 537-548. DOI: 10.1590/S0103-51502013000300007
28. Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes. São Paulo: AC Farmacêutica; 2016.
29. Rohlfing CL, Wiedmeyer HM, Little RR, England JD, Tennill A, Goldstein DE. Defining the relationship between plasma glucose and HbA(1c): analysis of glucose profiles and HbA(1c) in the Diabetes Control and Complications Trial. Diabetes Care. 2002; 25 (2): 275-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.2337/diacare.25.2.275>
30. Sacks DB. A1C versus glucose testing: a comparison. Diabetes Care. 2011; 34 (2): 518-23. DOI: 10.2337/dc10-1546
31. Wang Y, Simar D, Fiatarone-Singh MA. Adaptations to exercise training within skeletal muscle in adults with type 2 diabetes or impaired glucose tolerance: a systematic review. Diabetes Metab Res Rev. 2009; 25 (1): 13-40. DOI: 10.1002/dmrr.928
32. Moro ARP, Iop RR, Silva FC, Gutierrez-Filho PJB. Efeito do treinamento combinado e aeróbio no controle glicêmico no diabetes tipo 2. Fisioter Mov. 2012; 25 (2): 399-409. DOI: 10.1590/S0103-51502012000200018
33. Umpierre D, Ribeiro PA, Shaan BD, Ribeiro JP. Volume of supervised exercise training impacts glycaemic control in patients with type 2 diabetes: a systematic review with meta-regression analysis. Diabetologia. 2013; 56 (2): 242-51. DOI: 10.1007/s00125-012-2774-z
34. Aily JB, Carnaz L, Farche ACS, Takahashi ACM. Perception of barriers to physical exercise in women population over 60. Motriz: Rev Educ Fis. 2017; 23 (2): 1-6. <http://dx.doi.org/10.1590/s1980-6574201700020012>

Recebido em 08/04/16.

Revisado em 21/09/17.

Aceito em 01/10/17.

Endereço para correspondência: Alessandro Domingues Heubel. Rua Irmã Armanda, 10-50, Jardim Brasil, Bauru - SP, CEP 17011-160. E-mail: adheubel@yahoo.com.br