

EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA DE 24 SEMANAS NA FORÇA MUSCULAR DE INDIVÍDUOS COM CARDIOMIOPATIA CHAGÁSICA

EFFECTS OF 24-WEEKS STRENGTH TRAINING ON MUSCLE STRENGTH IN INDIVIDUALS WITH CHAGAS CARDIOMYOPATHY

Diogo Van Bavel¹ - Centro Universitário Serra dos Órgãos - UNIFESO;
Jade Cristina Bahia Travassos² – Universidade Federal do Rio de Janeiro;
Michel Silva Reis³ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

RESUMO

Introdução: Indivíduos com cardiomiopatia chagásica apresentam uma menor performance hemodinâmica-cardíaca, resultando em redução da tolerância ao exercício. Entretanto, há pouca evidência sobre os efeitos do treinamento de força sobre a força muscular periférica dos indivíduos com Doença de Chagas (dCh). **Objetivo:** Avaliar o efeito de um programa de treinamento de força (TF) de 24 semanas sobre a força muscular periférica de pacientes com dCh. **Métodos:** O estudo foi realizado com 9 indivíduos com história de dCh, submetidos ao TF de 24 semanas. Os voluntários apresentavam média de idade de $61,8 \pm 11,1$ anos, sendo 5 (56%) homens e com fração de ejeção preservada. O TF foi realizado 3 vezes por semana, durante 60 minutos contendo 5 exercícios - foi aplicado por meio do método alternado por seguimento na distribuição dos exercícios. Foram realizadas 3 séries de 3 a 15 repetições com intensidades baseada no percentual do teste de 1-RM. **Resultados:** O teste de 1-RM (em kg) para “puxada com pegada aberta no pulley” (T1: $41,0 \pm 10,4$ x T3: $45,0 \pm 11,8$ e T1: $41,0 \pm 10,4$ x T6: $47,6 \pm 10,7$) e “agachamento com barra guiada” (T1: $62,0 \pm 18,3$ x T3: $71,3 \pm 34,2$, T1: $62,0 \pm 18,3$ x T6: $91,6 \pm 28,2$ e T3: $71,3 \pm 34,2$ x T6: $91,6 \pm 28,2$) revelaram aumento dos valores após o TF. Foram observadas melhorias significativas após a intervenção. **Conclusão:** O programa de TF, periodizado e de 24 semanas se mostrou viável e eficaz para melhorar a força muscular periférica de indivíduos com dCh. A importância clínico-funcional dos nossos achados se concentra no reforço positivo dos benefícios de um programa de TF, individualizado e supervisionado para reabilitar a autonomia funcional de pacientes com dCh.

Palavras-chave: Doença de Chagas; Treinamento de força; Reabilitação cardíaca.

-
- 1 Doutorado – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Docente no Centro Universitário Serra dos Órgãos (UNIFESO), Teresópolis, Rio de Janeiro, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Antônio Parreira, 94/302, Ipanema, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, CEP: 22411-020. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5455-1540>. E-mail: diogobavel@gmail.com.
- 2 Mestrado – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Fisioterapeuta intensivista no Hospital Universitário Reitor Hélio Cordeiro (UERJ/Cabo Frio), Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. Estrada da Uruçanga, 45, bloco 01, aptº 202, Jacarepaguá, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, CEP: 22750-030. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4712-3270>. E-mail: jade.bahia94@gmail.com.
- 3 Doutorado – Universidade Federal de São Carlos (UFSC). Professor Associado da Faculdade de Fisioterapia e Coordenador do Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação (PPGCR) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Hospital Universitário Clementino Fraga Filho - Rua Prof Rodolpho, 255, 2º andar, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ – Brasil, CEP: 21941-913. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3817-0529>. E-mail: msreis@hucff.ufrj.br.

ABSTRACT

Introduction: Individuals with Chagas cardiomyopathy have reduced hemodynamic and cardiac performance, resulting in reduced exercise tolerance. However, there is little evidence on the effects of strength training on peripheral muscle strength in individuals with Chagas disease (ChD). **Objective:** To evaluate the effect of a 24-week strength training (ST) program on peripheral muscle strength in patients with ChD. **Methods:** The study involved nine individuals with a history of ChD who underwent 24-week ST. The volunteers had a mean age of 61.8 ± 11.1 years, 5 (56%) were men, and had preserved ejection fraction. ST was performed 3 times a week for 60 minutes, comprising 5 exercises. The ST was applied using the alternating exercise distribution method. Three sets of 3 to 15 repetitions were performed, with intensities based on the percentage of the 1-RM test. **Results:** The 1-RM test (in kg) for wide grip pulldown on the pulley (T1: 41.0 ± 10.4 x T3: 45.0 ± 11.8 and T1: 41.0 ± 10.4 x T6: 47.6 ± 10.7) and barbell squat (T1: 62.0 ± 18.3 x T3: 71.3 ± 34.2 , T1: 62.0 ± 18.3 x T6: 91.6 ± 28.2 and T3: 71.3 ± 34.2 x T6: 91.6 ± 28.2) revealed increased values after the RT. Significant improvements were observed after the intervention. **Conclusion:** The 24-week periodized RT program proved to be feasible and effective in improving peripheral muscle strength in individuals with ChD. The clinical-functional importance of our findings focuses on the positive reinforcement of the benefits of an individualized and supervised PT program to rehabilitate the functional autonomy of patients with ChD.

Keywords: Chagas disease, Strength training, Cardiac rehabilitation.

INTRODUÇÃO

A doença de Chagas (dCh) também conhecida como tripanossomíase americana, foi descoberta em 1909, pelo médico brasileiro Carlos Chagas (1879–1934) (RASSI *et al.*, 2010). No início da década de 1990 era considerada como uma das doenças parasitárias mais graves da América Latina, sendo endêmica na região (BONNEY *et al.*, 2015; RASSI *et al.*, 2010), cuja infecção é provocada pelo protozoário *T. cruzi*, perdura como um obstáculo social e econômico em muitos países latino-americanos, sendo classificada pela Organização Mundial da Saúde como uma das patologias mais negligenciadas no mundo (BONNEY *et al.*, 2015; RASSI *et al.*, 2010). Ademais, a infecção é caracterizada por um quadro agudo marcado por alta carga parasitária atenuada pela resposta imune sucedida por fase crônica persistente de baixo grau (CUNHA-NETO *et al.*, 2014). Diante da ausência de tratamento bem-sucedido com os medicamentos tripanocidas ponderadamente eficazes, ocorre à evolução da fase aguda, que geralmente persiste de 4 a 8 semanas, para a fase crônica, seja ela indeterminada ou determinada (CASTRO *et al.*, 2011; RASSI *et al.*, 2010). Assim sendo, a cardiopatia de origem chagásica afeta aproximadamente 30% dos indivíduos infectados pelo *T. cruzi*, com desenvolvimento de lesões durante a forma indeterminada (CUNHA-NETO *et al.*, 2014; PINTO *et al.*, 2002). Chagas disease was progressively shown to be widespread throughout Latin America, affecting millions of rural people with a high impact on morbidity and mortality. With no vaccine or specific treatment available for large-scale public health interventions, the main control strategy relies on prevention of transmission, principally by eliminating the domestic insect vectors and control of transmission by blood transfusion. Vector control activities began in the 1940s, initially by means of housing improvement and then through insecticide spraying following successful field trials in Brazil (Bambui Research Centre, raramente evoluindo diretamente da fase aguda (RASSI *et al.*, 2010), podendo esse processo se estender de 5 a 30 anos após o contato inicial com o protozoário (CUNHA-NETO *et al.*, 2014).

Diante da ausência de tratamento bem-sucedido com os medicamentos tripanocidas ponderadamente eficazes, ocorre à evolução da fase aguda, que geralmente persiste de 4 a 8 semanas, para a fase crônica, seja ela indeterminada ou determinada (CASTRO *et al.*, 2011; RASSI *et al.*, 2010). Assim sendo, a cardiopatia de origem chagásica afeta aproximadamente 30% dos indivíduos infectados pelo *T. cruzi*, com desenvolvimento de lesões durante a forma indeterminada (CUNHA-NETO *et al.*, 2014; PINTO *et al.*, 2002), raramente evoluindo diretamente da fase aguda (RASSI *et al.*, 2010), podendo esse processo se estender de 5 a 30 anos após o contato inicial com o protozoário (CUNHA-NETO *et al.*, 2014). Diante disso, há evidências indicando que a força muscular é considerada um preditor de mortalidade para doenças cardiovasculares, sendo importante realizar uma avaliação adequada (SQUIRES *et al.*, 2018; SOUZA *et al.*, 2021). Nesse contexto, a avaliação pode ser realizada estaticamente através de tensiómetros de cabo ou dinamômetros de mão, de forma que o desenvolvimento do pico de força é normalmente denominado contração voluntária máxima, em alguns casos essa medida é específica para o grupo muscular e o ângulo da articulação envolvida no teste, o que limita sua utilização para força muscular geral (ACSM, 2018).

Com relação a avaliação da força muscular dinamicamente, o teste de 1 repetição máxima (1-RM) é caracterizado como a carga máxima executada em uma única repetição, por

um indivíduo com a técnica adequada, podendo ser realizado com segurança em diversas populações, e sendo reconhecidamente um teste teoricamente excequível, simples e de baixo custo (SOUZA *et al.*, 2021). Uma outra possibilidade é o teste isocinético, entretanto, o equipamento necessário para essa avaliação é consideravelmente mais caro em relação as outras ferramentas. O teste isocinético ocorre a uma velocidade angular constante compreendendo a medida da tensão muscular máxima, sedo possibilitado em diferentes articulações e mensurando o pico de força rotacional ou torque (ACSM, 2018).

Outrossim, o treinamento deve ser realizado de forma específica mediante a avaliação da força muscular periférica, pois, no que tange, o treinamento de força muscular periférica o American College of Sports Medicine (2018), recomenda de 8 a 10 exercícios para os maiores grupos musculares, de 2 a 3 vezes por semana em dias alternados, com prescrição baseada em 40 a 60% da carga do teste de 1-RM ou na escala de percepção subjetiva de esforço, devendo ser executada de 1 a 3 séries de 10 a 15 repetições. É importante ressaltar que neste contexto há a necessidade de avaliação individual para estratificação do risco cardiovascular na cardiomiopatia chagásica, assim como, para outras doenças cardiovasculares. Isso pode ser determinante para a prescrição de exercício adequada e específica quanto à frequência, intensidade, modalidade, volume e tempo de duração para aperfeiçoar os ganhos e reduzir potenciais complicações, tendo em vista uma progressão adequada do treinamento físico a curto e longo prazo (MENENGHELO *et al.*, 2010; SQUIERES *et al.*, 2018).

A figura 1 resume os principais benefícios do TF, auxiliando profissionais da saúde a utilizarem esta forma de treinamento para promover melhorias na força, resistência muscular e potência (MAESTRONI *et al.*, 2020).

Figura 1 - Múltiplos benefícios da aderência ao treinamento de força



Fonte: adaptado de MAESTRONI *et al.*, 2020.

No presente estudo, nossa hipótese é que indivíduos com cardiomiopatia chagásica apresentariam comprometimento da força muscular periférica e diante disso, a prescrição de um programa de TF poderia melhorar a força muscular periférica desses pacientes.

OBJETIVOS

Avaliar o efeito de um programa de TF de 24 semanas sobre a força muscular periférica, através do teste de 1-RM (em kg) para “puxada com pegada aberta no pulley” e “Aga-chamento na barra guiada”, de pacientes com cardiomiopatia chagásica.

METODOLOGIA

O eixo principal do estudo se trata de um desenho longitudinal, prospectivo, com amostra de conveniência e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina/Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) (CAAE 47813415.8.0000.5257). Os pacientes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). A equipe responsável por este estudo é composta por Fisioterapeuta, profissionais de Educação Física e Médico Cardiologista com vasta experiência em atividades de monitorização ambulatorial da pressão arterial, TECP e reabilitação cardíaca. O estudo foi realizado no Laboratório do Grupo de Pesquisa em Avaliação e Reabilitação Cardiorrespiratória (GECARE) da UFRJ e ambulatório de Cardiopatia Chagásica do HUCFF. Foram triados para o grupo pacientes com dCh (GCH) 80 indivíduos com sorologia positiva e acompanhados no ambulatório de cardiopatia chagásica do HUCFF/UFRJ, apresentando IC crônica, tendo classe funcional da NYHA entre I e II, Classificação A e B de acordo com a Diretriz Latino-Americana para o Diagnóstico e Tratamento da Cardiopatia Chagásica (2011) – (Quadro 1), todos com FEVE preservada (> 45%), e com terapia medicamentosa otimizada.

Os seguintes critérios de inclusão foram respeitados: i) idade \geq 20 anos; ii) diagnóstico sorológico de dCh; iii) pacientes afastados da zona endêmica há mais de 20 anos e manter-se no seguimento clínico ativo e regular no ambulatório. Os critérios de exclusão foram: i) instabilidade hemodinâmica; ii) tabagista; iii) mudança de medicamentos nos últimos seis meses; iv) uso de ressincronizador cardíaco ou marcapasso; v) infarto agudo do miocárdio nos últimos seis meses; vi) indivíduos com patologias neurológicas, vii) insuficiência renal crônica e/ou hepática grave e/ou tireoidiana crônica, viii) obesidade; e ix) doença pulmonar crônica.

Quadro 1 - Classificação da fase crônica da miocardiopatia chagásica quanto à disfunção sistólica e às manifestações de insuficiência cardíaca, conforme recomendações internacionais, adaptadas à etiologia chagásica. Legenda: ECG: eletrocardiograma; IC: insuficiência cardíaca; NYHA: Do inglês, New York Heart Association; Raio X: radiografia; VE: ventrículo esquerdo.

Estágio A		Forma indeterminada Paciente sem sintomas presentes ou pregressos de IC e sem cardiopatia estrutural (ECG e Raio X de tórax normais). Bom prognóstico.
Estágio B	Estágio B1	Pacientes com alterações eletrocardiográficas (distúrbios de condução ou arritmias), podendo apresentar alterações ecocardiográficas discretas (anormalidades da contratilidade regional), porém a função ventricular global é normal.
	Estágio B2	Disfunção ventricular global (fração de ejeção do VE reduzida).

Estágio C	Disfunção do VE e sintomas prévios ou atuais de IC, (NYHA I, II, III e IV).
Estágio D	Paciente com sintomas de IC em repouso (NYHA IV), refratários ao tratamento clínico otimizado, necessitando intervenções especializadas e intensivas.

Fonte: adaptado da Diretriz Latino-Americana para o Diagnóstico e Tratamento da Cardiopatia Chagásica, 2011.

ANAMNESE

Os voluntários triados foram convidados para participarem de duas visitas ao Laboratório do GECARE. Na primeira visita, os grupos foram submetidos a anamnese. No GCH, a avaliação clínica foi realizada para permitir a verificação de sinais e sintomas cardiovasculares e digestivos, compatíveis com a dCh, assim como para fazer o diagnóstico diferencial com outras cardiopatias ou doenças não cardíacas que afetassem o sistema cardiovascular. Os pacientes foram examinados por uma única pessoa durante as consultas ambulatoriais (médico assistente). Na sequência, os voluntários foram orientados a retornarem para a segunda e terceira visitas, na qual, foram realizados os procedimentos descritos a seguir.

AVALIAÇÃO FÍSICA

Os voluntários foram submetidos a uma avaliação detalhada (exame físico). Foram realizadas as medidas da massa corporal (em quilogramas - kg), estatura (em centímetros - cm), IMC, circunferência abdominal (em centímetros - cm), percentual de gordura e avaliação da espessura do músculo adutor do polegar (MAP) – (em milímetros - mm).

A massa corporal e a estatura do indivíduo foram mensuradas na mesma balança antropométrica que possui um estadiômetro acoplado (P150C, Líder Balanças, Araçatuba/SP). Para ambas as medidas, os indivíduos ficaram descalços e com o mínimo de roupa possível. Para medida de estatura, foi orientado que o indivíduo se posicionasse de costas para balança, com a cabeça voltada ao plano de Frankfurt e realizasse uma apneia após uma inspiração forçada. O IMC foi calculado a partir da coleta do peso corporal e da estatura, através da seguinte fórmula: IMC = massa corporal (em quilogramas - kg) dividida pela estatura ao quadrado (em metros - m). Adicionalmente, foram realizadas as seguintes dobras cutâneas através do aparelho plicômetro (*Cescorf*): tríceps, sub-escapular, supra ilíaca, abdome, peitoral, axilar média e coxa para homens e tríceps, abdome e coxa para mulheres. Na sequência, foi aplicado o cálculo de densidade proposto por Pollock 1980 (7 dobras para homens e 3 dobras para mulheres), após realização dos cálculos de densidade corporal, foi realizada a fórmula de Siri para obtenção do percentual de gordura.

Após a inclusão dos indivíduos no estudo seguindo os critérios supracitados, ocorreu a primeira avaliação (T1) – realizada antes do início da intervenção, dividida em duas visitas. Na primeira visita foi realizada a anamnese detalhada, seguida os pacientes foram instruídos para as avaliações da segunda visita que foi composta por: (i) avaliação física e (ii) os voluntários voltaram para realização do teste de 1-RM. Adicionalmente, após 12 semanas de intervenção e do primeiro TECP foi realizada uma reavaliação (T3) dividida em duas visitas. Todos os pacientes foram orientados a realizar contato telefônico no caso de necessidade ou para comunicar intercorrências antes do intervalo previsto para as reavaliações.

TESTE DE 1 REPETIÇÃO MÁXIMA

O teste de 1-RM tem o objetivo de avaliar a força máxima de membros superiores e inferiores. Para avaliar a força de membros superiores foi realizado o exercício “puxada com pegada aberta no pulley” (*Multimotion Power Stations, Movement®, Barueri/SP*) e para analisar a força de membros inferiores o exercício “Agachamento com barra guiada” (Smith, *Movement®, Barueri/SP*) de acordo, com a disponibilidade de aparelhos do laboratório. Para minimizar a melhoria relacionada com testes repetidos, a melhor das duas medições efetuadas separadamente com um intervalo de 1 semana foi utilizada como o valor de referência para o primeiro teste, antes do treinamento (PU *et al.*, 2001).

Após realizar um aquecimento articular específico (membros superiores: “puxada com pegada aberta no pulley” - somente com o peso da barra; e, membros inferiores: sentar e levantar do banco – 2 séries de 15 repetições com 2 minutos de intervalo), foram realizadas tentativas até que fosse atingida a carga onde somente uma repetição completa fosse executada. Para cada tentativa ocorreu um intervalo de 5 minutos para facilitar a recuperação da musculatura envolvida no teste. O incremento de carga no teste foi realizado com variação de 5 a 20% e com no máximo 6 tentativas. Os voluntários foram monitorados,

antes, durante e após a realização do teste, quanto a pressão arterial, frequência cardíaca e saturação periférica do O₂.

A amplitude de movimento foi controlada de acordo com o tipo de exercício envolvido no teste: “puxada com pegada aberta no *pulley*” – realizava-se o movimento na fase concêntrica até a barra encostar no esterno e na fase excêntrica realiza-se a extensão completa dos cotovelos; “Agachamento na barra guiada” – realizava-se o movimento na fase concêntrica até os joelhos formarem um ângulo de 90° e na fase excêntrica realizava-se a extensão completa dos joelhos. Antes de realizar o teste, um avaliador demonstrou o movimento para os indivíduos. A carga de 1-RM foi expressa em quilogramas (kg). Por fim, cabe destacar que o teste de 1-RM foi realizado na terceira visita. As primeiras visitas, além da dinâmica prevista, também foram destinadas a familiarização dos voluntários para a boa execução do teste.

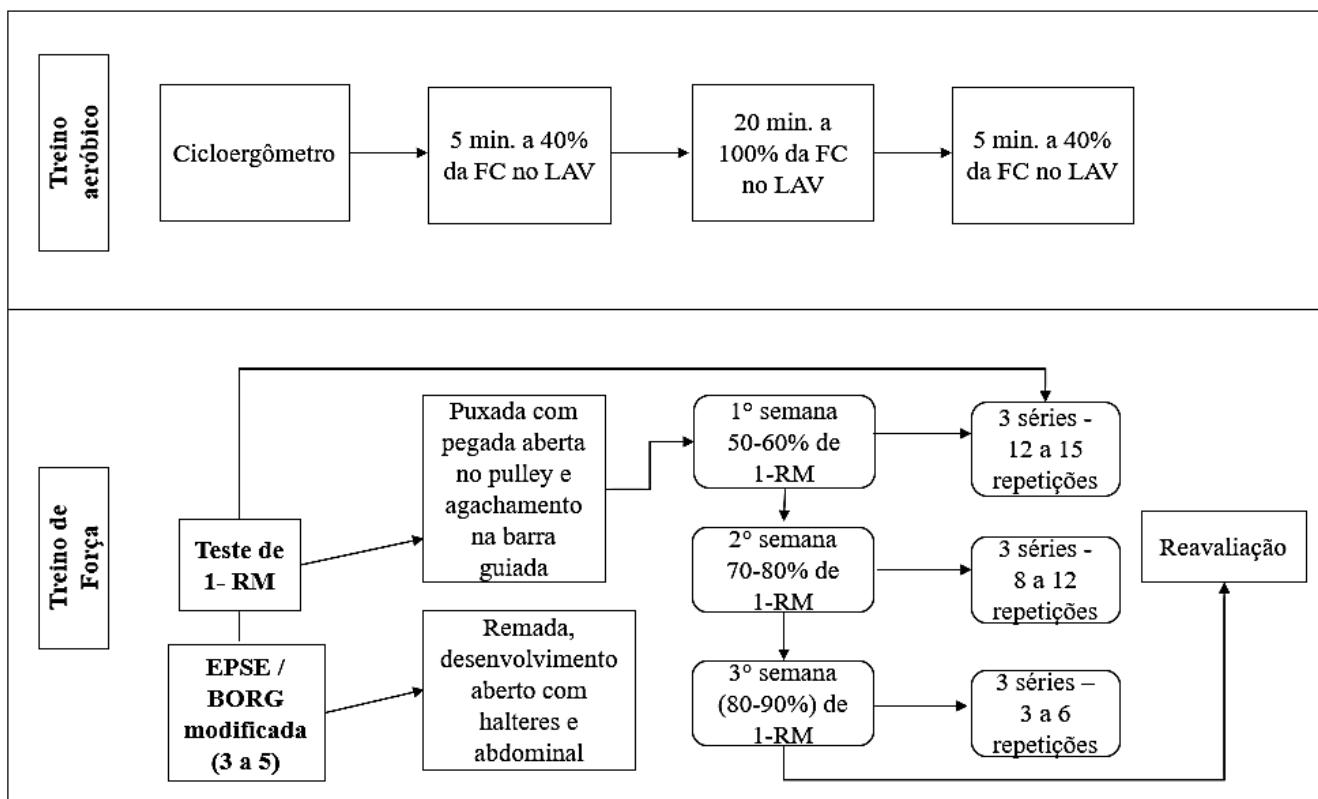
TREINAMENTO DE FORÇA

Todos os pacientes participantes do estudo participaram do programa de treinamento e foram acompanhados por profissionais capacitados. A rotina foi definida com o treinamento sendo realizado 3 vezes por semana durante 60 minutos, com um intervalo mínimo de 24 horas entre as sessões, sempre no período da manhã (Figura 2):

A) O TF continha 5 exercícios para os principais grupamentos musculares, sendo eles o agachamento na barra guiada, puxada aberta no *pulley*, remada, desenvolvimento aberto com halter e abdominal, utilizando o método alternado por seguimento na distribuição dos exercícios. Os pacientes tiveram suas cargas de treino juntamente com o volume revisados semanalmente, seguindo o modelo de periodização linear. O intervalo entre as séries e exercícios foi de 1 a 5 minutos.

B) O programa de treinamento do estudo priorizou um modelo de periodização linear semanal, sendo elaborado da seguinte forma apenas para o agachamento com barra guiada e puxada aberta no *pulley*: na primeira semana os pacientes realizavam 3 séries de 12 a 15 repetições com carga de 50 a 60% do teste de 1-RM. Na segunda semana com a progressão do exercício eram realizadas 3 séries de 8 a 12 repetições com carga de 70 a 80% do teste de 1-RM. Seguindo para a terceira semana os indivíduos realizavam 3 séries de 3 a 6 repetições com carga de 80 a 90% do teste de 1-RM. Assim a partir da quarta semana até a reavaliação do teste de 1-RM a progressão da carga era realizada acrescentando 5% a cada semana. Adicionalmente, para os exercícios de remada com pegada pronada na máquina, desenvolvimento aberto com halter e abdominal supra solo a intensidade do exercício foi avaliada e ajustada semanalmente, pela escala de percepção subjetiva de esforço modificada entre 3 a 5 (escala de BORG modificada), considerado moderado/pesado, para cada exercício.

Figura 2 – Treinamento de força muscular periférica realizado durante o período de intervenção. Periodização linear do TF realizada semanalmente no protocolo de fortalecimento muscular periférico. Legenda: 1-RM: 1 repetição máxima; BORG modificado: escala de BORG modificada para classificação da percepção subjetiva de esforço; EPSE: escala de percepção subjetiva de esforço; FC: frequência cardíaca; LAV: limiar de anaerobiose ventilatório; min.: minuto.



Fonte: Elaboração pelo(s) autor(es) do Grupo GECARE.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados no programa estatístico *SigmaPlot* versão 11.1 for Windows®. Inicialmente, foram aplicados os testes de normalidade de *Shapiro-Wilk* e homogeneidade das variâncias de *Levene* para a determinação da distribuição da amostra. Os resultados estão apresentados como média \pm desvio-padrão. Para valores que não seguiram uma distribuição Gaussiana, as medianas (25º - 75º percentis) estão apresentadas. Dados demográficos, antropométricos e clínicos foram apresentados como média e desvio padrão. Cabe destacar mais uma vez que se trata de amostra de conveniência. Foi empregado o ANOVA *one-way* para medidas repetidas com pós-teste de *Tukey* para as comparações do teste de 1-RM e para os valores pressóricos em T1, T3 e T6. O nível de significância estabelecido foi de 95% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

A seleção dos participantes do estudo ocorreu de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, assim dos 80 indivíduos com sorologia positiva para dCh foram selecionados para participar do estudo 9 pacientes com média de idade de $61,8 \pm 11,1$ anos, sendo excluídos 71 indivíduos. Dos 9 participantes selecionados, 4 eram mulheres e 5 eram homens. Dessa forma, 5 apresentavam NYHA I e 4 NYHA II com FEVE > 45%. No momento T1 o IMC médio dos participantes era de $27,6 \pm 2,7$ kg/m² e com um percentual de gordura médio de $29,7 \pm 4,0$. Adicionalmente foi realizada a espirometria para descartar doença pulmonar. Durante todo o período de intervenção os voluntários estiveram com a medicação para o tratamento convencional de cardiomiopatia chagásica otimizada. Somente houve diferença estatística para os parâmetros antropométricos verificados nos três momentos da avaliação no que diz respeito ao percentual de gordura (Tabela 1).

Em relação ao teste de 1-RM, verificamos diferença estatística tanto para o agachamento (kg) de T1 para T3 ($p=0,002$), de T1 para T6 ($p<0,001$) e de T3 para T6 ($p=0,01$), como para a puxada (Kg) também de T1 para T3 ($p=0,005$) e de T1 para T6 ($p<0,001$) (Figura 3).

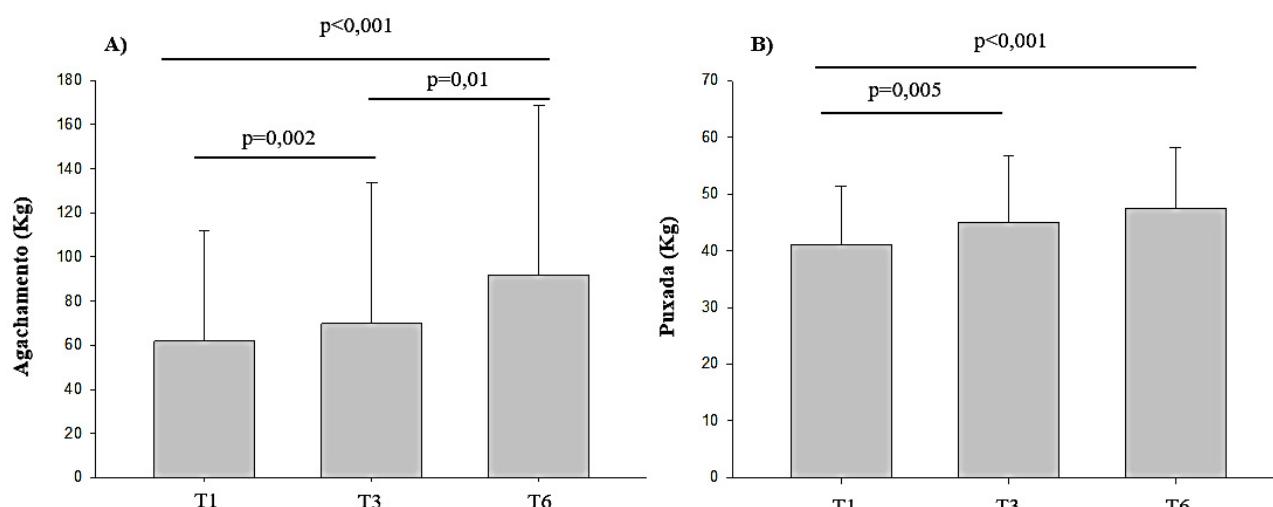
TABELA 1 – Caracterização dos participantes do estudo na fase II durante o programa de treinamento nos três momentos de coleta.

Características	T1 (n=9)	T3 (n=9)	T6 (n=9)	p valor
Idade (anos)	$61,8 \pm 11,1$	----	----	----
Sexo M (n /%)	5 (56%)	----	----	----
NYHA I/II (n /%)	5 (56%) / 4 (44%)	----	----	----
B1/B2 (n /%)	5 (56%) / 4 (44%)	----	----	----
Medicamentos (n /%)				
Betabloqueadores	8 (89%)	----	----	----
iECA	4 (44%)	----	----	----
AAS	1 (11%)	----	----	----
Antidiabéticos	1 (11%)	----	----	----
Bloqueadores dos canais de cálcio	1 (11%)	----	----	----
Estatinas	1 (11%)	----	----	----
Espirométricas				
CVF (L)	$2,7 \pm 0,7$	----	----	----
VEF1/CVF	$91,1 \pm 10,6$	----	----	----
VEF1 (L)	$2,4 \pm 0,5$	----	----	----
VEF1 (% do previsto)	$91,6 \pm 16,4$	----	----	----
Antropométricas				
Estatura (m)	$162,1 \pm 7,2$	$162,1 \pm 7,2$	$162,1 \pm 7,2$	1,0
Massa corporal (kg)	$73,0 \pm 10,4$	$74,5 \pm 11$	$73,6 \pm 10,4$	0,2

IMC (kg/m^2)	$27,6 \pm 2,7$	$28,2 \pm 2,8$	$27,9 \pm 2,6$	0,3
%G	$29,7 \pm 4,0$	$28,5 \pm 3,2^*$	$27,1 \pm 2,9^{\dagger\ddagger}$	<0,001

Legenda: Valores em média±desvio padrão. Legenda: %G: percentual de gordura; AAS: ácido acetilsalicílico; B1/B2: Classificação da fase crônica da miocardiopatia chagásica quanto à disfunção sistólica e às manifestações de insuficiência cardíaca, conforme recomendações internacionais, adaptadas à etiologia chagásica da Diretriz Latino-Americana para o Diagnóstico e Tratamento da Cardiopatia Chagásica, 2011; CVF: Capacidade vital forçada; iECA: inibidor da enzima conversora da angiotensina I; IMC: índice de massa corporal; F: Feminino; M: masculino; (n): Dado em números; NYHA: Do inglês, *New York Heart Association*; VEF1: Volume expirado forçado no primeiro segundo; VEF1/CVF: relação entre volume expirado forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada. ANOVA one-way com medidas repetidas e pós-teste de Tukey: *T1 para T3 ($p=0,03$); † de T3 e T6 ($p=0,01$); e, ‡T1 para T6 ($p<0,001$).

Figura 3 – Comparação entre T1, T3 e T6 para variáveis do teste de 1 repetição máxima. A) Comparação entre T1, T3 e T6 para o exercício de agachamento com barra guiada, B) Comparação entre T1, T3 e T6 para o exercício de puxada no pulley. ANOVA one-way com medidas repetidas e pós-teste de Tukey.



Legenda: T1: pré-intervenção; T3: após 12 semanas de intervenção e T6: após 24 semanas de intervenção.

ANÁLISES E RESULTADOS

O presente estudo denota que um programa de exercício de força e periodizado se mostrou exequível e eficaz para o incremento da carga para indivíduos com cardiomiopatia chagásica. Essas descobertas demonstram progressão da tolerância ao exercício físico, enfatizando a eficácia de um programa de TF diante da evolução da doença e como instrumento para melhora clínica dessa população, pois, nossos resultados evidenciaram aumento da força muscular periférica. A média de idade dos indivíduos que realizaram o TF foi de $62 \pm 11,1$ anos, demonstrando um perfil de idade mais avançado dos voluntários. A partir da década de 1990, há uma tendência a inclusão de adultos com idade ≥ 40 anos e idosos, refletindo o controle da transmissão vetorial como supracitado, entretanto pelo caráter progressivo da dCh há a possibilidade de uma cardiomiopatia mais avançada com a evolução dos anos (SILVA *et al.*, 2017).

Contudo, é possível que em nosso estudo e em alguns estudos prévios (LOPES *et al.*, 2014; MENDES *et al.* 2020; MEDIANO *et al.*, 2016; MENDES *et al.*, 2016) the control

of hypertension is generally through medication. Alternative intervention measures such as aerobic exercise have been recommended as an effective way to reduce blood pressure levels. Objective: Assess the influence of exercise on blood pressure in hypertensive women with and without Chagas disease. Methods: Nineteen volunteers divided into two groups: G1 (nine with Chagas disease, o momento da progressão da doença já tenha ocorrido em sua grande maioria, e por isso nossos pacientes foram classificados como estágio A e B segundo a classificação da fase crônica da miocardiopatia chagásica quanto à disfunção sistólica e às manifestações de IC (CASTRO *et al.*, 2011). Todavia, é sabido que os comprometimentos da IC são caracterizados para além da FEVE, mas também, pelos biomarcadores, alterações estruturais, disfunção diastólica e limitação funcional pela NYHA (ROHDE *et al.*, 2018).

De fato, nossos voluntários são caracterizados por uma idade mais avançada, com isso, devemos considerar os processos degenerativos relacionados ao sistema neuromuscular que afetam o organismo com o passar dos anos, como a dinapenia, sarcopenia, além da perda numérica de motoneurônios alfa e redução do tamanho e número de fibras tipo II (BORDE *et al.*, 2015). Esses processos aumentam o risco de lesões e quedas em idosos, sendo a fraqueza muscular dos membros inferiores um fator de risco de queda intrínseco dominante (BORDE *et al.*, 2015; MAESTRONI *et al.*, 2020). Nesse sentido o treinamento de força muscular é um aliado seguro na prevenção de doenças degenerativas, lesões e para manutenção da saúde e da independência funcional (BORDE *et al.*, 2015; COLEMAN *et al.*, 2022; MAESTRONI *et al.*, 2020).

Além disso, é comumente observado que ocorrem alterações deletérias em idosos, no que diz respeito ao sistema cardiovascular. Tem sido descrito o aparecimento de fibrose na estrutura cardíaca, redução das células do nó sinusal, espessamento de artérias e veias decorrente da redução de elastina e incremento do tecido conjuntivo e cálcio (PRAVATTO *et al.*, 2008). Essas alterações cardiovasculares, podem gerar hipertensão sistólica, somada a dessensibilização dos barorreceptores e redução da produção de NO, promovendo hiperatividade simpática e estresse oxidativo, que podem resultar em redução do débito cardíaco e alterações no conteúdo de O₂, impactando o VO₂ diretamente (PRAVATTO *et al.*, 2008). Devemos considerar que em associação com as modificações inerentes ao envelhecimento, coexiste o processo inflamatório crônico e deletério da dCh. Diante disso, ressaltamos que na IC de origem chagásica, a limitação da capacidade aeróbica se apresenta além do comprometimento cardíaco causado pela infecção e autoimunidade, estando intimamente relacionada com a disfunção autonômica e distúrbios periféricos, como prejuízo da vassoreatividade e do metabolismo energético muscular. Em contraponto, o exercício físico tem sido considerado de suma importância para adaptações cardiopulmonares, modulação autonômica, redução da pressão arterial relacionada a síntese e produção de NO, além de apresentar propriedades anti-inflamatórias (MENDES *et al.*, 2020; MENDES *et al.*, 2016; SQUIRES *et al.*, 2018).

Portanto, é contundente destacar que nossos resultados demonstraram aumento de força muscular periférica, provavelmente, resultado da periodização linear semanal do TF, exibindo dessa forma, uma diminuição da disfunção muscular que pode estar associada a uma melhor perfusão periférica com consequente aumento da tolerância ao exercício. Além de reduzir a disfunção periférica, que está presente nos indivíduos chagásicos (MENDES *et al.*, 2016), o TF pode reduzir a incidência de lesões, auxiliar na prevenção à síndrome me-

tabólica e doenças cardiovasculares, uma vez que promove um maior dispêndio energético (COLEMAN *et al.*, 2022; MAESTRONI *et al.*, 2020).

O estudo de Squires *et al.*, (2018) suporta os nossos achados, uma vez que exemplifica a importância de associar o TF ao programa de exercícios físicos, com possível reversão da perda de massa muscular e melhora no funcionamento físico de indivíduos cardiopatas, com consequente redução da mortalidade cardiovascular. Outrossim, o TF também está associado com melhorias nos índices cardiometaabólicos como no perfil de lipídeos e lipoproteínas, assim como da regulação da glicose no sangue, tendo um efeito multissistêmico (COLEMAN *et al.*, 2022; MAESTRONI *et al.*, 2020; SQUIRES *et al.*, 2018) which produced a cohort of 416 420 US adults. Cox proportional-hazard models were used to estimate HRs and 95% CIs for the associations of moderate aerobic PA (MPA). Nossos achados de incremento da força muscular periférica são também reforçados pelo fato de que a redução da sarcopenia e dinapenia promovem maior independência funcional para os indivíduos, além disso o incremento da força muscular periférica, reduz a fadiga muscular que pode ser causada pelo exercício aeróbico, auxiliando na tolerância ao exercício (COLEMAN *et al.*, 2022; MAESTRONI *et al.*, 2020; SQUIRES *et al.*, 2018) which produced a cohort of 416 420 US adults. Cox proportional-hazard models were used to estimate HRs and 95% CIs for the associations of moderate aerobic PA (MPA). Assim, o exercício físico realizado de forma sistematizada e periodizada é seguro e beneficia os indivíduos chagásicos no que tange as variáveis hemodinâmicas, capacidade aeróbia e QV (MENDES *et al.*, 2020; FIALHO *et al.*, 2012; LIMA *et al.*, 2010; MEDIANO *et al.*, 2016; MENDES *et al.*, 2011) we aimed to investigate the effects of CR for CHF patients. Methods: A single-arm pilot study, including 12 patients with CHF, was performed. Patients participated in an 8-month physical exercise intervention, comprising aerobic, strength, and stretching exercises (3 times per week, 60 minutes per session).

CONCLUSÕES

O programa de exercício de força, periodizado e de 24 semanas se mostrou viável e eficaz para melhorar a CF e força muscular periférica de indivíduos com dCh. A importância clínico-funcional dos nossos achados, embora reconhecendo que mais estudos são necessários, se concentra no reforço positivo dos benefícios de um programa de TF, individualizado e supervisionado para reabilitar a autonomia funcional de pacientes com dCh.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. ACSM's Guidelines for Graded Exercise Testing and Prescription. 10th ed. **Philadelphia, PA : Wolters Kluwer**; 2018.
- BONNEY, K. M.; ENGMAN, D. M. Autoimmune pathogenesis of chagas heart disease: Looking back, looking ahead. **American Journal of Pathology**, v. 185, n. 6, p. 1537–1547, 2015.
- BORDE, R.; HORTOBÁGYI, T.; GRANACHER, U. Dose–Response Relationships of Resistance Training in Healthy Old Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 45, n. 12, p. 1693–1720, 2015.

- CASTRO, I. et al. I diretriz latino-americana para o diagnóstico e tratamento da cardiopatia chagásica. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 97, n. 2 SUPPL. 1, p. 1–53, 2011.
- COLEMAN, C. J. et al. Dose-response association of aerobic and muscle-strengthening physical activity with mortality: a national cohort study of 416 420 US adults. **British Journal of Sports Medicine**, p. 1–7, 2022.
- CUNHA-NETO, E.; CHEVILLARD, C. Chagas disease cardiomyopathy: Immunopathology and genetics. **Mediators of Inflammation**, v. 2014, 2014.
- DIAS, J. C. P. et al. 2nd Brazilian Consensus on Chagas disease, 2015. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 49, n. December, p. 3–60, 2016.
- FIALHO, P. H. et al. Effects of an exercise program on the functional capacity of patients with chronic Chagas' heart disease, evaluated by cardiopulmonary testing. **Efeitos de um programa de exercícios sobre a capacidade funcional de pacientes com cardiopatia**. **Revista da Sociedade Brasileira de medicina Tropical**, v. 45, n. 2, p. 220–224, 2012.
- LOPES, W. DA S. et al. Exercício aeróbio reduz a hipertensão arterial de mulheres com doença de chagas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 20, n. 2, p. 131–136, 2014.
- MAESTRONI, L. et al. The Benefits of Strength Training on Musculoskeletal System Health: Practical Applications for Interdisciplinary Care. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 50, n. 8, p. 1431–1450, ago. 2020.
- MEDIANO, M. F. F. et al. Cardiac rehabilitation program in patients with chagas heart failure: A single-arm pilot study. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 49, n. 3, p. 319–328, 2016.
- MENDES, F. DE S. N. S. et al. Effect of physical exercise training in patients with Chagas heart disease: Study protocol for a randomized controlled trial (PEACH study). **Trials**, v. 17, n. 1, p. 1–11, 2016.
- MENDES F. S. N. S., MEDIANO M. F. F., SOUZA F. C. C., SILVA P. S., CARNEIRO F. M., HOLANDA M. T., SARAIVA R. M., XAVIER S. S., BRASIL P. E. A. A., S. A. S. Effect of Physical Exercise Training in Patients With Chagas Heart Disease (from the PEACH STUDY). **American Journal of Cardiology**, v. 125, n. 9, p. 1413–1420, 2020.
- MENENGHELO RS, ARAÚJO CGS, MASTROCOLLA LE, ALBUQUERQUE F, S. S. et al. iii Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia Sobre Teste Ergométrico iii Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 95, n. 5 Supl 1, p. 1–26, 2010.
- OCA, M. M. et al. Exercise performance and skeletal muscles in patients with advanced Chagas disease. **Chest**, v. 125, n. 4, p. 1306–1314, 2004.
- PINTO DIAS, J. C.; PRATA, A.; SCHOFIELD, C. J. Chagas' disease in the Amazon: An overview of the current situation and perspectives for prevention. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 35, n. 6, p. 669–678, 2002.
- POLLOCK, M.L.; SCHMIDT, D.H.; JACKSON, A. S. Measurement of cardiorespiratory fitness and body composition in the clinical setting. **Comprehensive Therapy**, v.6, n.9.p.12-27, 1980.
- PRAVATTO, A.; FELIPPO SIQUEIRA CAMPOS RIBEIRO DA COSTA, A.; NAVARRO, F. Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício. **Março/Abril**, v. 8, n. 2, p. 221–232, 2008.
- RASSI, A.; RASSI, A.; MARIN-NETO, J. A. Chagas disease. **The Lancet**, v. 375, n. 9723, p. 1388–1402, 2010.
- ROHDE, L. E. P. et al. Diretriz brasileira de insuficiência cardíaca crônica e aguda. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 111, n. 3, p. 436–539, 2018.

SILVA, R. R. DA *et al.* Additional value of anaerobic threshold in a general mortality prediction model in a urban patient cohort with Chagas cardiomyopathy. **Revista Portuguesa de Cardiologia (English Edition)**, v. 36, n. 12, p. 927–934, 2017a.

SOUZA, W. M. H. M.; NASCIMENTO, P. M. C.; VIEIRA, M. C. Importance of Muscle Strength in Chronic Heart Failure. **Strength and Conditioning Journal**, v. 43, n. 6, p. 9–13, 2021.

SQUIRES, R. W. *et al.* Progression of exercise training in early outpatient cardiac rehabilitation: An official statement from the American association of cardiovascular and pulmonary rehabilitation. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention**, v. 38, n. 3, p. 139–146, 2018.