



Efeitos do treinamento resistido sobre indicadores de saúde de sobreviventes de câncer de mama

Effects of resistance training on health indicators in breast cancer survivors

**Rodney Coelho da Paixão^{1*}, Marco Aurélio Ferreira De Jesus-Lette¹, Lucas Moreira Cunha¹,
Guilherme Morais Puga², Nilson Penha-Silva¹**

¹Instituto de Biotecnologia, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia (MG), Brasil; ²Faculdade de Educação Física, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia (MG), Brasil.

*Autor correspondente: Rodney Coelho da Paixão – E-mail: dnejudi@hotmail.com

RESUMO

O objetivo deste estudo foi investigar os efeitos do treinamento resistido sobre indicadores de saúde em sobreviventes de câncer de mama. Vinte e duas mulheres com histórico de mastectomia e linfadenectomia completaram 12 semanas de treinamento. Avaliações de força, índice de massa corporal, composição corporal, aspectos hematológicos, bioquímicos e de estabilidade de membrana eritrocitária foram realizadas antes e depois do período de treinamento. Em todos os exercícios, ocorreram ganhos significativos de força máxima e resistência de força. Além disso, houve diminuição do percentual de gordura corporal, aumento do percentual de massa magra, redução de eritrócitos, plaquetas e hemoglobina, bem como mudanças desejáveis para todas as variáveis de perfil lipídico. Em conjunto, esses achados destacam o impacto multidimensional do treinamento resistido sobre a saúde de sobreviventes de câncer de mama e revelam a necessidade de monitoramento constante desse público.

Palavras-chave: Exercício físico. Neoplasias da mama. Saúde holística.

ABSTRACT

The present study aimed to investigate the effects of resistance training on health indicators in breast cancer survivors. Twenty-two women with a history of mastectomy and lymphadenectomy completed 12 weeks of training. Strength, body mass index, body composition, hematological, and biochemical aspects, and erythrocyte membrane stability were performed before and after the training. In all exercises, there were significant gains in maximal force and force endurance. Moreover, there was a decrease in body fat percentage, an increase in lean mass percentage, a reduction in erythrocytes, platelets, and hemoglobin, as well as desirable changes for all lipid profile variables. Altogether, these findings highlight the multidimensional impact of resistance training on the health of breast cancer survivors and reveal the need for constant monitoring of this public.

Keywords: Breast neoplasms. Holistic health. Physical exercise.

Recebido em Setembro 15, 2022

Aceito em Fevereiro 20, 2023

INTRODUÇÃO

A taxa de mortalidade em pacientes de câncer de mama (CM) tem diminuído ao longo das últimas décadas devido a uma série de fatores, como campanhas informativas, diagnóstico precoce, desenvolvimento tecnológico e avanços no tratamento. As taxas de sobrevivência em cinco e dez anos já estão em torno de 90% e 80%, respectivamente¹. Além disso, projeções da Organização Mundial da Saúde indicam que, se houver uma redução de 2,5% de mortalidade por CM ao ano em todo o mundo, mais de 2 milhões de mortes serão evitadas entre 2020 e 2040².

Tal panorama tem exigido dos formuladores de políticas públicas e das comunidades científica e profissional uma compreensão aprofundada sobre as características e necessidades das mulheres sobreviventes de câncer de mama (SCMs)¹. Espaços e práticas que estimulam o bem-estar, estudos científicos com abordagens inovadoras e programas interdisciplinares de reabilitação merecem, portanto, cada vez mais incentivos por causa de seu grande potencial de impacto na comunidade. Afinal, além da maior longevidade, é fundamental considerar as condições de vida e saúde dessa população^{3,4}.

Em razão da doença em si e dos tratamentos utilizados, essas mulheres costumam lidar com efeitos colaterais locais e sistêmicos em curto, médio e longo prazo^{3,5}. Dentre outros agravos, as SCMs estão sujeitas à fadiga excessiva e redução da aptidão física^{3,5}, prejuízos sobre características antropométricas⁶, síndrome metabólica⁷ e alterações de composição da membrana celular⁸. Ademais, se comparadas com mulheres sem histórico de câncer, as SCMs demonstram maior risco de depressão⁹ e de mortalidade por doenças cardiovasculares¹⁰.

Diante desse cenário desafiador, a atividade física, compreendida como fator

modificável do estilo de vida, tem-se destacado no combate aos efeitos colaterais¹¹. Porém, enquanto as modalidades aeróbias mostraram-se historicamente predominantes no campo de oncologia em exercício, apenas mais recentemente o treinamento resistido (TR) tem sido explorado como uma importante intervenção terapêutica¹². Além disso, as intervenções com TR têm sido majoritariamente baseadas em protocolos lineares, os quais apresentam variações restritas ao longo das semanas^{13,14}.

Chama atenção a escassez de trabalhos envolvendo SCMs e a prescrição do TR não linear (TRNL), especialmente porque as alternâncias de intensidade, volume e densidade (razão entre esforço e intervalo) têm sido satisfatoriamente utilizadas em outras populações¹⁵. Nota-se uma importante lacuna, sobretudo, no que diz respeito a abordagens holísticas, envolvendo diferentes indicadores de saúde.

Tendo em vista as interfaces de todo esse contexto, ressalta-se a necessidade de desenvolvimento e aprimoramento do exercício resistido em processos de reabilitação e promoção da saúde. Assim, o objetivo deste estudo foi investigar os efeitos do TRNL sobre desempenho físico, antropometria, aspectos hematológicos, bioquímicos e biofísicoquímicos de SCMs.

MÉTODOS

PARTICIPANTES E DESENHO EXPERIMENTAL

Vinte e duas mulheres SCMs (51,7 ± 9,2 anos de idade) foram recrutadas, respeitando-se os seguintes critérios de inclusão: 1) sexo feminino; 2) histórico de mastectomia e linfadenectomia; 3) conclusão de quimioterapia e/ou radioterapia pelo menos seis meses antes do estudo; 4) nenhum envolvimento em qualquer programa de exercícios nos últimos seis meses;

5) liberação médica para participação no TR; 6) ausência de distúrbios musculoesqueléticos e/ou limitações que inviabilizassem a execução dos exercícios do programa de treinamento; 7) não ser fumante e não consumir bebidas alcoólicas. As voluntárias seriam excluídas da amostra caso não atendessem a todos esses critérios e, uma vez selecionadas, caso não atingissem assiduidade igual ou superior a 75% nas sessões de treino.

Este estudo primário e intervencional foi realizado entre julho de 2017 e junho de 2018, seguindo as diretrizes das Resoluções 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde e os princípios da Declaração de Helsinque. Também foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal de Uberlândia (CAAE 57837416.5.0000.5152/2016) e registrado no ClinicalTrials (NCT04479098). Todas as voluntárias foram informadas sobre os procedimentos e riscos associados e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

A pesquisa teve delineamento com duração total de 14 semanas para cada participante. Foram 12 semanas de treinamento e duas semanas de avaliações — estas últimas foram conduzidas antes (pré-TRNL) e depois do TRNL (pós-TRNL). Em ambos os casos, a mesma ordem de execução foi respeitada (1º dia: antropometria; 2º dia: coletas de sangue; 3º dia: testes de força máxima [FM]; 4º dia: intervalo; 5º dia: testes de resistência de força [RF]).

ASPECTOS ANTROPOMÉTRICOS

Para a determinação dos aspectos antropométricos, as voluntárias apresentaram-se descalças, vestindo roupas leves e em jejum de 12 horas. A massa corporal (kg) e a estatura (m) foram aferidas em uma balança com estadiômetro (Filizola®), e os resultados foram utilizados para calcular o índice de massa corporal (IMC) (kg/m^2). O percentual de gordura corporal

(%GC) e o percentual de massa magra (%MM) foram mensurados por meio de bioimpedância tetrapolar (InBody®).

ASPECTOS HEMATOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS

Para as coletas sanguíneas, foi respeitado um período de 12 horas em jejum e sem quaisquer atividades físicas moderadas e/ou vigorosas. No lado contralateral ao da cirurgia da mama, profissionais experientes coletaram amostras de sangue periférico por venipuntura diretamente em tubos a vácuo (BD Vacutainer®) contendo EDTA para análises hematológicas e em tubos sem anticoagulante para análises bioquímicas.

Por meio de analisador automático (Abbott®), determinou-se a contagem de eritrócitos, contagem de plaquetas, concentração de hemoglobina, hematócrito, volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), *red cell distribution width* (RDW) e contagem de leucócitos.

Foram quantificados os níveis de colesterol total (t-C), *high-density lipoprotein cholesterol* (HDL-C), *low-density lipoprotein cholesterol* (LDL-C), *very-low-density lipoprotein cholesterol* (VLDL-C) e triglicerídeos (TGC) utilizando kits comerciais específicos e analisador automático (Roche®). As razões t-C/HDL-C e LDL-C/HDL-C também foram calculadas.

ESTABILIDADE OSMÓTICA DE ERITRÓCITOS

O teste de estabilidade osmótica¹⁶ foi conduzido em séries de duplicatas de microtubos (Eppendorf®) contendo 1,5 mL de NaCl em concentrações variando de 0,1 a 0,9 g/dL. Inicialmente, os microtubos foram incubados por dez minutos a 37 °C em banho termostático. Depois da pré-incubação, 10 μL de

sangue foram adicionados em cada microtubo. Após a homogeneização, os microtubos foram incubados por 30 minutos a 37 °C. Na sequência, os microtubos foram centrifugados a 1.600 x g por 10 minutos, e o sobrenadante foi submetido à leitura de absorvância em 540 nm (A_{540}) em espectrofotômetro UV-VIS (Hach®).

O gráfico de A_{540} como uma função da concentração de NaCl (X) foi ajustado por regressão sigmoideal de acordo com a equação de Boltzmann:

$$A_{540} = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{1 + e^{(X-H_{50})/dX}} + A_{\min}$$

em que A_{\max} e A_{\min} representam, respectivamente, os platôs máximo e mínimo de A_{540} ; H_{50} é a concentração de NaCl que libera 50% das moléculas de hemoglobina da população de eritrócitos; e dX representa um quarto da variação da concentração de NaCl responsável por promover 100% de hemólise. A concentração salina no ponto inicial da curva define a variável H_0 , que é a concentração salina necessária para iniciar a hemólise in vitro, e pode ser calculada pela fórmula $H_0 = H_{50} - 4dX/2$. A concentração salina no ponto em que a lise in vitro atinge seu platô máximo define a variável H_{100} , que representa a concentração salina necessária para promover a lise total das hemácias, sendo calculada pela fórmula $H_{100} = H_{50} + 4dX/2$.

ESTABILIDADE MECÂNICA DE ERITRÓCITOS

Para a determinação da cinética de lise mecânica dos eritrócitos¹⁶, alíquotas de uma suspensão composta de 250 μ L de sangue e 49,75 mL de solução de 0,9 g/dL NaCl foram submetidas à agressão mecânica por hélice giratória sob o comando de um rotor a 8.000 rpm por períodos de 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5, 4, 4,5, 5, 5,5 e 6 minutos. A cada 30 segundos de agitação, alíquotas de 1 mL de suspensão foram removidas, adicionadas a minitubos (Eppendorf®) e, então, centrifugadas

por dez minutos a 1.600 x g (Hitachi®). Depois da centrifugação, os sobrenadantes foram cuidadosamente removidos com uma pipeta automática e submetidos à leitura de A_{540} em espectrofotômetro UV-VIS (Hach®).

O gráfico de absorvância de A_{540} pelo tempo foi ajustado para a hipérbole oriunda da equação de Michaelis-Menten:

$$A_{540} = \frac{A_{\max}t}{t_{1/2} + t}$$

em que A_{\max} é o máximo platô de A_{540} , representando a máxima quantidade de hemoglobina liberada na lise de toda a população de eritrócitos; e $t_{1/2}$ é o intervalo de tempo necessário para a liberação de 50% do total de hemoglobina presente na amostra de eritrócitos ($A_{\max}/2$).

FORÇA MÁXIMA E RESISTÊNCIA DE FORÇA

O teste de uma repetição máxima (1RM) foi utilizado para determinar a FM. O protocolo envolveu aquecimento específico, sendo uma série de oito repetições com estimativa de 50% de 1RM, intervalo de dois minutos, e outra série de três repetições com estimativa de 70% de 1RM. Na sequência, foram completadas no máximo cinco tentativas, respeitando-se cinco minutos de intervalo entre cada uma, para determinação da carga máxima¹⁷.

Quarenta e oito horas após completar os testes de 1RM, as voluntárias retornaram ao laboratório para os testes de RF. O protocolo adotado exigiu a execução do maior número de repetições possíveis com 50% de 1RM até a falha concêntrica^{17,18}.

Em ambas as ocasiões, as voluntárias foram supervisionadas por profissionais de educação física; e, para validação das tentativas, foi exigida a técnica correta de execução de movimento. Os testes foram feitos em todos os exercícios que compuseram o programa de

treinamento, exceto no exercício abdominal, que foi realizado apenas com a massa corporal ao longo de toda a intervenção.

TREINAMENTO RESISTIDO NÃO LINEAR

O TRNL teve duração de 12 semanas, contando com frequência semanal de três sessões (segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira) e com os exercícios *leg press*, supino, flexão de joelho, puxador, remada e abdominal. A prescrição foi organizada de modo que, durante

a mesma semana, nenhum treino fosse similar a outro. Além disso, cada sessão contou com estímulos diversificados, oriundos de diferentes combinações entre volume, intensidade e densidade (Tabela 1).

A intensidade (kg) foi aumentada entre 5% e 10% sempre que o número máximo de repetições era atingido em todas as séries de determinado exercício. O programa de treinamento foi conduzido sob supervisão de profissionais de educação física com experiência comprovada.

Tabela 1. Protocolo de treinamento resistido não linear

	1º treino da semana	2º treino da semana	3º treino da semana
I			
Intensidade alta	<i>Leg press</i>	Flexão de joelho	Remada
Volume baixo	Supino	Puxador	Abdominal [¥]
II			
Intensidade moderada	Flexão de joelho	Remada	<i>Leg press</i>
Volume moderado	Puxador	Abdominal [¥]	Supino
III			
Intensidade baixa	Remada	<i>Leg press</i>	Flexão de joelho
Volume alto	Abdominal [¥]	Supino	Puxador

I – 3 séries, 4 a 6 repetições, aproximadamente 85% de uma repetição máxima (1RM), 120 a 180 segundos de intervalo; II – 3 séries, 8 a 12 repetições, aproximadamente 70% de 1RM, 60 a 90 segundos de intervalo; III – 3 séries, 15 a 20 repetições, aproximadamente 60% de 1RM, 45 segundos de intervalo. [¥] O exercício abdominal foi realizado exclusivamente com a massa corporal.

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O teste Shapiro-Wilk foi aplicado para investigar a normalidade dos dados. Para a comparação pré-TRNL vs. pós-TRNL, foi adotado o teste *t* pareado (dados paramétricos) ou Wilcoxon (dados não paramétricos) e nível de significância de $p < 0,05$. As análises estatísticas foram executadas nos programas Prism GraphPad® 7.0 e Origin Pro® 9.0.

RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta os dados de desempenho físico e características antropométricas dos momentos pré-TRNL e pós-TRNL. Após 12 semanas de treinamento, ocorreram ganhos significantes de FM e RF em todos os exercícios, inclusive nos de membros superiores. Apesar de não ter sido observada diferença significativa para o IMC, houve diminuição do %GC e aumento do %MM.

Tabela 2. Efeitos do treinamento resistido não linear sobre força máxima, resistência de força e antropometria em mulheres sobreviventes de câncer de mama

	pré-TRNL	pós-TRNL	<i>p</i>
Força Máxima			
<i>Leg press</i> (kg)	130 (43,2)	200,5 (59,6)	0,000*
Supino (kg)	22 (6,4)	33 (8,6)	0,000*
Flexão de joelho (kg)	10 [3,3]	14 [3]	0,000*
Puxador (kg)	28,3 (6,1)	36,3 (10)	0,001*
Remada (kg)	33,5 (7)	42,1 (7,7)	0,000*
Resistência de Força			
<i>Leg press</i> (reps)	19,5 [10]	33,5 [12,5]	0,000*
Supino (reps)	20 (7)	29,8 (8,5)	0,001*
Flexão de joelho (reps)	20 [10]	40 [15,5]	0,000*
Puxador (reps)	24,6 (7,8)	43,8 (9,3)	0,000*
Remada (reps)	20,6 (5,3)	33,9 (6,5)	0,000*
Antropometria			
IMC (kg/m ²)	26,5 (5,2)	26,7 (5,2)	0,090
Percentual de gordura corporal	39,2 (7,4)	38,1 (7,2)	0,004*
Percentual de massa magra	57,3 (7)	58,3 (7)	0,008*

TR – treinamento resistido não linear; IMC – índice de massa corporal; reps – número de repetições. Os valores estão apresentados em média (desvio-padrão) para dados paramétricos e em mediana [intervalo interquartil] para dados não paramétricos. * $p < 0,05$.

A Tabela 3 detalha os efeitos do TRNL sobre os demais indicadores de saúde analisados no presente estudo. Ocorreram mudanças significantes sobre todos os aspectos bioquímicos, com aumento de HDL-C e redução de t-C, t-C/HDL-C, LDL-C, LDL-C/HDL-C, VLDL e TGC. Dentre os aspectos hematológicos, houve

redução significativa de eritrócitos, hemoglobina e plaquetas. Por sua vez, os parâmetros biofísicoquímicos de estabilidade osmótica e estabilidade mecânica da membrana eritrocitária não demonstraram quaisquer diferenças significantes na comparação pré-TRNL vs. pós-TRNL.

Tabela 3. Efeitos do treinamento resistido não linear sobre aspectos hematológicos, bioquímicos e biofísicoquímicos em mulheres sobreviventes de câncer de mama

	pré-TRNL	pós-TRNL	<i>p</i>
(Continua)			
Aspectos hematológicos			
Eritrócitos (10 ⁶ /mm ³)	4,8 (0,4)	4,6 (0,3)	0,007*
Hemoglobina (g/dL)	13,8 (1)	13,4 (0,7)	0,015*
Hematócrito (%)	41,2 (3,2)	40,3 (2,2)	0,063

			(Conclusão)
VCM (fL)	86,4 (5)	87,1 (4,3)	0,129
HCM (pg)	29 (1,7)	29,1 (1,7)	0,676
CHCM (g/dL)	33,7 (0,8)	33,4 (1,1)	0,089
RDW (%)	13,3 [1,1]	13,7 [1,2]	0,582
Plaquetas ($10^3/\text{mm}^3$)	214,7 (48,2)	201,6 (37,9)	0,026*
Leucócitos ($10^3/\text{mm}^3$)	5,3 (1)	5,5 (1,1)	0,193
Aspectos bioquímicos			
t-C (mg/dL)	204 [23]	194,5 [22,5]	0,014*
HDL-C (mg/dL)	48,6 (8,5)	55,3 (8,5)	0,000*
t-C/HDL-C	4,4 (1,1)	3,7 (0,8)	0,000*
LDL-C (mg/dL)	125,2 (28,2)	110,8 (21,9)	0,003*
LDL/HDL-C	2,6 [1,2]	2 [0,6]	0,000*
VLDL (mg/dL)	31,5 (12,7)	28,3 (10,1)	0,045*
TGC (mg/dL)	157,3 (63,7)	141,6 (50,4)	0,045*
Estabilidade osmótica			
A _{max} (ΔOD)	1,18 (0,09)	1,15 (0,06)	0,296
A _{min} (ΔOD)	0,01 [0,22]	0,01 [0,21]	0,949
H ₀ (g/dL NaCl)	0,46 (0,02)	0,47 (0,01)	0,136
H ₅₀ (g/dL NaCl)	0,44 (0,01)	0,44 (0,01)	0,058
H ₁₀₀ (g/dL NaCl)	0,41 (0,02)	0,42 (0,01)	0,060
dX (g/dL NaCl)	0,01 (0,00)	0,01 (0,00)	0,490
Estabilidade mecânica			
A _{max} (ΔOD)	0,70 [0,11]	0,67 [0,08]	0,063
t _{1/2} (s)	66,58 [48,36]	55,88 (15,05)	0,222

TR – treinamento resistido não linear; VCM – volume corpuscular médio; HCM – hemoglobina corpuscular média; CHCM – concentração de hemoglobina corpuscular média; RDW – *red cell distribution width*; t-C – colesterol total; HDL-C – *high-density lipoprotein cholesterol*; LDL-C – *low-density lipoprotein cholesterol*; VLDL – *very-low-density lipoprotein cholesterol*; TGC – triglicerídeos; A_{max} – platô máximo de absorvância de 540 nm no teste de estabilidade osmótica; A_{min} – platô mínimo de absorvância de 540 nm no teste de estabilidade osmótica; H₀ – concentração salina no ponto inicial da curva; H₅₀ – concentração de NaCl que libera 50% das moléculas de hemoglobina da população de eritrócitos; H₁₀₀ – concentração salina no ponto em que a lise in vitro atinge seu platô máximo; dX – um quarto da variação da concentração de NaCl responsável por promover 100% de hemólise; A_{max} – platô máximo de absorvância de 540 nm no teste de estabilidade mecânica; t_{1/2} – intervalo de tempo necessário para a liberação de 50% do total de hemoglobina presente na amostra de eritrócitos. Os valores estão apresentados em média (desvio-padrão) para dados paramétricos e em mediana [intervalo interquartil] para dados não paramétricos. * $p < 0,05$.

DISCUSSÃO

O presente estudo adiciona novas perspectivas teórico-práticas ao campo de exercício em oncologia e promoção da saúde.

Em resposta a um protocolo de TRNL, em que estímulos diversificados de volume, intensidade e densidade foram trabalhados em todas as sessões, mulheres SCMs demonstraram ganhos significantes de FM e RF, inclusive

para exercícios de membros superiores. Além disso, ocorreram mudanças desejáveis sobre a composição corporal e parâmetros de perfil lipídico. Supreendentemente, houve redução de eritrócitos, hemoglobina e plaquetas. Em conjunto, são achados que evidenciam a necessidade de monitoramento constante dessa população, bem como de sua responsividade preservada ao exercício. Em nosso conhecimento, este é o primeiro estudo a apresentar resultados multidimensionais sobre desempenho físico, antropometria, aspectos hematológicos, bioquímicos e biofísicoquímicos em SCMs submetidas ao TRNL.

Ao alcançar níveis satisfatórios de assiduidade (> 75%) e confirmar a viabilidade desse tipo de exercício para SCMs, o presente trabalho estabelece um modelo capaz de confrontar os prejuízos físicos e cognitivos geralmente observados nessa população^{1,9}. Inclusive, a segurança demonstrada ao longo desse programa supervisionado de treinamento contrapõe a falsa crença de que mulheres SCMs e com histórico de tratamento cirúrgico não deveriam praticar exercícios resistidos que envolvam membros superiores. Do ponto de vista prático, levando em conta todos os cuidados necessários, esse conhecimento favorece a organização e implementação de ações interdisciplinares por parte de diferentes profissionais da saúde nos diversos níveis de atenção.

Como a inatividade física está associada a maiores riscos de desenvolvimento de câncer secundário e de mortalidade¹⁹, a quebra desse círculo vicioso destaca-se, portanto, como um ponto de partida no cenário de reabilitação e promoção da saúde de SCMs, abrindo margem para outros benefícios. Devido à natureza peculiar do exercício resistido, ampliam-se as possibilidades de manejo dessa população. Isso porque, quando comparado ao exercício aeróbio,

o TR tem certa especificidade de estímulos e respostas sobre a morfologia e função do sistema musculoesquelético, fazendo frente a problemas como baixa densidade mineral óssea e sarcopenia¹².

Os ganhos de FM e RF são especialmente importantes para mulheres com histórico de mastectomia e linfadenectomia, como as que fizeram parte deste estudo. Afinal, fraqueza muscular localizada, perda de amplitude de movimento e linfedema são queixas comuns por parte desse público⁵. Além disso, sendo a força um componente-chave da aptidão física relacionada à saúde, o TRNL pode desencadear repercussões positivas sobre as atividades da vida diária, independência funcional e qualidade de vida das SCMs^{3,20}.

Vale destacar que a elaboração do treinamento pode ser feita de diferentes maneiras, e isso representa um fator decisivo para o sucesso da intervenção. Assim, variáveis que fizeram parte do presente estudo — tais como ampla escala de intensidade (60%-85% 1RM), escolha e ordem dos exercícios (alternância entre membros superiores e inferiores), frequência semanal e massa muscular envolvida — foram cuidadosamente selecionadas com base em recomendações prévias direcionadas a SCMs^{12,21}.

O modelo de TRNL aqui proposto também gerou redução do %GC e aumento do %MM, ainda que sem alterações significantes sobre o IMC. São desfechos satisfatórios, pois as funções desempenhadas pelo tecido adiposo e pelo músculo esquelético estão cada vez mais em evidência²². No trabalho de Dieli-Conwright et al.²³, mulheres SCMs também participaram de um programa de treinamento supervisionado, mas com o TR sendo executado durante 16 semanas, no estilo de circuito e em combinação com atividades aeróbias. Além de mudanças sobre a composição corporal, os resultados demonstraram os benefícios do exercício sobre o

perfil de macrófagos do tecido adiposo e liberação de citocinas inflamatórias.

Fato é que as adipocinas e miocinas já são reconhecidas por seus efeitos autócrinos, parácrinos e endócrinos, portanto, pela capacidade de modular ambientes pró-inflamatórios ou anti-inflamatórios²². Logo, em alinhamento com essas propostas disponíveis na literatura, as mudanças alcançadas no presente estudo ressaltam o impacto positivo de 12 semanas de TRNL na promoção da saúde de SCMs. As variações dos componentes de carga dentro da mesma sessão foram consideradas justamente para otimizar a relação tempo-efetividade, modular o gasto energético, evitar platôs de desempenho e estimular diferentes padrões de recrutamento muscular²¹.

Surpreendentemente, houve redução nos níveis de hemoglobina e na contagem de eritrócitos e plaquetas, contrariando dados como os de Herrero et al.²⁴, que não demonstraram quaisquer interferências do TR sobre aspectos hematológicos em mulheres SCMs. As mudanças observadas no presente estudo seriam relativamente esperadas somente se as voluntárias estivessem em fases mais agudas e rigorosas de tratamento, quando as incidências de trombocitopenia²⁵ e anemia são elevadas²⁶. De qualquer modo, visto que, mesmo diante das mudanças significantes, os valores mantiveram-se dentro da faixa de referência, são resultados que não inviabilizam a participação de SCMs em programas TRNL, mas que alertam sobre a necessidade de monitoramento constante dessa população.

No que diz respeito aos aspectos bioquímicos, já está bem estabelecido que os desequilíbrios lipídicos são peça-chave no desenvolvimento de síndrome metabólica⁷ e doenças cardiovasculares em SCMs¹⁰. Atentos a isso, Abbasi et al.²⁷ investigaram recentemente os efeitos do exercício físico sobre o perfil

lipídico de pacientes de CM, mas constataram que os treinamentos empregados foram incapazes de gerar benefícios sobre t-C, TGC, HDL-C e LDL-C. Já no modelo de 12 semanas de TRNL utilizado no presente estudo, obteve-se aumento significativo de HDL-C, que é uma lipoproteína fundamental no transporte reverso de colesterol²⁸; e diminuição nos níveis de t-C, t-C/HDL-C, LDL-L, LDL-C/HDL-C, VLDL-C e TGC. Esses resultados ressaltam o papel decisivo que o tipo e o protocolo de exercício assumem em relação aos desfechos alcançados sobre a saúde.

Em relação aos parâmetros biofísicoquímicos, não houve quaisquer mudanças significantes, revelando um panorama contrário àqueles observados em atividades aeróbias com homens saudáveis e fisicamente ativos^{29,30}. Ainda que sejam populações e modalidades diferentes, tais achados prévios evidenciam os possíveis efeitos do exercício sobre propriedades da membrana celular. Assim, futuras pesquisas poderão investigar quais são as respostas geradas por outros modelos de TRNL, inclusive em programas de treinamento mais duradouros. Como a concentração de colesterol no sangue está intimamente associada com a composição e funcionalidade da membrana¹⁶, é possível que diferenças de maior magnitude sobre o perfil lipídico acarretem alterações de estabilidade osmótica e mecânica dos eritrócitos.

Como o CM já representa a principal causa de incidência global de câncer na população feminina, estratégias seguras, não farmacológicas, eficientes e de baixo custo merecem ampla atenção tanto no cenário de prevenção da doença quanto na promoção da saúde de SCMs. Por ser uma opção atraente aos cofres públicos, o TR também favorece a alocação de verbas em outras esferas da saúde coletiva. Inclusive, trata-se de uma modalidade que pode ser promovida em ambientes fechados ou ao ar livre, hospitais, parques, condomínios residenciais etc.,

democratizando seu acesso para mulheres com diferentes condições socioeconômicas.

Tomadas em conjunto, informações baseadas em evidências e com alta aplicabilidade, como as do presente estudo, são decisivas para que profissionais de diferentes áreas (medicina, enfermagem, fisioterapia, educação física, nutrição, psicologia etc.) possam aprimorar sua atuação e conduzir estratégias interdisciplinares. Isso gera perspectivas de maior qualidade no acompanhamento de SCMs, promovendo saúde e qualidade de vida para esse público.

CONCLUSÃO

As mudanças observadas após o período de treinamento indicam a preservada responsividade de SCMs ao exercício. As alterações sobre alguns aspectos hematológicos alertam para a necessidade de monitoramento constante dessa população. Os benefícios sobre FM, RF, composição corporal e perfil lipídico atestam o impacto positivo multifatorial do TRNL sobre a saúde, destacando-o, portanto, como uma abordagem de grande potencial. Finalmente, por causa das baixas despesas de implantação e manutenção, a prática supervisionada do TRNL apresenta-se como uma alternativa de excelente custo-benefício para os sistemas público e/ou privado de saúde.

REFERÊNCIAS

- Nardin S, Mora E, Varughese FM, D'Avanzo F, Vachanaram AR, Rossi V, et al. Breast cancer survivorship, quality of life, and late toxicities. *Front Oncol.* 2020;10:864. doi:10.3389/fonc.2020.00864
- OMS. Organização Mundial da Saúde. Breast Cancer. 2021 [acesso em: 11 set. 2022]. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/breast-cancer>.
- Palesh O, Scheiber C, Kesler S, Mustian K, Koopman C, Schapira L. Management of side effects during and post-treatment in breast cancer survivors. *Breast J.* 2018;24(2):167-75. doi:10.1111/tbj.12862
- Oliveira TR, Corrêa CSL, Weiss VF, Baquião APSS, Carvalho LL, Grincenkov FRS, et al. Câncer de mama e imagem corporal: impacto dos tratamentos no olhar de mulheres mastectomizadas. *Saúde e pesquisa (Online).* 2019;12(3):451-62. doi:10.17765/2176-9206.2019v12n3p451-462
- Lovelace DL, McDaniel LR, Golden D. Long-term effects of breast cancer surgery, treatment, and survivor Care. *J Midwifery Womens Health.* 2019;64(6):713-24. doi:10.1111/jmwh.13012
- Vance V, Mourtzakis M, Hanning R. Relationships between weight change and physical and psychological distress in early-stage breast cancer survivors. *Cancer Nurs.* 2019;42(3):E43-E50. doi:10.1097/NCC.0000000000000612
- Shahril MR, Amirfaiz S, Lua PL, Nurnazahiah A, Zakarai NS, Kow VL, et al. Prevalence of metabolic syndrome among breast cancer survivors in East Coast of Peninsular Malaysia. *BMC Public Health.* 2021;21(1):238. doi:10.1186/s12889-021-10288-9
- Subramaniam S, Subramaniam S, Jagadeesan M, Devi CS. Alterations in erythrocyte membrane structure of breast cancer patients treated with CMF--a lipid profile. *Chemotherapy.* 1994;40(6):427-30. doi:10.1159/000239303
- Sabiston CM, Lacombe J, Faulkner G, Jones J, Trinh L. Profiling sedentary behavior in breast cancer survivors: Links with depression symptoms during the early survivorship period. *Psychooncology.* 2018;27(2):569-75. doi:10.1002/pon.4520
- Buttros DAB, Branco MT, Orsatti CL, Almeida-Filho BS, Nahas-Neto J, Nahas

- EAP. High risk for cardiovascular disease in postmenopausal breast cancer survivors. *Menopause*. 2019;26(9):1024-30. doi:10.1097/GME.0000000000001348
11. El Haidari R, Abbas LA, Nerich V, Anota A. Factors associated with health-related quality of life in women with breast cancer in the middle east: A systematic review. *Cancers (Basel)*. 2020;12(3). doi:10.3390/cancers12030696
12. Montano-Rojas LS, Romero-Perez EM, Medina-Perez C, Reguera-Garcia MM, de Paz JA. Resistance training in breast cancer survivors: A systematic review of exercise programs. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(18). doi:10.3390/ijerph17186511
13. Ammitzboll G, Johansen C, Lanng C, Andersen EW, Kroman N, Zerahn B, et al. Progressive resistance training to prevent arm lymphedema in the first year after breast cancer surgery: Results of a randomized controlled trial. *Cancer*. 2019;125(10):1683-92. doi:10.1002/cncr.31962
14. Ammitzboll G, Kristina Kjaer T, Johansen C, Lanng C, Wreford Andersen E, Kroman N, et al. Effect of progressive resistance training on health-related quality of life in the first year after breast cancer surgery - results from a randomized controlled trial. *Acta Oncol*. 2019;58(5):665-72. doi:10.1080/0284186X.2018.1563718
15. Rhea MR, Ball SD, Phillips WT, Burkett LN. A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for strength. *J Strength Cond Res*. 2002;16(2):250-5.
16. Freitas MAR, da Costa AV, Medeiros LA, Cunha LM, Coutinho Filho U, Garrote Filho MDS, et al. The role of the erythrocyte in the outcome of pregnancy with preeclampsia. *PLoS One*. 2019;14(3):e0212763. doi:10.1371/journal.pone.0212763
17. Brown LE, Weir JP. ASEP procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. *JEPonline*. 2001;4(3):1-21.
18. Leite MAFJ, Penha-Silva N, Oliveira CJF, Mariano IM, Giolo JS, Costa JG, et al. Effects of nonlinear training with resistance exercise on breast cancer survivor with lymphedema and hypothyroidism during adjuvant hormone therapy: a case study. *J Womens Health, Issues Care*. 2017;6(3):1-6. doi:10.4172/2325-9795.1000269
19. Patel AV, Friedenreich CM, Moore SC, Hayes SC, Silver JK, Campbell KL, et al. American College of Sports Medicine roundtable report on physical activity, sedentary behavior, and cancer prevention and control. *Med Sci Sports Exerc*. 2019;51(11):2391-402. doi:10.1249/MSS.0000000000002117
20. Ohira T, Schmitz KH, Ahmed RL, Yee D. Effects of weight training on quality of life in recent breast cancer survivors: The Weight Training for Breast Cancer Survivors (WTBS) study. *Cancer*. 2006;106(9):2076-83. doi:10.1002/cncr.21829
21. De Backer IC, Schep G, Backx FJ, Vreugdenhil G, Kuipers H. Resistance training in cancer survivors: A systematic review. *Int J Sports Med*. 2009;30(10):703-12. doi:10.1055/s-0029-1225330
22. Kirk B, Feehan J, Lombardi G, Duque G. Muscle, bone, and fat crosstalk: The biological role of myokines, osteokines, and adipokines. *Curr Osteoporos Rep*. 2020;18(4):388-400. doi:10.1007/s11914-020-00599-y
23. Dieli-Conwright CM, Parmentier JH, Sami N, Lee K, Spicer D, Mack WJ, et al. Adipose tissue inflammation in breast cancer survivors: Effects of a 16-week combined aerobic and resistance exercise training intervention. *Breast Cancer Res Treat*. 2018;168(1):147-57. doi:10.1007/s10549-017-4576-y
24. Herrero F, San Juan AF, Fleck SJ, Balmer J, Perez M, Canete S, et al. Combined aerobic

- and resistance training in breast cancer survivors: A randomized, controlled pilot trial. *Int J Sports Med.* 2006;27(7):573-80. doi:10.1055/s-2005-865848
25. Weycker D, Hatfield M, Grossman A, Hanau A, Lonshteyn A, Sharma A, et al. Risk and consequences of chemotherapy-induced thrombocytopenia in US clinical practice. *BMC Cancer.* 2019;19(1):151. doi:10.1186/s12885-019-5354-5
26. Muthanna FMS, Karuppanan M, Abdulrahman E, Uitrakul S, Rasool BAH, Mohammed AH. Prevalence and associated factors of anemia among breast cancer patients undergoing chemotherapy: A prospective study. *Adv Pharmacol Pharm Sci.* 2022;2022:7611733. doi:10.1155/2022/7611733
27. Abbasi F, Khademi Z, Eslami R, Milajerdi A. The effect of exercise training on serum glucose and lipid profiles in patients with breast cancer: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *J Phys Act Health.* 2021;18(7):863-77. doi:10.1123/jpah.2020-0637
28. Marques LR, Diniz TA, Antunes BM, Rossi FE, Caperuto EC, Lira FS, et al. Reverse cholesterol transport: Molecular mechanisms and the non-medical approach to enhance HDL cholesterol. *Front Physiol.* 2018;9:526. doi:10.3389/fphys.2018.00526
29. Paraiso LF, de Freitas MV, Goncalves EOAF, de Almeida Neto OP, Pereira EA, Mascarenhas Netto RC, et al. Influence of acute exercise on the osmotic stability of the human erythrocyte membrane. *Int J Sports Med.* 2014;35(13):1072-7. doi:10.1055/s-0034-1371834
30. Paraiso LF, Goncalves EOAF, Cunha LM, de Almeida Neto OP, Pacheco AG, Araujo KB, et al. Effects of acute and chronic exercise on the osmotic stability of erythrocyte membrane of competitive swimmers. *PLoS One.* 2017;12(2):e0171318. doi:10.1371/journal.pone.0171318