

## Respostas agudas da glicose sanguínea no segundo dia da recuperação do exercício resistido de moderada vs. alta intensidade em mulheres com diabetes tipo 2

Loumaíra Carvalho da Cruz<sup>1</sup>  Alfredo Anderson Teixeira-Araújo<sup>1</sup>  Karoline Teixeira Passos de Andrade<sup>1</sup>   
Lorrana Kayola dos Santos Barros<sup>1</sup>  Thamires Santos do Vale<sup>1</sup>  Sabrina Souza Augusto<sup>1</sup>  Sergio Rodrigues Moreira<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF. Petrolina/PE, Brasil.  
E-mail: sergio.moreira@univasf.edu.br

### Resumo

O exercício resistido (ER) pode reduzir a glicose no sangue em pessoas com diabetes tipo 2 (DM2). No entanto, é necessária maior clareza quanto à intensidade do ER e ao tempo necessário para essa resposta aguda. Portanto, o objetivo deste estudo foi comparar as respostas agudas de glicose no sangue no segundo dia de recuperação do ER moderada versus de alta intensidade em mulheres com DM2. Doze mulheres com DM2 (55,2 ± 4,0 anos; 70,1 ± 11,4 kg; e 155,7 ± 3,3 cm) realizaram duas sessões experimentais com sete dias de intervalo em ordem aleatória. Para a sessão 1: ER40% do teste de uma repetição máxima (1RM) e sessão 2: ER80%1RM, com 16 e 8 repetições para cada série, respectivamente, em 7 exercícios com 3 circuitos durante 40min. A glicemia foi monitorada por 35h (primeiro dia: 24h e segundo dia: 11h) a cada 5 minutos após cada sessão experimental pelo Sistema de Monitoramento Contínuo de Glicose (modelo Guardian REAL-Time). O teste t de Student não mostrou diferença significativa na glicemia do segundo dia (11h) após as sessões de ER40%1RM vs. RE80%1RM [respectivamente, 161,3 ± 62,3 mg.dL<sup>-1</sup> vs. 157,2 ± 41,9 mg.dL<sup>-1</sup>; t (11) = 0,259; p = 0,800]. A ANOVA two-way para medidas repetidas mostrou que as respostas de glicose no sangue a cada hora durante a recuperação no segundo dia não mostraram diferenças significativas entre as sessões de ER [F (1,731; 19,039) = 0,688; p = 0,734]. Concluímos que as respostas glicêmicas agudas no segundo dia da recuperação do ER de intensidade moderada e alta não diferiram entre as mulheres com DM2.

**Palavras-chaves:** Exercício resistido. Diabetes. Controle glicêmico.

### INTRODUÇÃO

Dezesseis milhões de brasileiros foram diagnosticados com diabetes mellitus, com o Brasil ocupando a quinta posição no ranking mundial em relação ao número de casos<sup>1</sup>. A prevalência de diabetes mellitus é de 23% em brasileiros de idade mais avançada e o sexo feminino apresenta maior risco<sup>2</sup>.

O diabetes tipo 2 (DM2) representa 90% de todos os casos e é considerado uma doença crônica por defeitos nos pós-receptores da via da insulina, o que causa diminuição da sensibilidade à insulina<sup>1</sup>. A DM2 é caracterizada por alterações

metabólicas com níveis elevados de glicose no sangue e constância do estado hiperglicêmico<sup>3-4</sup>. A hiperglicemia crônica pode causar apoptose celular e lesões em órgãos e tecidos-alvo<sup>5</sup>. A hiperglicemia tem sido associada à rigidez arterial<sup>6</sup>, disfunção endotelial seguida de arteriosclerose<sup>7</sup>, e doenças cardiovasculares, principalmente em mulheres<sup>8,9</sup>, as quais são as mais afetadas pelas internações e apresentam maior risco de mortalidade decorrente de diabetes mellitus<sup>10</sup>.

O exercício físico tem sido fortemente recomendado como uma ferramenta eficaz no con-

DOI: 10.15343/0104-7809.202246348356P

trole glicêmico de indivíduos com DM<sup>23,11-17</sup>. Evidências sugerem que uma única sessão de exercício aeróbio<sup>14,18</sup> e exercício resistido (ER)<sup>19-22</sup> pode promover o controle glicêmico em um período de até 24 horas. Entretanto, a relação da intensidade do ER com os efeitos agudos no controle glicêmico de pacientes com DM2 ainda é conflitante, devido à duração e magnitude das respostas do ER de baixa, moderada ou alta intensidade, bem como à validade externa dos resultados obtidos (puramente laboratoriais vs. condições da vida real)<sup>18-22</sup>.

Além disso, até onde sabemos, nenhuma evidência do efeito agudo de diferentes intensidades de ER foi encontrada para alterações na resposta da glicose no sangue por mais de 24 horas em indivíduos com DM2. Tais resultados podem contribuir tanto para a comunidade científica quanto para pacientes com DM2 que podem se beneficiar dos efeitos agudos do ER de alta

intensidade, o que ainda pode ser questionável quanto ao controle glicêmico<sup>20,22</sup>. Ademais, o ER de alta intensidade poderia contribuir a médio e longo prazo (efeito do treino) para pacientes com DM2<sup>16</sup>, que apresentam maior declínio da massa muscular, força muscular e capacidade funcional com o envelhecimento<sup>23</sup>. Assim, a fim de esclarecer a compreensão das respostas agudas tardias ao ER, o objetivo deste estudo foi comparar as respostas agudas de glicose no sangue no segundo dia de recuperação do ER de intensidade moderada versus alta em mulheres com DM2. Embora estudos prévios tenham demonstrado uma distinção entre os efeitos do ER de intensidade moderada versus alta sobre as concentrações de glicose no sangue nas primeiras 24 horas<sup>19,20</sup>, a hipótese do presente estudo é que no segundo dia essas diferenças deixarão de existir e que a sessão de ER de alta intensidade também possa oferecer controle glicêmico para mulheres com DM2.

## METODOLOGIA

### *Desenho Experimental*

O desenho deste estudo incluiu sessões experimentais concluídas dentro de duas semanas de intervenção. As respostas glicêmicas foram analisadas por um período de 35 horas após a realização das sessões de ER (40%1RM e 80%1RM) em ordem aleatória. Para o primeiro dia (Dia 1), foram realizados os testes ER40%1RM ou ER80%1RM. No segundo dia (Dia 2), o efeito prolongado (11h) da sessão de ER em diferentes intensidades sobre a concentração glicêmica foi analisado como objetivo deste estudo. Para a análise das respostas glicêmicas, adotou-se o sistema de monitoramento contínuo da glicose.

### *Participantes*

Doze mulheres na pós-menopausa com DM2 participaram do estudo de acordo com critérios de participação pré-definidos, a saber: i) do sexo feminino; ii) com diagnóstico de DM2; iii) clinicamente estável, e; iv) idade entre 40 e 60 anos. Os critérios de exclusão considerados: i) uso de in-

ulina exógena; ii) obesidade mórbida (índice de massa corporal >40 kg.m<sup>2</sup>); iii) glicemia descompensada; iv) anormalidades no eletrocardiograma de repouso com isquemia cardíaca aguda; v) cardiopatia, retinopatia diabética proliferativa ou neuropatia autonômica grave; vi) amputação de membros superiores ou inferiores; vii) hipertensão arterial não controlada (pressão arterial sistólica >160 mmHg e/ou diastólica >100 mmHg); viii) nefropatia diabética (albuminúria ≥14 mg/L ou >30 mg/24h); ix) insuficiência renal crônica; x) limitações no desempenho do exercício devido à lesão articular/óssea/muscular esquelética e; xi) fumantes. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Estudos e Pesquisas da Universidade Federal do Vale do São Francisco (nº 0005/180814). Além disso, este estudo está registrado no [www.clinicaltrials.gov](http://www.clinicaltrials.gov) (Nº NCT02645448). A pesquisa foi conduzida de acordo com os princípios da Declaração de Helsinque. As características gerais de todos os participantes estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1** – Média  $\pm$  desvio padrão das características descritivas dos participantes (n = 12). Petrolina, Pernambuco, Brasil, 2018.

Características gerais	
Idade (anos)	55,2 $\pm$ 4,0
Massa corporal (kg)	70,1 $\pm$ 11,4
Altura (cm)	155,7 $\pm$ 3,3
Índice de massa corporal (kg.m <sup>2(-1)</sup> )	29,0 $\pm$ 5,4
Percentual de gordura (%)	30,4 $\pm$ 5,9
Nível de atividade física (min.sem <sup>-1</sup> )	120,2 $\pm$ 22,3
Diagnóstico de DM2 (anos)	5,7 $\pm$ 3,7
Medicação (n)	
Metformina	7 (58,4%)
Sulfonilureias	1 (8,3%)
Metformina e sulfonilureias	3 (25,0%)
Apenas dieta	1 (8,3%)
Teste de uma repetição máxima (1RM)	
Supino (kg)	26,7 $\pm$ 6,6
Cadeira extensora (kg)	51,3 $\pm$ 15,1
Voador para Peitoral (kg)	19,8 $\pm$ 5,3
Cadeira flexora (kg)	49,2 $\pm$ 11,7
Puxada barra alta (kg)	33,3 $\pm$ 7,5
Leg Press (kg)	62,5 $\pm$ 18,3
Remada sentado (kg)	37,7 $\pm$ 8,3

### **Dieta, Atividade Física e Controle de Medicamentos**

Todos os participantes receberam orientações em relação à ingestão alimentar e à prática de atividades físicas diárias, de acordo com estudos prévios em nosso laboratório<sup>19,20</sup>. Durante a intervenção, os participantes receberam um café da manhã padronizado com 285 kcal (45g de carboidratos, 6g de proteínas e 9g de gordura). Os participantes foram orientados a manter a mesma dieta durante o período de duas semanas de intervenção e registrar por 35 horas seu consumo nutricional em diário alimentar seguindo os procedimentos anteriores<sup>19,20</sup> e utilizando a Tabela Brasileira de Composição Alimentar<sup>27</sup>. As principais refeições (café da manhã - 7:00 / 7:20, almoço - 12:00 / 14:00, e jantar - 18:00 / 20:00) não apresentaram diferenças significativas entre as sessões experimentais (Tabela 2).

### **Procedimentos**

#### **Avaliações da linha de base**

Os participantes realizaram um eletrocardiograma de repouso para poder iniciar os procedimentos do estudo experimental. Todos os participantes realizaram anamnese sobre seu histórico de saúde, nível de exercício físico<sup>24</sup>, e avaliações antropométricas com circunferência da cintura, altura e massa corporal, índice de massa corporal<sup>25</sup> e percentual de gordura corporal também foram calculados<sup>26</sup>.

Todos os participantes foram submetidos a uma familiarização prévia com o protocolo de exercícios durante três dias alternados, de acordo com estudos anteriores<sup>19,20</sup>. Após 48 horas, foi realizado o teste de 1RM (supino, cadeira extensora, voador para peitoral, cadeira flexora, puxada barra alta, leg press e remada sentado) nos equipamentos Evidence® (Cachoeirinha/RS - Brasil) e Physicus® (Auriflama/SP - Brasil)<sup>20</sup>.

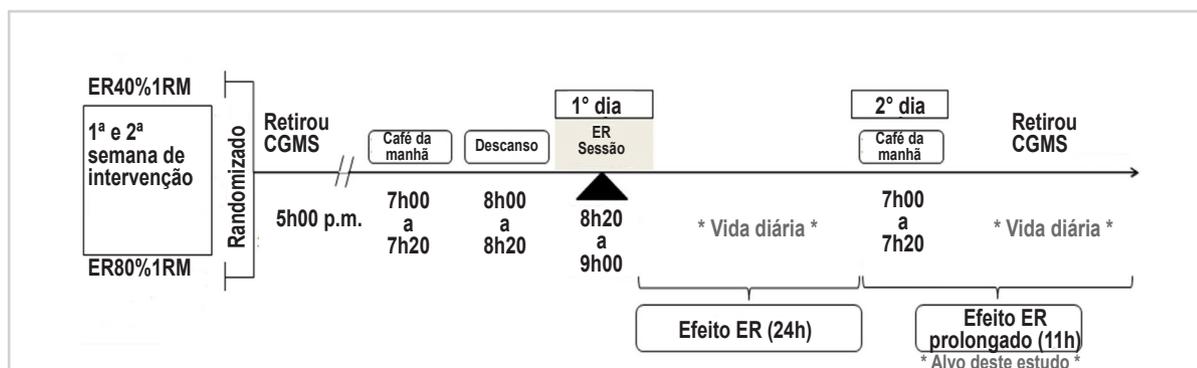
#### **Sistema de Monitoramento Contínuo de Glicose (SMCG)**

O SMCG com modelo Guardian REAL-Time (Minimed Medtronic, Inc., Northridge, CA, EUA), validado por estudos prévios<sup>28,29</sup>, foi instalado nos participantes para a realização da sessão de teste (CONT40%1RM e CONT80%1RM). O sensor de glicose (Sof-Sensor™) foi inserido no participante de acordo com estudos anteriores<sup>19,20</sup> e de acordo com as instruções de fábrica (Minimed Medtronic, Inc., Northridge, CA, EUA). Os participantes foram cegados para as avaliações do SMCG, que ocorreram a cada 5 minutos durante o período de intervenção de 35 horas (24h para o primeiro dia e 11h para o segundo dia). Para a análise dos resultados do SMCG, os dados foram exportados e os sinais convertidos do monitor portátil (Guardian REAL-Time) para um programa online (CareLink; MedTronic)<sup>29</sup>.

### Procedimentos do Estudo

Uma visão geral esquemática do estudo é mostrada na Figura 1. As concentrações glicêmicas foram analisadas em duas sessões experimentais, nas quais as mesmas foram separadas em sete dias e em ordem aleatória: Dia 1: ER40%1RM e Dia 2: ER80%1RM

ou Dia 1: ER80%1RM e Dia 2: efeito prolongado da sessão de ER a 40%1RM), ou Dia 1: ER80%1RM e Dia 2: efeito prolongado da sessão de ER a 80%1RM. Todos os procedimentos, incluindo a pré-intervenção (repouso), a intervenção (sessões de ER) e a pós-intervenção, ocorreram de acordo com estudos prévios em nosso laboratório<sup>19,20</sup>.



**Figura 1** – Visão geral esquemática do desenho do estudo. ER: Exercício de Resistência; CGMS: Sistema de Monitoramento Contínuo de Glicose.

### Análises Estatísticas

Os dados foram apresentados como média e desvio padrão. A normalidade dos dados foi confirmada pelo teste de Shapiro-Wilk. Os valores de concentração glicêmica foram utilizados para determinar a resposta ao longo do período pós-sessão experimental. O teste t de Student pareado foi realizado para testar as possíveis diferenças entre as condições experimentais do Dia 2 ER40%1RM vs. Dia 2 ER80%1RM ou um teste t não pareado para analisar o Dia 1

ER80%1RM vs. Dia 2 ER80%1RM. A análise de variância ANOVA two-way para medidas repetidas foi realizada para testar as possíveis diferenças no segundo dia entre as condições experimentais (ER40%1RM vs. ER80%1RM) a cada hora por um período de 11 horas. O Post-hoc de Bonferroni foi utilizado quando o valor de 'F' foi considerado significativo para a identificação de pares de diferenças. O nível de significância adotado foi  $p < 0,05$ . Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software SPSS para Windows v. 22.0.

## RESULTADOS

As características gerais, o uso de medicamentos, o nível de atividade física e o desempenho de força dos participantes estão apresentados na Tabela 1. Os registros alimentares diários não mostraram diferença quando comparados

entre sessões experimentais (Tabela 2). Além disso, as concentrações glicêmicas no jejum do período pré-intervenção das sessões experimentais não apresentaram diferença significativa (Tabela 2).

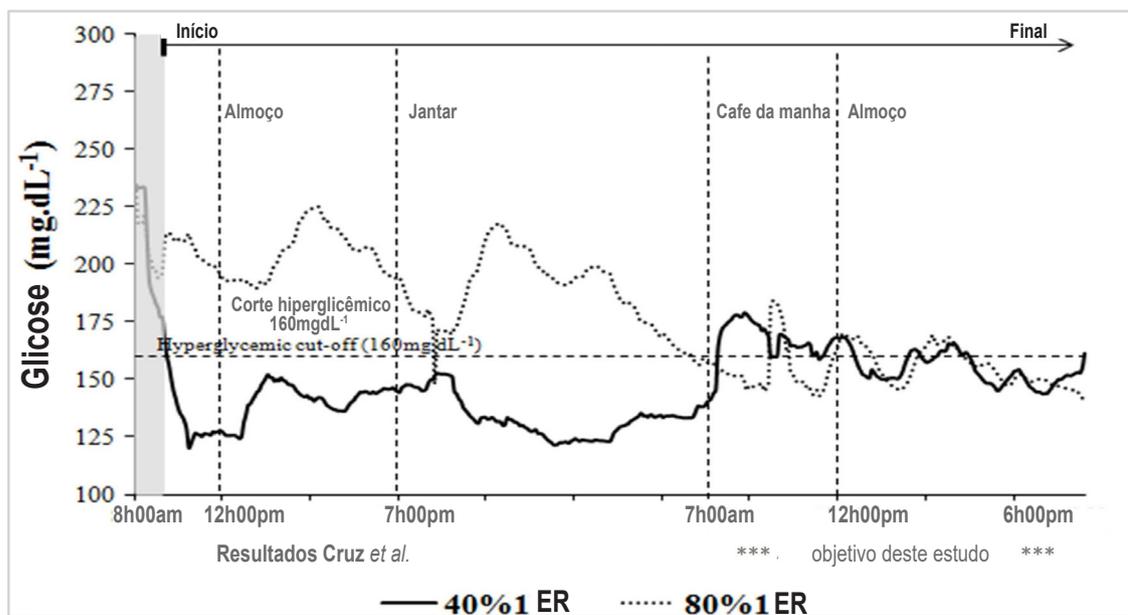
**Tabela 2** – Média  $\pm$  desvio padrão da ingestão habitual de energia (24 horas) e concentrações de glicose antes e após o café da manhã (n = 12). Petrolina, Pernambuco, Brasil, 2018.

	ER40%1RM	ER80%1RM	P valor
<b>Diário de ingestão de alimentos</b>			
Gordura (g.day <sup>-1</sup> )	39,1 $\pm$ 16,4	36,5 $\pm$ 13,8	0,669
% de ingestão	22,1 $\pm$ 8,2	22,2 $\pm$ 7,6	0,987
Carboidratos (g.dia <sup>-1</sup> )	236,2 $\pm$ 63,0	209,1 $\pm$ 38,9	0,219
% de ingestão	59,1 $\pm$ 8,0	56,8 $\pm$ 5,9	0,431
Proteína (g.dia <sup>-1</sup> )	67,3 $\pm$ 21,4	65,3 $\pm$ 24,6	0,839
% de ingestão	16,7 $\pm$ 2,9	17,4 $\pm$ 4,6	0,657
Consumo energético (kJ.dia <sup>-1</sup> )	6688,7 $\pm$ 1565,2	6184,0 $\pm$ 1094,6	0,370
<b>Concentração de glicose*</b>			
Glicemia de jejum (mg.dL <sup>-1</sup> )	144,5 $\pm$ 34,5	148,1 $\pm$ 35,0	0,702
Glicose de repouso (mg.dL <sup>-1</sup> )	232,1 $\pm$ 14,8	234,5 $\pm$ 9,8	0,470

Fonte: dados da pesquisa. P valor obtido pelo teste t de Student pareado. ER40%1RM e ER80%1RM = Exercício de resistência a 40% e 80% do teste de uma repetição máxima; Glicemia de jejum e de repouso = Concentrações médias de glicemia antes do café da manhã às 7h00 e pré-intervenção após o café da manhã entre 8h00 e 8h20.

A Figura 2 mostra a cinética da concentração de glicose no sangue durante as diferentes sessões experimentais. O nível de hiperglicemia, que corresponde a concentrações glicêmicas acima de 160 mg.dL<sup>-1</sup>, foi destacado em ambas as sessões e apre-

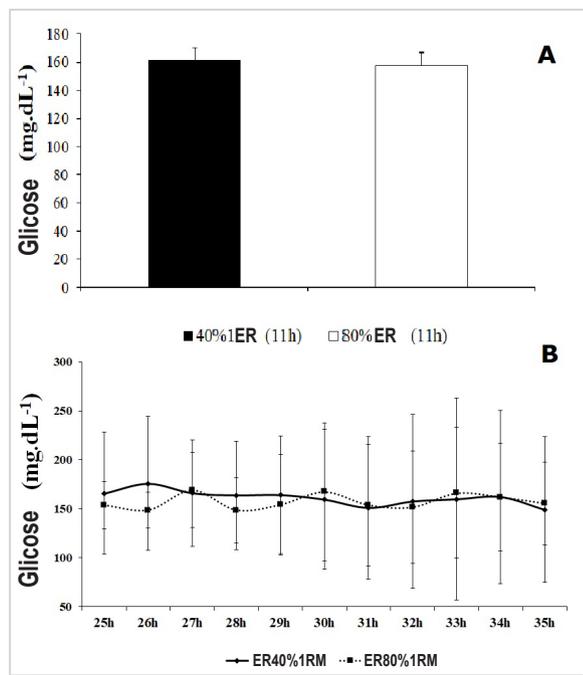
sentou valores controlados para ER80%1RM neste período tardio (segundo dia) quando comparado ao primeiro dia da mesma sessão (Dia 1 ER80%1RM = 195,0  $\pm$  17,0 mg.dL<sup>-1</sup> vs. Dia 2 ER80%1RM = 157,2  $\pm$  9,4 mg.dL<sup>-1</sup>; [t (392) = 23,777; p < 0,0001]).



**Figura 2** – Concentrações médias de glicose no sangue (n = 12) ao longo das 35 horas após o período de exercício de resistência no teste máximo de uma repetição de 40% (40%1RM) e 80%1RM. Linhas tracejadas verticais indicam a hora do almoço (12:00), jantar (19:00) e café da manhã (07:00). O nível de hiperglicemia 1, que corresponde a concentrações glicêmicas acima de 160 mg.dL<sup>-1</sup>, foi indicado por uma linha tracejada horizontal. O teste t de Student não pareado mostrou controle glicêmico até o segundo dia de ER de alta intensidade (Dia 1 \*ER\*80%1RM = 195,0  $\pm$  17,0 mg.dL<sup>-1</sup> vs. Dia 2 \*ER\*80%1RM = 157,2  $\pm$  9,4 mg.dL<sup>-1</sup> ; [t (392) = 23,777; p < 0,0001]).

A Figura 3A mostra a concentração glicêmica em todo o segundo dia nas sessões de ER40%1RM e ER80%1RM em que não houve diferença significativa [ $t(11) = 0,259$ ;  $p = 0,800$ ] entre as sessões. A Figura 3B mostra

a concentração média de glicemia (segundo dia) a cada hora durante a análise de 11h nas duas sessões, onde não foi possível identificar interação tempo\*sessão [ $F(1,731; 19,039) = 0,688$ ;  $p = 0,734$ ].



**Figura 3** – Média  $\pm$  desvio padrão da concentração glicêmica por 11 horas (A) e a cada hora (B) de avaliação no segundo dia em cada sessão de ER ( $n = 12$ ). Teste t de Student pareado (A) e ANOVA two-way para medidas repetidas (B).

## DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi comparar as respostas glicêmicas agudas no segundo dia de recuperação do ER de intensidade moderada versus alta em mulheres com DM2. O principal achado foi que a concentração glicêmica durante esse período posterior e prolongado de 11 horas de vida diária (segundo dia) nas sessões de ER40%1RM e ER80%1RM não foi diferente (Figuras 3A e 3B). Além disso, curiosamente, o controle glicêmico ocorreu após o ER de alta intensidade (Figura 2).

Em estudos prévios em nosso laboratório ao comparar o ER de intensidade moderada (43%1RM) com a ER leve (23%1RM), o ER leve foi mais efetivo no controle glicêmico de pacientes com DM2 em curto período de recuperação (2 horas) e dentro de um ambiente laboratorial<sup>22</sup>. Além disso, mais recentemente foi possível analisar em indivíduos com DM2 o efeito agudo de diferentes intensidades de ER comparando ER moderado (40%1RM) e de alta intensidade (80%1RM) durante um período de 24 horas<sup>19,20</sup>. Importante controle glicêmico ocorreu

nas primeiras 24h da sessão ER40%1RM, o que não pôde ser verificado nas sessões ER80%1RM e controle<sup>20</sup>. O mecanismo discutido para a falta de controle glicêmico 24 horas após o ER de alta intensidade pode ser baseado no aumento da produção endógena de glicose devido à estimulação adrenérgica e à ativação simpática<sup>13,30,31</sup>. Curiosamente, os achados do presente estudo parecem sugerir que o período de sono após ER80%1RM (após ~18 horas) tem alguma importância, uma vez que a concentração de glicose começa a diminuir a partir de então (Figura 2) e é mantida controlada e emparelhado com a sessão ER40%1RM nas 11h subsequentes e até a avaliação de 35h (Figura 2 e 3A-B). Especula-se que durante o dia após ER80%1RM (fase acordada) a produção de glicose no sangue em pacientes com DM2 tenha excedido a captação pelo músculo através de um aumento do impulso simpático ao fígado<sup>32</sup>. Por outro lado, quando esses pacientes passaram pelo período de sono o restabelecimento do nível neurofisiológico ocorreu devido à ajustes promovidos pelo núcleo supraquiasmático<sup>32</sup>. Como resultado, o reequilíbrio das concentrações de glicose no organismo pode ocorrer conforme apresentado após as sessões de ER realizadas no presente estudo (Figuras 2 e 3A-B).

Do ponto de vista clínico, esses resultados são importantes, uma vez que a hiperglicemia pode estar mais relacionada à rigidez arterial<sup>6</sup> e ao desenvolvimento de doença aterosclerótica<sup>5,7</sup>, o que aumenta o

risco de doenças cardiovasculares em mulheres com DM2<sup>9</sup>. Além disso, os resultados reforçam a possibilidade de prescrição de sessões de ER de alta intensidade para o controle glicêmico de indivíduos com DM2. Considerando que a amostra estava em estado prévio de hiperglicemia e que os pacientes com DM2 tinham controle glicêmico apenas entre 25h e 35h da sessão de ER80%1RM, sugerimos que, em uma condição prévia de hiperglicemia, sessões de ER de baixa intensidade devem ser realizadas para obter o estado de normoglicemia, como mostramos em um estudo anterior<sup>20</sup>. Por outro lado, no estado de normoglicemia, um paciente com DM2 já poderia iniciar uma sessão de ER de alta intensidade. Isso, além de manter a manutenção glicêmica nas 24 horas subsequentes<sup>20</sup>, poderia promover benefícios neuromusculares e cardiovasculares (funcionais e estruturais) com a realização frequente de sessões<sup>3,8,12,16</sup>. Com o tempo, atenuaria os fatores de risco associados à doença e ao envelhecimento<sup>23</sup>.

Embora no presente estudo não seja possível demonstrar tais resultados, é importante destacar um possível aumento da captação de glicose após a sessão de ER80%1RM. Koopman *et al.*<sup>33</sup> encontraram melhora na sensibilidade à insulina em homens saudáveis nas 24h após ER de alta intensidade (75%1RM). Fenicchia *et al.*<sup>21</sup> investigaram ER de alta intensidade em mulheres com DM2 e encontraram melhora na concentração integrada de glicose no sangue. Entretanto, concordando com os estudos supracitados, mesmo com o possível aumento da captação glicêmica na sessão ER80%1RM devido à maior exigência de intensidade no esforço<sup>21,33</sup>, destaca-se também a possível produção endógena excessiva de glicemia durante o dia<sup>13,30,31</sup> e principalmente nas ~18 horas após o ER de alta intensidade<sup>32</sup>. Por outro lado, Gordon *et al.*<sup>34</sup> não encontraram melhora na sensibilidade à insulina em pacientes com DM2 de 24 a 78 horas após a realização de ER de intensidade moderada a alta (45%, 60% e 75%1RM). Esses resultados são influenciados pelo protocolo escolhido, que recomendava apenas exercícios para membros inferior-

es. A metodologia do presente estudo envolveu os principais grupos musculares para membros superiores e inferiores<sup>20</sup>.

A aplicação prática desses resultados pode ser útil para indivíduos com DM2 com concentração de glicose no sangue dentro dos limites normais antes de uma sessão de exercícios. Recomenda-se a realização de uma única sessão de ER com três circuitos (cada circuito com 8 repetições em sete exercícios para membros superiores e inferiores) em intensidade de 80%1RM. O período de recuperação entre circuitos deve ser de 120 segundos e entre os exercícios deve ser de 90 segundos em que o participante deve mudar o exercício, realizando-os de forma alternada (de preferência). Esta intervenção pode ser eficaz na redução da concentração de glicose no sangue, entre 25h e 35h após a sessão de ER em mulheres com DM2 com estado prévio de hiperglicemia. No entanto, sugere-se essa intensidade de exercício, principalmente para o paciente com DM2 em estado de normoglicemia, que estaria mantendo o controle glicêmico nas 24 horas<sup>20</sup> e 35 horas subsequentes (presente estudo) após ER de alta intensidade, que também se beneficiaria de ganhos neuromusculares adicionais (funcionais e estruturais) com a realização frequente dessas sessões. Finalmente, embora essa alta intensidade de ER seja considerada segura em termos de estresse cardiovascular e endócrino quando os indivíduos são clinicamente controlados (glicose sanguínea controlada e pressão arterial controlada), uma triagem médica prévia, incluindo uma avaliação ortopédica, cardiovascular e metabólica, é fortemente recomendada.

Uma limitação do presente estudo foi a falta de padronização no consumo alimentar durante o restante do dia, uma vez que este estudo apenas padronizou o café da manhã para o participante com DM2 durante as sessões experimentais. Por outro lado, há a validade externa de nossos resultados, uma vez que os participantes com DM2 mantiveram suas rotinas alimentares diárias, como mostra a análise estatística dos registros alimentares dos participantes durante as sessões experimentais (Tabela 2).

## CONCLUSÃO

Concluimos que não há diferença na concentração glicêmica de mulheres na pós-menopausa com DM2 no segundo dia de recuperação do ER de intensidade moderada e alta (entre 25 e 35 horas). Além disso, o controle glicêmico em mulheres com DM2 também ocorreu após a recuperação tardia do ER de alta intensidade.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem à FACEPE proc. PBPG-1453-4.09/12 pelo financiamento de bolsas e auxílio CNPq proc. 470593/2013-0 (Fundação de Amparo à Pesquisa do Brasil).

**FINANCIAMENTO:** Este trabalho foi financiado pelas seguintes agências brasileiras de pesquisa: CNPq fomento processo 470593/2013-0. O segundo autor é financiado pela bolsa PBPG-1453-4.09/12, Fundação de Amparo à Pesquisa de Pernambuco (FACEPE).

## Declaração do autor CRediT

Conceituação: Cruz LC; Teixeira-Araujo AA; Andrade KTP; Moreira SR. Metodologia: Cruz LC; Teixeira-Araujo AA; Andrade KTP; Moreira SR. Validação: Cruz LC; Teixeira-Araujo AA; Moreira SR. Análise Estatística: Cruz LC; Teixeira-Araujo AA; Andrade KTP; Moreira SR. Análise Formal: Moreira SR. Investigação: Cruz LC; Teixeira-Araujo AA; Andrade KTP; Moreira SR. Recursos: Cruz LC; Teixeira-Araujo AA; Andrade KTP; Moreira SR. Metodologia: Cruz LC; Teixeira-Araujo AA; Andrade KTP; Moreira SR. Redação-Preparação do Rascunho Original: Cruz LC; Teixeira-Araujo AA; Andrade KTP; Barros LKS; Vale TS; Augusto SS; Moreira SR. Redação-revisão e edição: Barros LKS; Vale TS; Augusto SS; Moreira SR. Visualização: Moreira SR. Supervisão: Cruz LC; Moreira SR. Administração do projeto: Cruz LC.

Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

## REFERÊNCIAS

1. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, 10th Edition. Brussels, Belgium: 2021; accessed 2022Aug.21; International diabetes federation. Available from: [https://diabetesatlas.org/idfawp/resource-files/2021/07/IDF\\_Atlas\\_10th\\_Edition\\_2021.pdf](https://diabetesatlas.org/idfawp/resource-files/2021/07/IDF_Atlas_10th_Edition_2021.pdf)
2. BRASIL. Department of Surveillance of Noncommunicable Diseases and Health Promotion, Secretariat of Health Surveillance, Ministry of Health VIGITEL BRASIL 2018: surveillance of risk and protective factors for chronic diseases by telephone survey [electronic resource]. Brasília: 2019, Distrito Federal.
3. Melo KCB, de Souza Araújo F, Júnior CCMC, de Andrade KTP, Moreira SR. Pilates method training: functional and blood glucose responses of older women with type 2 diabetes: 10.1519/JSC.0000000000002704. J Strength Cond Res [internet]. 2020; accessed 2022Aug.21; 34(4):1001-1007. Available from: [https://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2020/04000/Pilates\\_Method\\_Training\\_Functional\\_and\\_Blood.17.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2020/04000/Pilates_Method_Training_Functional_and_Blood.17.aspx)
4. Van Dijk JWM, Manders RJF, Hartgens F, Stehouwer CD, Praet SFE, Van Loon LJC. Postprandial hyperglycemia is highly prevalent throughout the day in T2D patients: 10.1016/j.diabres.2011.03.021. Diabetes Res Clin Pract [internet]. 2011; accessed 2022Aug.21; 93(1):31-37. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168822711001409>
5. Feng B, Cao Y, Chen S, Ruiz M, Chakrabarti S. Reprint of: miRNA-1 regulates endothelin-1 in diabetes: 10.1016/j.lfs.2014.10.001. Life Sci [internet]. 2014; accessed 2022Aug.21; 118(2):275-280. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0024320514008017>
6. Monteiro CI, Simões RP, Goulart CL, Silva CDD, Borghi-Silva A, Mendes RG. Arterial stiffness in type 2 diabetes: determinants and indication of a discriminative value: 10.6061/clinics/2021/e2172. Clinics [internet]. 2021; accessed 2022Set.14; 76:e2172. Available from: <https://www.scielo.br/j/clin/a/3XKtsWZppLnLTCVvMSZNPpz/>
7. Ceriello A. Postprandial hyperglycemia and diabetes complications: Is it time to treat?: 10.2337/diabetes.54.1.1. Diabetes [internet]. 2004; accessed 2022Aug.21; 54(1):1-7. Available from: <https://diabetesjournals.org/diabetes/article/54/1/1/14626/Postprandial-Hyperglycemia-and-Diabetes>
8. Andrade IYTP, Melo KCB, de Andrade KTP, Almeida LG, Moreira SR. Pilates training reduces blood pressure in older women with type 2 diabetes: A randomized controlled trial: 10.1016/j.jbmt.2022.02.022. J Bodyw Mov Ther [internet]. 2022; accessed 2022Aug.21; 30, 168-175. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1360859222000389>
9. Cavalot F, Petrelli A, Traversa M, Bonomo K, Fiora E, Conti M, et al. Postprandial blood glucose is a stronger predictor of cardiovascular events than fasting blood glucose in T2D mellitus, particularly in women: lessons from the San Luigi Gonzaga Diabetes Study: 10.1210/jc.2005-1005. J Clin Endocrinol Metab [internet]. 2006; accessed 2022Aug.21; 91(3):813-819. Available from: <https://academic.oup.com/jcem/article/91/3/813/2843304>
10. Roche MM, Wang PP. Sex differences in all-cause and cardiovascular mortality, hospitalization for individuals with and without diabetes, and patients with diabetes diagnosed early and late: 10.2337/dc12-1272. Diabetes Care. 2013; accessed 2022Aug.21; 36(9):2582-2590. Available from: <https://diabetesjournals.org/care/article/36/9/2582/37900/Sex-Differences-in-All-Cause-and-Cardiovascular>
11. Figueira FR, Umpierre D, Casali KR, Tetelbom PS, Henn NT, Ribeiro JP, et al. Aerobic and combined exercise sessions reduce glucose variability in T2D: crossover randomized trial: 10.1371/journal.pone.0057733. Plos One [internet]. 2013; accessed 2022Aug.21; 8(3):e57733. Available from: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0057733>
12. Kumar AS, Maiya AG, Shastry BA, Vaishali K, Ravishankar N, Hazari A, et al. Exercise and insulin resistance in type 2 diabetes mellitus: A

- systematic review and meta-analysis: 10.1016/j.rehab.2018.11.001. *Ann Phys Rehabil Med* [internet]. 2019; accessed 2022Aug.21; 62(2); 98-103. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877065718314830>
13. Richter EA, Hargreaves M. Exercise, glut4, and skeletal muscle glucose uptake: 10.1152/physrev.00038.2012. *Physiol Rev* [internet]. 2013; accessed 2022Aug.21; 93(3):993-1017. Available from: <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/physrev.00038.2012>
14. Van Dijk JW, Manders RJ, Canfora EE, Mechelen WV, Hartgens F, Stehouwer CD, et al. Exercise and 24-h glycemic control: equal effects for all T2D patients: 10.1249/MSS.0b013e31827ad8b4. *Med Sci Sports Exerc* [internet]. 2013; accessed 2022Aug.21; 45(4):628-635. Available from: [https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2013/04000/Exercise\\_and\\_24\\_h\\_Glycemic\\_Control\\_\\_Equal\\_Effects.4.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2013/04000/Exercise_and_24_h_Glycemic_Control__Equal_Effects.4.aspx)
15. Van Dijk JW, Manders RJ, Tummers K, Bonomi AG, Stehouwer CD, Hartgens F, et al. Both resistance- and endurance-type exercise reduce the prevalence of hyperglycaemia in individuals with impaired glucose tolerance and in insulin treated and non-insulin-treated T2D patients: 10.1007/s00125-011-2380-5. *Diabetologia* [internet]. 2012; accessed 2022Aug.21; 55(5):1273-1282. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00125-011-2380-5>
16. Melo KCB, dos Santos GA, de Souza Araujo F, Moreira SR. Detraining period of the PILATES method on functional capacity of elderly women with type 2 diabetes: A randomized clinical trial: 10.1016/j.jbmt.2022.03.012. *J Bodyw Mov Ther* [internet]. 2022; accessed 2022Aug.21; 31, 77-83. Available from: [https://www.bodyworkmovementtherapies.com/article/S1360-8592\(22\)00052-3/fulltext](https://www.bodyworkmovementtherapies.com/article/S1360-8592(22)00052-3/fulltext)
17. Van Dijk JW, Venema M, Mechelen WV, Stehouwer CDA, Hartgens F, van Loon LJC. Effect of moderate-intensity exercise versus activities of daily living on 24-hour blood glucose homeostasis in male patients with T2D: 10.2337/dc12-2620. *Diabetes Care* [internet]. 2013; accessed 2022Aug.21; 36(11):3448-3453. Available from: <https://diabetesjournals.org/care/article/36/11/3448/37983/Effect-of-Moderate-Intensity-Exercise-Versus>
18. Bacchi E, Negri C, Trombetta M, Zanolin ME, Lanza M, Bonora E, et al. Differences in the Acute Effects of Aerobic and Resistance Exercise in Subjects with T2D: Results from the RAED2 Randomized Trial: 10.1371/journal.pone.0049937. *Plos One* [internet]. 2012; accessed 2022Aug.21; 7(12):e49937. Available from: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0049937>
19. Cruz LC, Teixeira-Araujo AA, Andrade KTP, Rocha TCG, Moreira SR. Low intensity resistance exercise attenuates the relationship between glucose and autonomic nervous system indicators during 24 hours in women with T2D: 10.1016/j.scispo.2017.10.004. *Sci Sports* [internet]. 2018; accessed 2022Aug.21; 33(2):e75-e83. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0765159717302083>
20. Cruz LC, Teixeira-Araujo AA, Andrade KTP, Rocha TCOG, Puga GM, Moreira SR. Low-intensity resistance exercise reduces hyperglycemia and enhances glucose control over a 24-hour period in women with T2D: 10.1519/JSC.0000000000002410. *J Strength Cond Res* [internet]. 2019; accessed 2022Aug.21; 33(10):2826-2835. Available from: [https://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2019/10000/Low\\_Intensity\\_Resistance\\_Exercise\\_Reduces.27.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2019/10000/Low_Intensity_Resistance_Exercise_Reduces.27.aspx)
21. Fenicchia LM, Kanaley JA, Azevedo Jr JL, Miller CS, Weinstock RS, Carhart RL, et al. Influence of Resistance Exercise Training on Glucose Control in Women With T2D: 10.1016/j.metabol.2003.10.007. *Metabolism* [internet]. 2004; accessed 2022Aug.21; 53(3):284-289. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0026049503004992>
22. Moreira SR, Simões GC, Moraes JF, Motta DF, Campbell CS, Simões HG. Blood glucose control for individuals with T2D: acute effects of resistance exercise of lower cardiovascular-metabolic stress: 10.1519/JSC.0b013e318242a609. *J Strength Cond Res* [internet]. 2012; accessed 2022Aug.21; 26:2806-2811. Available from: [https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2012/10000/Blood\\_Glucose\\_Control\\_for\\_Individuals\\_with\\_Type\\_2.26.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2012/10000/Blood_Glucose_Control_for_Individuals_with_Type_2.26.aspx)
23. Leenders M, Verdijk LB, Van der Hoeven L, Adam JJ, Van Kranenburg J, Nilwik R, et al. Patients with T2D show a greater decline in muscle mass, muscle strength, and functional capacity with aging: 10.1016/j.jamda.2013.02.006. *J Am Med Dir Assoc* [internet]. 2013; accessed 2022Aug.21; 14(8):585-592. Available from: [www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1525861013000960](http://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1525861013000960)
24. Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC, Braggion G. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil: 10.12820/rbafs.v.6n2p5-18. *Rev. Bras. Ativ. Fis. Saúde* [internet]. 2001; accessed 2022Set.14; 6(2):05-18. Available from: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-314655>
25. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1988.
26. Rech CR, Santos DL, Silva JCN. Desenvolvimento e validação de equações antropométricas para predição da gordura corporal em mulheres entre 50 e 75 anos de idade. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* [internet]. 2006; accessed 2022Aug.21; 8(1):5-13. Available from: [pesquisa.bvsalud.org/riipsa/resource/pt/lil-473023](http://pesquisa.bvsalud.org/riipsa/resource/pt/lil-473023)
27. Center for Studies and Research in Food - NEPA. *Brazilian Table of Food Composition - TACO/UNICAMP (4th ed.)* [electronic book]. Campinas, Brazil: NEPAUNICAMP. 2011. accessed 2022Aug.21. Available from: [https://www.nepa.unicamp.br/taco/contar/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf?arquivo=1](https://www.nepa.unicamp.br/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=1)
28. Meade LT. The use of continuous glucose monitoring in patients with T2D: 10.1089/dia.2011.0086. *Diab Tech Therap* [internet]. 2012; accessed 2022Aug.21; 14 (2):190-195. Available from: <https://www.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/dia.2011.0086>
29. Terada T, Loehr S, Guigard E, McCargar LJ, Bell GJ, Senior P, et al. Test-retest reliability of a continuous glucose monitoring system in individuals with T2D: 10.1089/dia.2013.0355. *Diab Tech Therap* [internet]. 2014; accessed 2022Aug.21; 16(8):491-498. Available from: <https://www.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/dia.2013.0355>
30. Brooks GA, Fahey TD, White TP. *Exercise Physiology: Human Bioenergetics and its Applications*. 2<sup>a</sup> ed. Mountain View: Mayfield, 1995.
31. Kjaer M, Hollenbeck CB, Frey-Hewitt B, Galbo H, Haskell W, Reaven GM. Glucoregulation and hormonal responses to maximal exercise in noninsulin-dependent diabetes: 10.1152/jappl.1990.68.5.2067. *J Appl Physiol* [internet]. 1990; accessed 2022Aug.21; 68(5):2067-2074. Available from: <https://journals.physiology.org/doi/abs/10.1152/jappl.1990.68.5.2067>
32. Buijs RM, Ruiz MAG, Hernández RM, Cortés BR. The suprachiasmatic nucleus: a responsive clock regulating homeostasis by daily changing the setpoints of physiological parameters: 10.1016/j.autneu.2019.02.001. *Auton Neurosci* [internet]. 2019; accessed 2022Aug.21; 218:43-50. Available from: [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S156670218302832](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S156670218302832)
33. Koopman R, Manders RJ, Zorenc AH, Hul GB, Kuipers H, Keizer HA, et al. A single session of resistance exercise enhances insulin sensitivity for at least 24 h in healthy men: 10.1007/s00421-004-1307-y. *Eur J Appl Physiol* [internet]. 2005; accessed 2022Aug.21; 94(1-2):180-187. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00421-004-1307-y>
34. Gordon BA, Fraser SF, Bird SR, Benson AC. Insulin sensitivity not modulated 24 to 78 h after acute resistance exercise in T2D patients: 10.1111/dom.12057. *Diabetes Obes Metab* [internet]. 2013; accessed 2022Aug.21; 15(5):478-480. Available from: <https://dom-pubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/dom.12057>

Recebido: 18 março 2022.

Aceito: 29 setembro 2022.

Publicado: 23 novembro 2022.