

EFEITOS DO TREINAMENTO FÍSICO CONCORRENTE EM PARÂMETROS DE ESTRESSE OXIDATIVO E DE CONDICIONAMENTO FÍSICO EM MULHERES COM DIABETES MELLITUS TIPO 2

SAMANTHA NUNCIO PRESTES^{1,2*}, LUCAS MACEDO CHAVES³, ANDRÉ CAMPOS DE LIMA⁴, DR^a ANDREIA MACHADO CARDOSO^{2,5}

1 Introdução

A Diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2) é caracterizada por uma desregulação metabólica resultante de uma resistência à ação insulínica ou de uma disfunção das células beta-pancreáticas, gerando um aumento da glicose sanguínea (COBAS et al., 2022). Segundo a Federação Internacional de Diabetes, em 2021, 537 milhões de adultos conviviam com a doença, e esse número deverá subir para 643 milhões de pessoas até 2030.

Muitas são as moléculas envolvidas no processo inflamatório associado à fisiopatologia da DM2, sua etiologia é complexa, e associada ao seu estabelecimento e progressão está o estresse oxidativo. O estresse oxidativo caracteriza-se pelo desequilíbrio entre os níveis de oxidantes e antioxidantes no organismo, e é considerado de extrema relevância ao abordar fatores associados à patogênese da DM2 (REHMAN; AKASH, 2017).

Uma das formas de modulação dos componentes do estresse oxidativo é o exercício físico, o qual promove um aumento de enzimas antioxidantes (DE OLIVEIRA et al., 2012). Logo, esse tipo de atividade pode despontar como uma forma frear a progressão da DM2. Ademais, o exercício físico pode melhorar o estado geral de saúde, por exemplo, melhorando a força, a capacidade cardiorrespiratória, parâmetros hemodinâmicos e antropométricos, e níveis glicêmicos, os quais são indicadores de melhora no condicionamento físico geral.

Consoante, o treinamento físico concorrente proporciona melhor utilização da glicose pela musculatura e melhora a sensibilidade à insulina, contudo, não há estudos prévios demonstrando seus benefícios na modulação do estresse oxidativo em pacientes com DM2.

1 Acadêmica de Medicina, Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Chapecó, contato: samantha.prestes@uffs.edu.br

2 Grupo de Pesquisa: Estudos biológicos e clínicos em patologias humanas

3 Acadêmico de Medicina, Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Chapecó.

4 Educador físico, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biomédicas da Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Chapecó.

5 Orientadora, Doutora em Bioquímica Toxicológica, docente do Curso de Medicina e de Pós-Graduação em Ciências Biomédicas da Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Chapecó.

Logo, é relevante avaliar os efeitos do treinamento concorrente em parâmetros oxidativos e de condicionamento físico em mulheres com DM2, tendo em vista a possibilidade de apontar essa estratégia como uma modalidade não farmacológica de manejo da doença.

2 Objetivos

O objetivo do estudo foi avaliar o impacto de um protocolo de treinamento físico concorrente no estado oxidativo em amostras de sangue e em parâmetros de condicionamento físico em mulheres com DM2 e em grupo controle.

3 Metodologia

Foram incluídas mulheres sedentárias de 40 a 60 anos com DM2 no grupo diabético (GD), e mulheres na mesma faixa etária sem diabetes no grupo controle (GC). Praticar outro exercício físico, ou ser portadora de outra patologia além de DM2 foram critérios de exclusão. Foram selecionadas 42 pacientes, GD (n=21) e GC (n=21). Para efetivar a participação na pesquisa era necessário assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

As voluntárias passaram por avaliações físicas e bioquímicas antes e após a aplicação de um protocolo de treinamento físico concorrente. Para as análises bioquímicas, foram coletados 20 mL de sangue periférico de cada participante e processados para obter plasma e soro. As amostras foram congeladas em freezer a -80°C para futuras análises bioquímicas.

Além disso, foram avaliados indicadores de força muscular pelos testes de preensão manual e de sentar e levantar. A capacidade cardiorrespiratória foi mensurada com a aplicação do Shuttle walking test. A composição corporal foi determinada pela avaliação antropométrica e a partir desses dados foi possível calcular índice de massa corporal (IMC), tecido adiposo visceral (TAV) e o tecido adiposo corporal em Kg. Ademais, parâmetros hemodinâmicos como pressão arterial e frequência cardíaca (FC), e glicemia capilar foram mensurados.

Posterior à avaliação, foi realizado o protocolo de treinamento concorrente, que consiste na combinação de exercícios aeróbicos e de força. Em nosso estudo, ele teve duração de 16 semanas, com frequência de 2x/semana em dias não consecutivos. Após o exercício físico, todos os parâmetros da avaliação inicial foram reavaliados para posterior comparação estatística utilizando o teste da ANOVA de duas vias. O nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$ e todas as análises foram realizadas no programa GraphPad Prism 8.0.1.

4 Resultados e Discussão

Na avaliação hemodinâmica observamos redução estatisticamente significativa na pressão arterial sistólica (PAS) em ambos os grupos (GD pré: $129,90 \pm 11,94$ e pós: $120,24 \pm 7,62$; GC pré: $124,9 \pm 11,40$ e pós: $114,04 \pm 9,23$), enquanto os níveis de pressão arterial diastólica (PAD) diminuíram, mas não apresentaram significância. Já a FC reduziu em ambos os grupos ($p < 0,05$) após o exercício (GD pré: $83,67 \pm 9,22$ e pós: $77,14 \pm 7,36$; GC pré: $78,52 \pm 7,51$ e pós: $70,91 \pm 7,09$). A glicemia de jejum teve redução ($p < 0,05$) no GD enquanto no GC não houve alteração significativa (GD pré: $128,80 \pm 27,80$ e pós: $111,60 \pm 10,01$). Sobre as variáveis antropométricas, houve em ambos os grupos diminuição de IMC, TAV e peso do tecido adiposo corporal, no entanto os resultados não foram estatisticamente significativos.

Quanto aos testes físicos, notou-se aumento de força em membros superior em ambos os grupos, no entanto, somente no GD (GD pré: $50,95 \pm 10,54$ e pós: $59,4 \pm 9,92$) houve significância estatística; já a avaliação de força dos membros inferiores apresentou aumento significativamente estatístico em ambos os grupos (GD pré: $10,9 \pm 1,73$ e pós: $14,86 \pm 2,65$; GC pré: $10,48 \pm 1,59$ e pós: $16 \pm 6,76$). O Shuttle walking test demonstrou aumento da predição de VO_{2max} em ambos os grupos, $p < 0,05$ (GD pré: e pós:; GC pré: $10,48 \pm 1,59$ e pós: $16 \pm 6,76$).

Quanto aos parâmetros de estresse oxidativo, houve diminuição dos níveis de mieloperoxidase no GD no GC, ambos $p < 0,05$ (GD pré: $2,65 \pm 0,645$ e pós: $2,254 \pm 0,33$; GC pré: $2,343 \pm 0,4677$ e pós: $1,812 \pm 0,1738$). Já os antioxidantes dosados tiveram como resultado um aumento na vitamina C do GD ($p < 0,001$), mas sem significância estatística no GC (GD pré: $0,1492 \pm 0,0061$ e pós: $0,1760 \pm 0,0281$). Por fim, na glutathione houve aumento ($p < 0,03$) no GD, mas sem significância estatística no GC (GD pré: $0,2561 \pm 0,108$ e pós: $0,2916 \pm 0,098$).

Os resultados acerca da PAS e FC demonstraram importante diminuição desses parâmetros, especialmente no GD, consoante aos benefícios do exercício físico nos parâmetros hemodinâmicos já pontuados na literatura (BARONE et al., 2008). Em relação à glicemia de jejum, as 16 semanas de exercício físico já apresentaram uma tendência em diminuir níveis glicêmicos, corroborando Motahari-Tabari e colaboradores (2014).

Em relação às variáveis antropométricas, houve uma tendência a diminuir tecido adiposo em ambos os grupos, no entanto os valores não demonstraram significância estatística. Isso pode estar associado à duração do exercício físico em nosso protocolo, pois, estudos com protocolos de maior frequência (WILLIS et al., 2012) ou maior duração (MONTEIRO et al., 2015) conseguiram demonstrar alterações de composição corporal significativas.

Os resultados dos testes de força encontrados corroboram Amara e colaboradores (2021), em que a associação de treino de força e aeróbico aumentou a força muscular. Nos

parâmetros cardiorrespiratórios, houve melhora na predição de VO₂máx, o que foi observado em mulheres com diabetes submetidas a exercício físico (UR REHMAN et al., 2017).

Quanto às análises de parâmetros de estresse oxidativo, foi possível observar melhora significativa nos indicadores avaliados. A glutathione é um antioxidante que atua suprimindo a formação de radicais livres. Já há estudos demonstrando o fortalecimento de defesas antioxidantes dependentes de glutathione após protocolos com treinamento resistido, de modo que seus níveis podem ser associados à atividade física (SEN, 1999). Em nosso estudo, ambos os grupos aumentaram os níveis de glutathione após o protocolo de treinamento concorrente.

A vitamina C é um antioxidante importante em processos inflamatórios, prevenindo o início de processos danosos ao eliminar espécies reativas de oxigênio. Foi demonstrado que além de antioxidante, ela aumenta a formação de prostaglandina E₁, um metabólito que aumenta a ação da insulina (DAS, 2019), o que acentua a importância desse composto na DM2. Ao buscar informações acerca do impacto de exercício físico na vitamina C, muito se nota a associação de treinamento com a suplementação da vitamina (BOONTHONGKAEW et al., 2021), e estudos que demonstram o efeito do exercício físico isoladamente são escassos. Em nosso estudo, o GD apresentou aumento percentual de 17,96% nos níveis de vitamina C (sem suplementação do composto).

As análises envolvendo a mieloperoxidase, a qual é considerada um marcador inflamatório, mostram uma importante diminuição de seus níveis após as 16 semanas de treinamento concorrente, principalmente no GD. Ademais, nossos resultados vêm ao encontro do que é pontuado por Hohl e colaboradores (2009) sobre os benefícios do treinamento físico com duração superior a 11 semanas, em que após a adaptação aguda do organismo, há diminuição de marcadores inflamatórios como a mieloperoxidase. Assim, o treinamento concorrente desponta como uma ferramenta anti-inflamatória e antioxidante na DM2.

5 Conclusão

Em suma, concluímos que o estresse oxidativo está aumentado em mulheres com DM2, contribuindo para a característica inflamatória da doença. No entanto após as 16 semanas de treinamento concorrente, observou-se no grupo diabético uma diminuição dos níveis do oxidante avaliado, e quanto aos antioxidantes mensurados, observou-se aumento de ambos. Desse modo, o protocolo de exercício físico proposto demonstrou impacto positivo em parâmetros de estresse oxidativo e de condicionamento físico geral, o que pode ser visualizado como um fator de diminuição de inflamação característica da DM2, emergindo como uma possível estratégia para o controle da doença e para melhor qualidade de vida.

Referências Bibliográficas

AMARA, S. et al. The Effect of Concurrent Resistance Training on Upper Body Strength, Sprint Swimming Performance and Kinematics in Competitive Adolescent Swimmers. A Randomized Controlled Trial. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 19, p. 10261, 29 set. 2021.

BARONE, B. B. et al. Decreased exercise blood pressure in older adults after exercise training: contributions of increased fitness and decreased fatness. **British Journal of Sports Medicine**, v. 43, n. 1, p. 52–56, 19 nov. 2008.

BOONTHONGKAEW, C. et al. Vitamin C supplementation improves blood pressure and oxidative stress after acute exercise in patients with poorly controlled type 2 diabetes mellitus: A randomized, placebo-controlled, cross-over study. **Chinese Journal of Physiology**, v. 64, n. 1, p. 16, 2021.

COBAS, R. et al. Diagnóstico do diabetes e rastreamento do diabetes tipo 2. Em: BERTOLUCI, M. C. et al. (Eds.). **Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes**. 2022. ed. [s.l.] Conectando Pessoas, 2022.

DAS, U. N. Vitamin C for Type 2 Diabetes Mellitus and Hypertension. **Archives of Medical Research**, v. 50, n. 2, p. 11–14, fev. 2019.

DE OLIVEIRA, V. N. et al. The effect of different training programs on antioxidant status, oxidative stress, and metabolic control in type 2 diabetes. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition Et Metabolisme**, v. 37, n. 2.

HOHL, R. et al. Development and Characterization of an Overtraining Animal Model. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 5, p. 1155–1163, maio 2009.

MONTEIRO, P. A. et al. Concurrent and aerobic exercise training promote similar benefits in body composition and metabolic profiles in obese adolescents. **Lipids in Health and Disease**, v. 14, n. 1, p. 153, dez. 2015.

MOTAHARI-TABARI, N. et al. The Effect of 8 Weeks Aerobic Exercise on Insulin Resistance in Type 2 Diabetes: A Randomized Clinical Trial. **Global Journal of Health Science**, v. 7, n. 1, p. p115, 14 ago. 2014.

REHMAN, K.; AKASH, M. S. H. Mechanism of Generation of Oxidative Stress and Pathophysiology of Type 2 Diabetes Mellitus: How Are They Interlinked? **Journal of Cellular Biochemistry**, v. 118, n. 11, p. 3577–3585, nov. 2017.

SEN, C. K. Glutathione homeostasis in response to exercise training and nutritional supplements. **Molecular and Cellular Biochemistry**, v. 196, n. 1–2, p. 31–42, jun. 1999.

UR REHMAN, S. S. et al. Effects of supervised structured aerobic exercise training programme on level of Exertion, dyspnoea, VO₂ max and Body Mass Index in patients with type 2 diabetes mellitus. **JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association**, v. 67, n. 11, p. 1670–1673, nov. 2017.

WILLIS, L. H. et al. Effects of aerobic and/or resistance training on body mass and fat mass in overweight or obese adults. **Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 12, p. 1831–1837, 15 dez. 2012.

Palavras-chave: Diabetes mellitus tipo 2; estresse oxidativo; treinamento concorrente.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES-2021-0454.

Financiamento: Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS).