

Avaliação da arginase sérica em mulheres com excesso de peso sob o efeito agudo do exercício físico – estudo exploratório

Evaluation of serum arginase in overweight women under the acute effect of physical exercise - exploratory study

Hiolê Gonçalves Nolasco¹ , Djeinyne Silveira Wagnacker² , Jacqueline de Jesus Silva³ , Amâncio José de Souza¹ , Ana Marice Teixeira Ladeia¹ 

1. Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Salvador, BA, Brasil

2. Faculdade Adventista da Bahia, Capoeiruçu, BA, Brasil

3. Instituto Gonçalo Moniz/Fundação Oswaldo Cruz, BA, Brasil

RESUMO

Introdução: A obesidade é uma condição multifatorial apresentando relação com a elevação de arginase sérica, favorecendo a disfunção endotelial. O exercício físico é fator protetor para homeostase do endotélio. Assim, conhecer se o nível de arginase é modificado por uma sessão de exercício físico é de suma importância. **Objetivo:** Verificar o nível de arginase sérica em mulheres com excesso de peso antes e após uma sessão de exercício físico e avaliar a associação entre o nível de arginase sérica e o IMC dessas pacientes. **Métodos:** Estudo exploratório, que utilizou a soroteca de um ensaio clínico randomizado, no qual mulheres sedentárias com idade entre 18 e 30 anos, IMC > 24,9 kg/m² foram incluídas. Excluídas mulheres com doenças que pudessem alterar os níveis de arginase. As voluntárias foram randomizadas para grupo intervenção - uma sessão de exercício de leve intensidade (GE) e grupo controle (GC). A arginase sérica de 11 mulheres do GC e 9 do GE foi dosada, antes e 24h após a intervenção. Análise dos dados foi realizada no programa SPSS 20 através do teste t de Student não pareado e Teste de Mann-Whitney. Significância estatística definida como p < 0,05. **Resultados:** O IMC das pacientes foi = 29 ± 4,7 kg/m². A análise intragrupo não demonstrou variação da arginase sérica antes e após a intervenção, bem como na comparação intergrupo através do delta de arginase. Não se observou correlação entre nível de arginase e IMC. **Conclusão:** Uma sessão de exercício físico não modificou os níveis de arginase sérica em mulheres com excesso de peso.

Palavras-chave: obesidade; exercício físico; arginase.

ABSTRACT

Introduction: Obesity is a multifactorial condition related to the increase of serum arginase, favoring endothelial dysfunction. Physical exercise is a protective factor for endothelial homeostasis. Thus, knowing whether the level of arginase is modified by a physical exercise session is important. **Objective:** To verify the level of arginase in women with excess weight before and after a physical exercise session and evaluate the association between the level of arginase and the BMI of these patients. **Methods:** Exploratory study, which used the serum bank of a randomized clinical trial, in which sedentary women 18 to 30 years old, BMI > 24.9 kg/m² were included. Women with diseases that could alter the levels of arginase were excluded. The volunteers were randomized to the intervention group - a light intensity exercise session (EG) and a control group (CG). The serum arginase of 11 women in the CG and 9 in the EG was measured before and 24h after the intervention. Data analysis was performed using the SPSS 20 program using the unpaired Student's t-test and the Mann-Whitney U test. Statistical significance is defined as p < 0.05. **Results:** The patients' BMI was = 29 ± 4.7 kg/m². The intra-group analysis showed no variation in serum arginase before and after the intervention, as well as in the intergroup comparison using the arginase delta. There was no correlation between the level of arginase and BMI. **Conclusion:** A session of physical exercise did not change the levels of serum arginase in overweighted women.

Keywords: obesity; physical exercise; arginase.

Recebido em: 6 de janeiro de 2021; aceito em: 31 de março de 2021.

Correspondência: Hiolê Gonçalves Nolasco, Vila São Roque, 413 Campinas de Brotas 40276-140 Salvador BA. hiolenolasco17.1@bahiana.edu.br

Introdução

A obesidade, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), pode ser compreendida como uma condição de origem multifatorial (histórica, ecológica, econômica, social, cultural, política e genética), decorrente de balanço energético positivo, favorecendo o acúmulo de gordura e somando riscos à saúde devido a sua implicação metabólica na pressão arterial, níveis de colesterol, triglicerídeos séricos e resistência insulínica [1,2].

O excesso de peso e a obesidade são encontradas com alta prevalência, desde os 5 anos de idade, em todas as regiões brasileiras [3] e segundo dados do Vigitel de 2017, 53% das mulheres de Salvador estão com excesso de peso ($IMC \geq 25 \text{ kg/m}^2$) e 20,4% são obesas ($IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$) [4]. Até o final da década de 1980, essa condição estava em modesto crescimento, mas triplicou nos últimos 20 anos e, nos últimos 6, a elevação é maior que 1% ao ano. A ingestão de alimentos com alta densidade energética e a não utilização dessas calorias pelo organismo humano são peças chave no desequilíbrio metabólico, denotando a importância tanto de reeducação alimentar, quanto da prática de exercícios físicos [3].

O aumento do índice de massa corporal está relacionado com a elevação sérica de arginase [5], uma enzima que é responsável pela hidrólise da L-arginina, o substrato principal para a formação de óxido nítrico (NO) [6-9]. O NO tem muitas funções no organismo, dentre elas, a sua contribuição no relaxamento endotelial [10]. Uma vez em quantidade reduzida, como acontece na população com excesso de peso, haverá uma disfunção endotelial por ausência de óxido nítrico, além do aumento de fatores vasoconstritores [11,12].

Em contrapartida, o exercício físico, tanto agudo quanto crônico, aumentam a concentração de NO, promovendo ajustes positivos no sistema cardiovascular, hepático, muscular esquelético, dentre outros [10]. Essa elevação se dá através de vários mecanismos, porém a maioria dos estudos que os explicam foram realizados em modelos animais, como aqueles realizados por Lee-Young *et al.* [13], Chies *et al.* [14], Faria *et al.* [15], e Long *et al.* [16]. Assim se torna necessário investigar o tema em uma população mais específica de seres humanos, aprofundando para marcadores tanto biomoleculares, quanto genéticos [10].

Visto que a arginase é uma enzima que se encontra elevada em indivíduos obesos e está relacionada com a elevação da morbimortalidade por doenças cardiovasculares decorrente do aumento da resistência periférica total devido à vasodilatação endotélio-dependente deficiente, além da escassez de estudos em humanos, faz-se necessário o conhecimento dos seus níveis nessa população antes e após uma sessão de exercício. Assim, este estudo tem como objetivo verificar o nível de arginase sérica em mulheres com excesso de peso sob o efeito agudo do exercício físico, bem como avaliar a associação entre o nível de arginase sérica basal e o IMC em mulheres com excesso de peso.

Métodos

Desenho de estudo e população

Trata-se de estudo que utilizou a soroteca de um ensaio clínico randomizado, registrado no Clinical Trial sob o protocolo NCT03170973, com população acessível da Clínica Escola da Faculdade Adventista da Bahia, Cachoeira, BA, Brasil. Foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade Adventista da Bahia, sendo aprovado sob o protocolo 34017514.5.0000.0042. As coletas foram realizadas durante o período de setembro de 2015 a maio de 2016 e durante todo o estudo foram observadas as diretrizes sobre a pesquisa com seres humanos da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

A população do estudo que gerou a soroteca foi composta de 66 voluntárias, selecionadas aleatoriamente e convidadas a participar do estudo. Os critérios de inclusão utilizados foram: sexo feminino, idade entre 18 e 30 anos, IMC > 24,9 kg/m² e sedentarismo. Este último determinado com base no Questionário Internacional de Atividade Física-versão longa [17]. Os critérios de exclusão foram: mulheres que apresentassem doenças cardiovasculares, metabólicas e renais parenquimatosas, hipotireoidismo ou diabetes mellitus, histórico de alcoolismo ou tabagismo, uso de hipolipemiantes, corticoides, diuréticos, betabloqueadores e anticoncepcionais.

Seleção da amostra e protocolo de intervenção

O grupo de 66 mulheres selecionadas segundo tais critérios foi dividido aleatoriamente, a partir de um sorteio, em dois grupos, exercício e controle, ambos com 33 voluntárias. Para este estudo, considerando seu caráter inicialmente exploratório, foi selecionado cerca de um terço das amostras iniciais de cada grupo, de forma aleatória. No grupo exercício, a primeira coleta de sangue ocorreu após 12 horas de jejum, na veia antecubital. Passadas 12 horas dessa coleta, as pacientes realizaram uma sessão de exercício físico em esteira ergométrica, dividida em 3 tempos: aquecimento, condicionamento e desaquecimento. O aquecimento foi de 7 minutos, o tempo de condicionamento foi o correspondente ao gasto energético de 250 kcal [18] e o desaquecimento durou 5 minutos, sendo o tempo médio em atividade física das participantes de 37 ± 8 min.

O controle da intensidade foi determinado pela velocidade, a inclinação da esteira foi mantida em 0° durante toda a atividade e a intensidade utilizada foi a leve, baseada na percepção de esforço de Borg [19], ou seja, na escala original correspondeu a um valor entre 9 e 11. Para um melhor entendimento dessa escala foi realizado um ancoramento prévio ao dia do exercício, habituando as voluntárias a responderem de forma adequada quando solicitado sobre a intensidade do exercício.

Foi utilizado o cardiofrequencímetro Polar, que mediu o gasto energético com base na massa corporal, sexo e idade e após a sessão de exercício físico elas foram orientadas a retornarem para casa e manterem a sua dieta habitual. Após 12 horas em jejum, retornaram ao laboratório para que a amostra sanguínea pós-exercício fosse

coletada, sendo o intervalo de tempo entre as coletas de 24 horas. As mulheres do grupo controle foram submetidas ao mesmo protocolo do grupo experimental, porém não realizaram o exercício nos dois dias prévios e nem 12h após à primeira e segunda coletas respectivamente. O protocolo das coletas sanguíneas e do exercício estão demonstrados na Quadro 1, descrito nos grupos controle e exercício.

Quadro 1 - Coletas sanguíneas e exercício nos grupos Exercício e Controle

	Coleta da 1ª amostra	Exercício em esteira ergométrica (após 12h da 1ª coleta)			Pós-exercício	Coleta da 2ª amostra
Exercício (n = 33)	Jejum de 12h; Veia antecubital	Intensidade leve; Inclinação da esteira em 0°; Tempo médio de 37±8 min			Dieta habitual em casa	Jejum de 12h; Veia antecubital
		Aquecimento	Condicionamento	Desaquecimento		
		7 minutos	Gasto energético de 250Kcal	5 minutos		
Controle (n = 33)	Jejum de 12h; Veia antecubital	Sem exercício				Jejum de 12h; Veia antecubital

As pacientes, tanto do grupo exercício quanto do grupo controle, foram avaliadas quanto à dieta do dia anterior ao exame a partir de um recordatório alimentar de 24 horas, feito através de entrevista realizada no momento da coleta de sangue. As voluntárias informaram o que haviam consumido no dia anterior nas três refeições principais e entre elas.

Armazenamento das amostras séricas e dosagem da arginase

As amostras constaram em 5 mL de sangue em tubos com EDTA, com centrifugação a uma velocidade de 3.000 rotações/min por 10 minutos após a coleta; o soro foi aliquoteado e congelado a -80°C para posterior análise. Dentre as 66 pacientes, foram sorteadas de forma randômica pelo número da amostra, 11 pacientes do grupo controle (17, 40, 45, 35, 46, 47, 42, 12, 33, 51 e 57) e 11 pacientes do grupo exercício (24, 36, 30, 50, 20, 58, 56, 28, 64, 66 e 7), contudo, no momento da dosagem, verificou-se hemólise nas amostras 24 e 36. Nas amostras de plasma foi realizada a dosagem sérica de arginase no Laboratório do NUPS (Núcleo de Pesquisa em Saúde) da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública.

O kit utilizado foi um imunoenensaio enzimático, ELISA sanduíche, o qual possui alta sensibilidade e excelente especificidade para detecção de arginase. Foi utilizado o método em duplicada, para a curva de arginase. As amostras de soro foram separadas previamente para o descongelamento enquanto seguia-se o preparo das soluções. Primeiramente a solução padrão foi reconstituída com 1,0mL de diluente padrão (DP), sendo a sua concentração 1,600 ng/mL. Essa foi então ser diluída para 200 ng/mL e é considerada como padrão mais alto [20]. Em seguida, 7 tubos contendo 0,5 mL do DP foram separados para uma diluição seriada partindo da amostra com

200 ng/mL (tubo 1 ao tubo 7) e um último com 0 ng/mL (tubo 8). As concentrações obtidas estão descritas no Quadro 2. Foram utilizados dois reagentes de detecção, A e B, diluídos em 100 vezes com seus respectivos diluentes. Já a solução de lavagem (SL) foi diluída em 10 mL para 190 mL de água destilada, resultando assim em 200 mL de SL [20].

Quadro 2 - Concentrações das diluições

Tubo	*	1	2	3	4	5	6	7	8
ng/mL	1,600	200	100	50	25	12.5	6.25	3.12	0

Para a análise, 14 poços foram separados para colocação da solução padrão, 2 para o branco e 80 para as amostras das pacientes, conforme mostra a Figura 1. Foi colocado 100 µL das respectivas substâncias em cada poço, cobertos com o selador e incubados por 1 h a 37°C. O líquido foi removido, mas sem lavagem. Adicionou-se então 80 µL do reagente de detecção A em cada poço, e após fechamento com selador, foi incubado por mais 1 h a 37°C. Nessa etapa a lavagem foi realizada com 350 µL de SL esperando 1-2min e secagem com papel absorvente, repetindo o processo por 3 vezes [20].

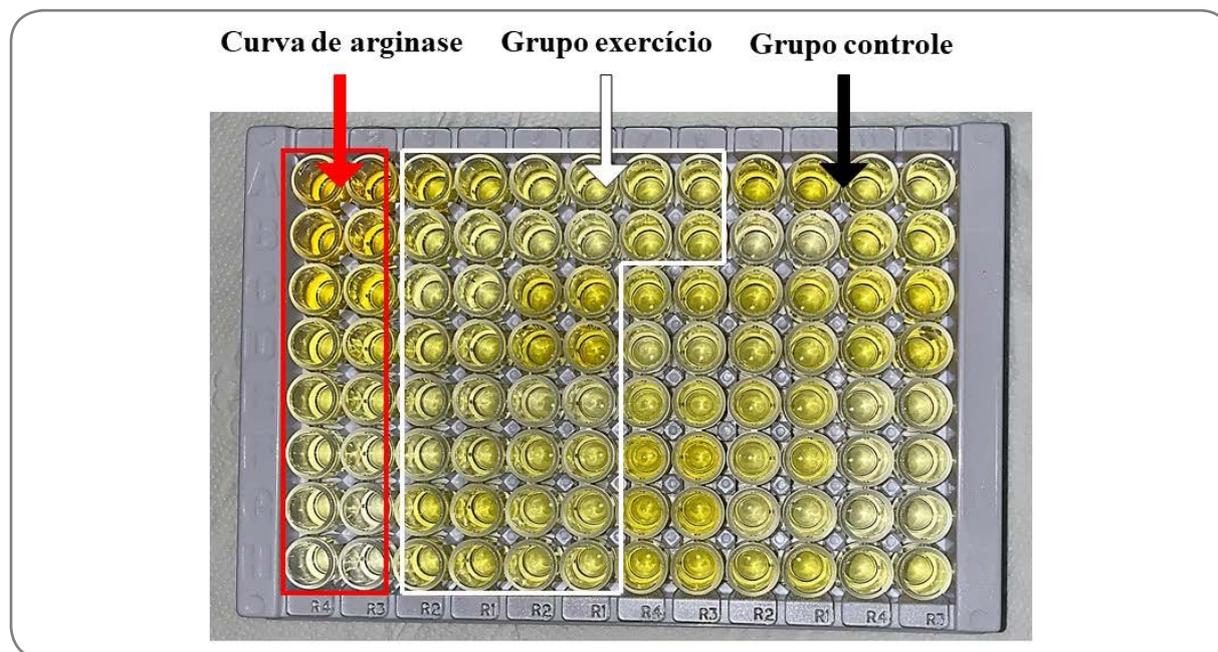


Figura 1 – Placa do KIT Elisa para detecção de arginase preenchida com a curva e amostras dos grupos exercício e controle

Na sequência foi adicionado 80 µL do reagente de detecção B em cada poço, fechando novamente com o selador e incubando por mais 30 minutos a 37°C. Uma nova lavagem foi realizada por 5 vezes. A solução de substrato foi adicionada na concentração de 90 µL em cada poço, coberta com um novo selador e incubada por 10 a 20 minutos a 37°C. Após o líquido ter ficado azul [20], foi adicionada 50µL de solução de parada nos poços e a cor mudou para a amarela. Verificou-se a ausência de gotas de

água ou impressão digital da parte inferior da placa, assim como bolhas na superfície do líquido. Feito isso foi realizada a medição, a 450 nm [20].

Análise estatística

As variáveis contínuas, paramétricas, foram descritas em médias e desvios-padrão e comparadas através do teste t de Student para amostras pareadas. Para verificar a confiabilidade do teste Elisa, foi utilizada a média e desvio padrão da curva da arginase, com $R^2 = 0,9932$.

Os níveis de arginase intragrupo foram descritos em medianas e intervalos interquartis. Para a análise intergrupo, o delta de arginase (momento basal-pós intervenção) foi utilizado. O teste de Mann-Whitney comparou as medianas da análise intragrupo e associou os níveis de arginase com o IMC das pacientes, sendo estes testes utilizados para análise das variáveis não-paramétricas.

Todas as análises foram realizadas nos programas SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 20, Excel (versão 2010), adotando-se um nível de significância com valor de $p < 0,05$.

Resultados

O estudo incluiu soroteca de 20 mulheres, sendo 11 do grupo controle e 9 do grupo exercício, escolhidas de forma aleatória. A média de idade foi $24 \pm 3,4$ anos e a de IMC = $29 \pm 4,7$ kg/m² na população geral. Subdividindo os grupos, as médias de idade foram $24,9 \pm 3,7$ anos e $24,2 \pm 3,1$ anos nos grupos controle e exercício respectivamente, com valor de $p = 0,365$. Já as médias de IMC variaram entre $30,2 \pm 5,1$ kg/m² no grupo controle e $28,9 \pm 4,6$ kg/m² no grupo exercício, com valor de $p = 0,829$, não apresentando significância estatística. Os valores variáveis laboratoriais (colesterol total, HDL, LDL, triglicérides, glicemia, insulina, Homa IR e Homa-Beta) não apresentaram diferença entre os grupos. As características clínicas estão descritas na Tabela I.

Tabela I - Características laboratoriais de mulheres com excesso de peso na amostra total e por grupo no 1º dia de coleta sanguínea

Variáveis	GC (n = 11)	GE (n = 9)	p
Triglicérides (mg/dL)	95,2 ± 44,7	128 ± 87,1	0,327
Colesterol total (mg/dL)	174,8 ± 36,4	161,5 ± 33,5	0,408
HDL (mg/dL)	49,1 ± 9,4	48,8 ± 7,7	0,957
LDL (mg/dL)	106,7 ± 28,6	87,1 ± 26,3	0,128
Glicemia (mg/dL)	84,6 ± 7	83,6 ± 11,5	0,837
Insulina (mIU/mL)	10 ± 4,3	9,9 ± 8,1	0,974
Homa IR	2,4 ± 1	2,4 ± 2	0,996
Homa-Beta	34 ± 16,8	33,2 ± 29,9	0,939

GC = Grupo controle; GE = Grupo exercício; p – Teste T de Student

A curva de arginase obtida através da diluição da solução padrão em 8 amostras de concentrações diferentes serve como base para a análise das demais. É possível observar na Tabela II e no Gráfico 1, a média e o desvio padrão da curva, sendo notória a confiabilidade do teste, visto que a curva segue um padrão linear e crescente, com mínimo desvio do eixo e com $R^2 = 0,9932$, configurando assim um método de boa sensibilidade.

Tabela II - Curva de arginase

Concentração	OD. 1	OD. 2	Média OD	Desvio padrão
200	2,467	2,452	2,460	0,011
100	2,049	2,054	2,052	0,004
50	1,968	1,799	1,884	0,120
25	0,774	0,808	0,791	0,024
12,5	0,426	0,358	0,392	0,048
6,25	0,199	0,123	0,161	0,054
3,125	0,129	0,008	0,069	0,086
0	0,018	0,000	0,009	0,013

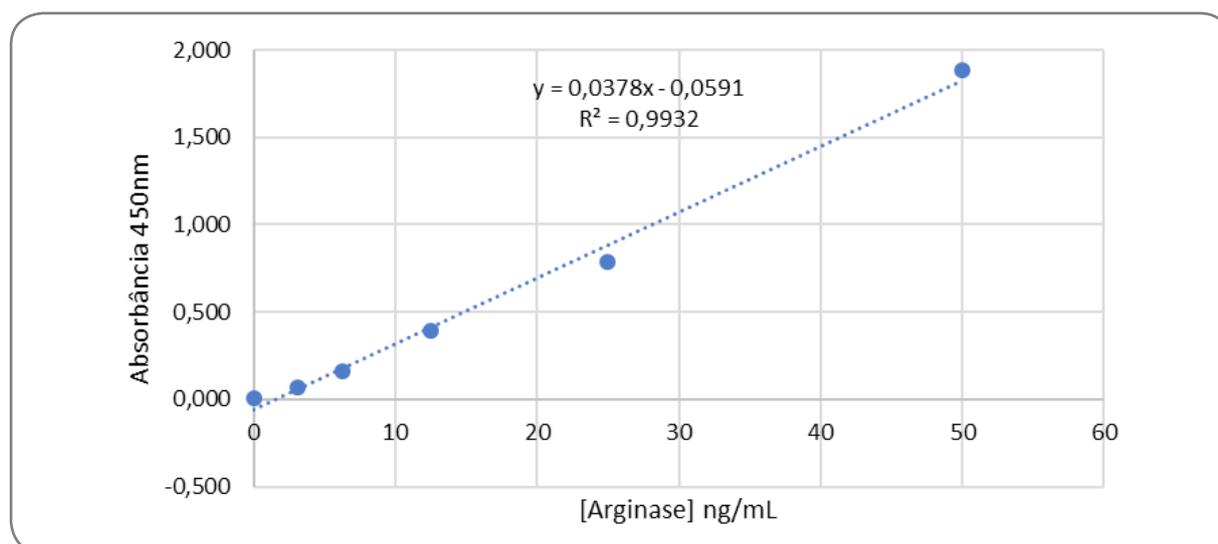


Gráfico 1 - Curva da arginase

A análise da comparação do nível de arginase intragrupo no primeiro e segundo dia da coleta não demonstrou variação da concentração da arginase sérica no grupo experimento, bem como no grupo controle, como descrito na tabela III e demonstrado nos gráficos 2 e 3.

Tabela III - Análise intragrupo dos valores de arginase sérica em mulheres com excesso de peso no primeiro e segundo

	1º. dia	2º. dia	p
Grupo controle	20,1 (12,7-30,0)	14,8 (10,7-22,9)	0,477
Grupo exercício	12,8 (7,5 - 26,2)	12,6 (8,7-14,4)	0,953

*Mediana (Intervalo Inter Quartil). Teste de Mann Whitney

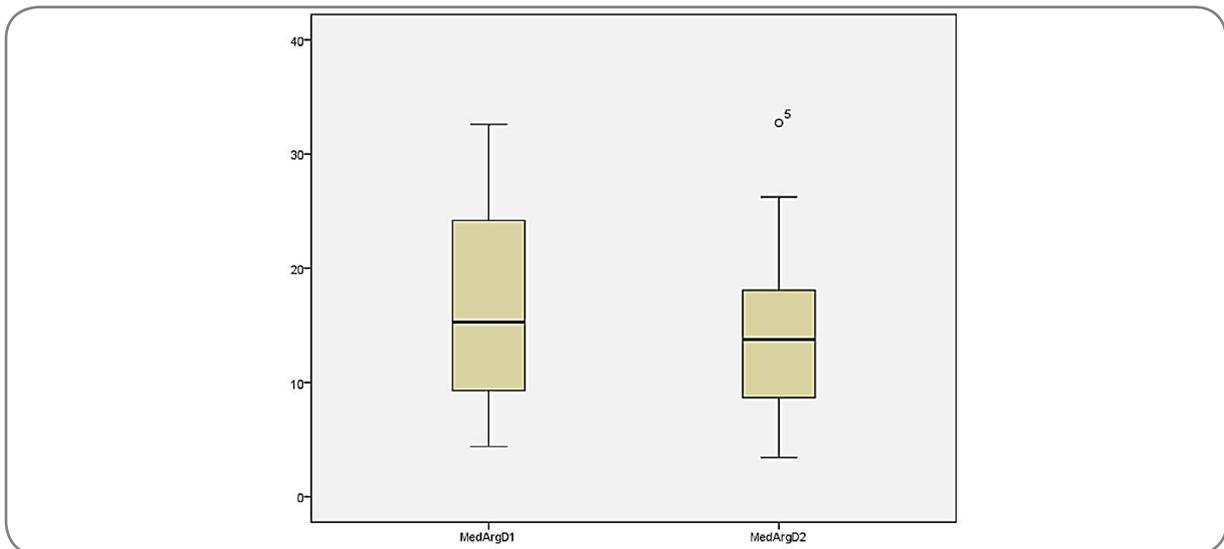


Gráfico 2 - Níveis de arginase sérica no primeiro e segundo dia de coleta no grupo controle em mulheres com excesso de peso

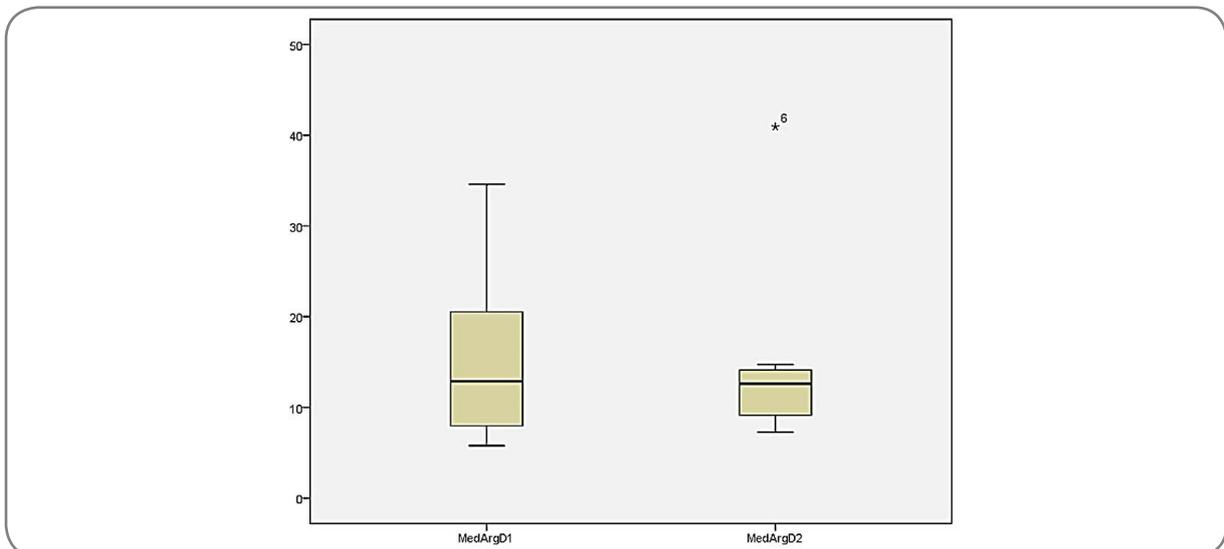


Gráfico 3 - Nível de arginase sérica antes (primeiro dia) e depois (segundo dia) de uma sessão de exercício em mulheres com excesso de peso

Na comparação intergrupo foi utilizada a variação entre o momento basal e pós-intervenção (Δ Arginase) de cada um dos grupos, não se observando diferença nos níveis de arginase entre o grupo controle e o grupo exercício $[-0,99 (-7,9 - 4,7)$ vs $0,53 (-5,3 - 6,5)$; $p = 0,71$].

Não foi observada associação entre os níveis de arginase e o IMC das pacientes, separando-as em sobrepeso ($n = 12$) e obesidade ($n = 8$), sendo a média de arginase de 14,76 (DP = 9,89) e 20,96 (DP = 11,87) respectivamente, com valor de $p = 0,436$.

Discussão

Os resultados deste estudo demonstraram que a realização de uma única sessão de exercício físico de intensidade leve em mulheres com excesso de peso não alterou os níveis de arginase sérica.

Estudo com objetivo semelhante, porém com 41 indivíduos sem história prévia de asma, diabetes mellitus e outras comorbidades, demonstrou que após a exposição continuada ao exercício físico de intensidade moderada (uma hora de bicicleta ergométrica/dia, 5x/semana, durante um mês) o nível de NO aumentou enquanto L-arginina foi reduzida, sugerindo assim a relação direta entre a realização do exercício físico e melhora da função endotelial [21]. Porém, ao dosar a arginase, em concordância com este estudo, a mesma não se alterou entre pré e pós-intervenção, acreditando-se que houve uma nitrosilação da molécula, com atividade regulada pelo aumento do NO [21]. Vale ressaltar que não foram encontrados outros estudos que analisassem a arginase antes e após a exposição ao exercício físico, sendo ele em única sessão ou de forma contínua, não sendo assim possível fazer outras comparações.

A arginase é uma enzima intracelular, presente nos eritrócitos, fígado e rins, e é encontrada no plasma principalmente após inflamação, lesões crônicas em órgãos e hemólise [22]. Marcadores inflamatórios como o TNF- α e PCR podem contribuir para a indução da sua atividade [23] e na população com excesso de peso, esse componente é relevante.

O tecido adiposo branco, um dos constituintes do tecido adiposo, apresenta 40% de macrófagos em sua composição, sendo um fator contribuinte para o aumento da disponibilidade da arginase no plasma, já que essa enzima também é induzida por monócitos [24,25]. Além disso, é sugerido que no momento do ganho de peso, ocorre hipertrofia dos adipócitos, seguido de um mecanismo de isquemia nos vasos da região adjacente e hipóxia, desencadeando um processo inflamatório local e quimiotaxia de mais macrófagos para essa região, promovendo a elevação de TNF-alfa, IL-6 e PCR [25]. Nessa mesma população, o estresse oxidativo também contribui na cascata inflamatória [25], somando então mais um fator que comprovadamente está relacionado com a ativação e aumento da expressão da arginase [5].

Outras condições que contribuem para o upregulation da arginase são a resistência insulínica e a lesão hepática secundária à doença hepática gordurosa não alcoólica, muito frequentes na população com excesso de peso [5]. Esses fatores podem justificar os níveis séricos basais de arginase elevados nessa população, não sendo passíveis de redução com uma única sessão de exercício físico de intensidade leve.

O incremento dessa enzima nessa população de mulheres jovens também pode ser detectado em indivíduos muito jovens. Por exemplo, quando comparada em população de adolescentes dentro do peso normal e com excesso de peso, a média da arginase foi $39,3 \pm 26,9$ ng/mL e $95,8 \pm 68,2$ ng/mL respectivamente. Em oposição a este estudo, houve associação entre a arginase e marcadores antropométricos como peso, IMC, relação cintura-quadril e circunferência da cintura, além de história familiar de hipertensão arterial, PCR e o TNF-alfa, o que fortifica a plausibilidade biológica da tríade, obesidade, inflamação e aumento da arginase [26].

Quando comparados ratos não obesos e obesos, a arginase sérica elevada e o desenvolvimento de disfunção endotelial naqueles acima do peso foi bem estabelecida, sendo comprovada que a relação competitiva entre arginase e NO pelo substrato

promove uma vasodilatação mediada por NO deficiente nessa população. Quando administrados inibidores de arginase ou arginina, o substrato propriamente dito, a resposta endotelial foi consideravelmente mais satisfatória [4].

Visto essa relação competitiva e embora seja comprovado que a realização de exercícios físicos está associada com a preservação da capacidade funcional do endotélio por promover aumento da concentração de NO após uma única sessão [10], não é possível estabelecer seu impacto com a redução dos níveis de arginase sem a comparação com as variações que podem ocorrer no nível sérico do NO.

É importante ressaltar que o papel da arginase na disfunção endotelial nessa população acontece devido à sua manutenção em níveis elevados de forma crônica. Frente a isso, o exercício físico promove uma resposta compensatória imediata do organismo, demandando o aumento do NO, que acontece, mesmo que de forma deficiente. A dosagem do NO nesse presente estudo permitiria comparar a resposta endotelial com os níveis de arginase nas pacientes do grupo exercício, demonstrando o quanto essa competição pelo substrato poderia interferir na disfunção endotelial.

Embora existam evidências científicas na literatura que estabeleçam a correlação do aumento do IMC com a elevação da arginase, o presente trabalho não encontrou significância estatística ao comparar esses dados. O estudo contou com algumas limitações que podem ter interferido nos resultados, como: pequena amostra, baixa intensidade e frequência do exercício, e ausência de avaliação direta do nível o NO, bem como a avaliação de outros fatores que poderiam potencialmente alterar a enzima, como inflamação, lesão hepática e resistência insulínica. Contudo, por se tratar de amostra randômica, esses possíveis vieses ficam atenuados, não havendo inviabilização dos nossos resultados.

Conclusão

Neste estudo exploratório, uma única sessão de exercício físico não foi capaz de modificar os níveis de arginase sérica em mulheres com excesso de peso.

Potencial conflito de interesse

Nenhum conflito de interesses com potencial relevante para este artigo foi reportado.

Fontes de financiamento

Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC)/Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB).

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Ladeia AMT, Wagmacker DS. **Obtenção de dados:** Wagmacker DS. **Análise e interpretação dos dados:** Nolasco HG, Ladeia AMT, Silva JJ, Souza AJ. **Análise estatística:** Nolasco HG, Ladeia AMT, Silva JJ, Souza AJ. **Obtenção de financiamento:** Ladeia AMT. **Redação do manuscrito:** Nolasco HG, Ladeia AMT. **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Ladeia AMT.

Referências

1. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Estratégias para o cuidado da pessoa com doença crônica: obesidade. Available from: http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/estrategias_cuidado_doenca_cronica_obesidade_cab38.pdf

2. Cercato C, Fonseca FA. Cardiovascular risk and obesity. *Diabetol Metab Syndr* 2019;11(1):1–15. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13098-019-0468-0>
3. Brasil. IBGE. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro. 2011. Available from: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50063.pdf>
4. Vigitel. Vigitel Brasil 2017 - Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Brasília (DF); 2018. 1ª ed. Available from: https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/vigitel_brasil_2017_vigilancia_fatores_riscos.pdf
5. Johnson F, Peyton K, Lui X, Azam M, Shebib A, Johnson R, et al. Arginase promotes endothelial dysfunction and hypertension in obese rats. *Obesity (Silver Spring)* 2015;23(2):383–90. <https://doi.org/10.1002/oby.20969>
6. Durante W, Johnson F, Johnson R. Arginase: a critical regulator of nitric oxide synthesis and vascular function. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 2007;34(9):906–11. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1681.2007.04638.x>
7. Pereira NR. A via L-arginina – óxido nítrico, estresse oxidativo e ciclo da uréia na obesidade [Tese]. Rio de Janeiro: Universidade Estadual do Rio de Janeiro; 2011.
8. Ogino K, Takahashi N, Takigawa T, Obase Y, Wang DH. Association of serum arginase i with oxidative stress in a healthy population. *Free Radic Res* 2011;45(2):147–55. <https://doi.org/10.3109/10715762.2010.520318>
9. Momma TY, Ottaviani JI. Arginase inhibitor, N ω -hydroxy-L-norarginine, spontaneously releases biologically active NO-like molecule: Limitations for research applications. *Free Radic Biol Med* 2020;152:74–82. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2020.02.033>
10. Souza Junior TP, Asano RY, Prestes J, Sales MPM, Oliveira Coelho JM, Simões HG. Óxido nítrico e exercício: Uma revisão. *Rev da Educ Fis* 2013;23(3):469–81. <https://doi.org/10.4025/reveducfis.v23i3.11738>
11. Zimmer A. Efeitos do treinamento físico aeróbio sobre o metabolismo do óxido nítrico e da endotelina-1 e sobre o estresse oxidativo no parênquima pulmonar de ratos com hipertensão arterial pulmonar [Dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2016. Available from: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/157938>
12. Clemente GS, van Waarde A, Antunes IF, Dömling A, Elsinga PH. Arginase as a potential biomarker of disease progression: A molecular imaging perspective. *Int J Mol Sci* 2020;21(15):1–36. <https://doi.org/10.3390/ijms21155291>
13. Lee-Young RS, Ayala JE, Hunley CF, James FD, Bracy DP, Kang L, et al. Endothelial nitric oxide synthase is central to skeletal muscle metabolic regulation and enzymatic signaling during exercise in vivo. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2010;298(5):1399–408. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00004.2010>
14. Chies AB, de Souza Rossignoli P, Daniel EF. Exercise increases the angiotensin II effects in isolated portal vein of trained rats. *Peptides* 2010;31(5):883–8. <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2010.02.011>
15. Faria TDO, Targueta GP, Angeli JK, Almeida EAS, Stefanon I, Vassallo DV, et al. Acute resistance exercise reduces blood pressure and vascular reactivity, and increases endothelium-dependent relaxation in spontaneously hypertensive rats. *Eur J Appl Physiol* 2010;110(2):359–66. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1508-5>
16. Long X, Bratz IN, Alloosh M, Edwards JM, Sturek M. Short-term exercise training prevents micro- and macrovascular disease following coronary stenting. *J Appl Physiol* 2010;108(6):1766–74. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01014.2009>
17. Matsudo S, Araujo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC, et al. Questionario Internacional de atividade física (I PAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde - RBAFS* 2012;6(2). Available from: <https://rbafs.org.br/RBAFS/article/view/931>
18. Plaisance EP, Mestek ML, Mahurin AJ, Taylor JK, Moncada-Jimenez J, Grandjean PW. Postprandial triglyceride responses to aerobic exercise and extended-release niacin. *Am J Clin Nutr* 2008;88(1):30–7. <https://doi.org/10.1093/ajcn/88.1.30>
19. Chen MJ, Fan X, Moe ST. Criterion-related validity of the Borg rating of perceived exertion scale in healthy individuals. *J Sports Sci* 2002;20(11):37–41. <https://doi.org/10.1080/026404102320761787>
20. Cloud-Clone Corp. ELISA Kit for Arginase. 2013;1:2–9. Available from: <https://www.cloud-clone.us/elisa/ELISA-Kit-for-Human-Arginase-Arg-902.htm>
21. Tsukiyama Y, Ito T, Nagaoka K, Eguchi E, Ogino O. Effects of exercise training on nitric oxide, blood pressure and antioxidant enzymes. *J Clin Biochem Nutr* 2017;60(3):180–6. <https://doi.org/10.3164/jcbn.16-108>
22. Santos W. Metabolismo da arginina e moléculas associadas a ativação endotelial na anemia falciforme [Tese]. Salvador: Universidade Federal da Bahia/ Fundação Oswaldo Cruz Salvador; 2011. Available from: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/4323>
23. Maritza JR, Daniel HP, Huda ET, Mohamed L, Azza BE, Manuela B, et al. Diabetes-induced coronary vascular dysfunction involves increased arginase activity. *Circ Res* 2008;102(1):95–102. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.107.155028>
24. Fruzsina KJ, Kelly JP, Xiao-ming L, Mohammed AA, Ahmad RS, Robert AJ, et al. Arginase promotes endothelial dysfunction and hypertension in obese rats. *Obesity (Silver Spring)* 2015;23(2):383–90. <https://doi.org/10.1002/oby.20969>
25. Leite L, Rocha E, Brandão-Neto J. Obesidade: uma doença inflamatória. *Revista Ciência & Saúde* 2009;2(2):85–95. Available from: https://www.researchgate.net/publication/277162907_Obesidade_uma_doenca_inflamatoria
26. Jung C, Figulla HR, Lichtenauer M, Franz M, Pernow J. Increased levels of circulating arginase I in overweight compared to normal weight adolescents. *Pediatr Diabetes* 2014;15(1):51–6. <https://doi.org/10.1111/pedi.12054>