

Relação entre ingestão de vitamina C e enzimas antioxidantes em mulheres obesas

Relationship between vitamin C ingestion and antioxidant enzymes in obese women

Relación entre la ingesta de vitamina C y las enzimas antioxidantes en mujeres obesas

Recebido: 03/03/2021 | Revisado: 10/03/2021 | Aceito: 15/03/2021 | Publicado: 21/03/2021

Lyandra Dias da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5727-3291>
Universidade Federal do Piauí, Brasil
E-mail: lya_dias@hotmail.com

Nilmara Cunha da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8672-8881>
Universidade Federal do Piauí, Brasil
E-mail: nilmara.silva2009@hotmail.com

Loanne Rocha dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5418-6715>
Universidade Federal do Piauí, Brasil
E-mail: loanners@gmail.com

Tamires da Cunha Soares

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0466-5021>
Universidade Federal do Piauí, Brasil
E-mail: tamiressoares22@outlook.com

Marcelo Nery do Rêgo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3872-5755>
Universidade Federal do Piauí, Brasil
E-mail: marcelonerydorego@gmail.com

Mávia Caline Lopes da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5605-5455>
Universidade Federal do Piauí, Brasil
E-mail: maviacaline_@hotmail.com

Larissa Cristina Fontenelle

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0156-6105>
Universidade Federal do Piauí, Brasil
E-mail: larissacris.f@hotmail.com

Fabiana Poltronieri

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5075-4199>
Centro Universitário das Américas, Brasil
E-mail: fabianapoltronieri@hotmail.com

Dilina do Nascimento Marreiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7550-1403>
Universidade Federal do Piauí, Brasil
E-mail: dilina.marreiro@gmail.com

Resumo

O presente estudo teve como objetivo avaliar a relação entre a ingestão de vitamina C na dieta e a atividade de enzimas antioxidantes em mulheres obesas. Trata-se de um estudo caso-controle, envolvendo 62 mulheres, com idade entre 20 e 50 anos, sendo distribuídas em dois grupos: grupo controle (mulheres eutróficas, n=40) e grupo caso (mulheres obesas, n=22). Foram realizadas medidas de peso corporal e altura para o cálculo do índice de massa corpórea, bem como estimadas a ingestão de calorias, macronutrientes e vitamina C. Além disso, foram coletadas amostras de sangue das participantes para posterior análise da atividade eritrocitária das enzimas glutatona peroxidase e superóxido dismutase. Os dados foram analisados no programa estatístico SPSS for Windows 22.0. Quanto aos resultados, observou-se diferença estatística significativa quanto ao consumo de carboidratos e lipídios ($p<0,05$), sendo menor no grupo caso. Além disso, as mulheres obesas ingeriram quantidade de vitamina C inferior ao grupo controle ($p<0,05$). A atividade da enzima glutatona peroxidase foi semelhante entre os grupos, por outro lado observou-se atividade reduzida da enzima superóxido dismutase nas mulheres obesas ($p<0,05$). Não foi verificada correlação entre os parâmetros de vitamina C e enzimas antioxidantes nos grupos. Dessa forma, conclui-se que a ingestão de vitamina C pareceu não influenciar a atividade de enzimas antioxidantes.

Palavras-chave: Vitamina C; Glutatona peroxidase; Superóxido dismutase; Obesidade.

Abstract

The present study aimed to assess the relationship between dietary vitamin C intake and activity of antioxidant enzymes in obese women. This is a case-control study, involving 62 women, aged between 20 and 50 years, divided

into two groups: control group (eutrophic women, n = 40) and case group (obese women, n = 22). The measures of weight and height were considered to calculate the body mass index, as well as the estimated intake of calories, macronutrients and vitamin C. In addition, blood samples were collected from the participants for further analysis of the erythrocyte activity of the enzymes glutathione peroxidase and superoxide dismutase. The data were analyzed using the statistical program SPSS for Windows 22.0. As for the results, a statistically significant difference was observed regarding the consumption of carbohydrates and lipids ($p < 0.05$), being lower in the case group. Moreover, obese women ingested less vitamin C than the control group ($p < 0.05$). The activity of the glutathione peroxidase enzyme was similar in the groups, however, reduced activity of the superoxide dismutase enzyme was observed in obese women ($p < 0.05$). There was no correlation between the parameters of vitamin C and antioxidant enzymes in the groups. Wherefore, it is concluded that the intake of vitamin C did not seem to influence the activity of antioxidant enzymes.

Keywords: Vitamin C; Glutathione peroxidase; Superoxide dismutase; Obesity.

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la relación entre la ingesta dietética de vitamina C y la actividad de las enzimas antioxidantes en mujeres obesas. Se trata de un estudio de casos y controles, en el que participaron 62 mujeres, de entre 20 y 50 años, divididas en dos grupos: grupo control (mujeres eutróficas, n = 40) y grupo de casos (mujeres obesas, n = 22). Se tomaron medidas de peso y altura para calcular el índice de masa corporal, así como la ingesta estimada de calorías, macronutrientes y vitamina C. Además, se recolectaron muestras de sangre de los participantes para un análisis adicional de la actividad eritrocitaria de las enzimas glutatión peroxidasa y superóxido dismutasa. Los datos se analizaron con el programa estadístico SPSS para Windows 22.0. En cuanto a los resultados, se observó una diferencia estadísticamente significativa con respecto al consumo de carbohidratos y lípidos ($p < 0.05$), siendo menor en el grupo de casos. Además, las mujeres obesas ingirieron menos vitamina C que el grupo de control ($p < 0.05$). La actividad de la enzima glutatión peroxidasa fue similar entre los grupos, por otro lado, se observó una actividad reducida de la enzima superóxido dismutasa en mujeres obesas ($p < 0.05$). No hubo correlación entre los parámetros de vitamina C y enzimas antioxidantes en los grupos. Así, se concluye que la ingesta de vitamina C no pareció influir en la actividad de las enzimas antioxidantes.

Palabras clave: Vitamina C; Glutatión peroxidasa; Superóxido dismutasa; Obesidad.

1. Introdução

A obesidade sob o ponto de vista metabólico é definida como o acúmulo excessivo de tecido adiposo no organismo, sendo considerada fator de risco para diversas comorbidades, tais como diabetes mellitus, doenças cardiovasculares, renais, dislipidemias e câncer de mama (Upadhyay et al., 2017).

Um dos aspectos importantes na gênese dessa doença complexa é a presença do estresse oxidativo, caracterizado pelo desequilíbrio entre o sistema de defesa antioxidante e pró-oxidante (Senoner & Dichtl, 2019). Esse processo promove peroxidação lipídica, agressão às proteínas dos tecidos e das membranas, bem como dano oxidativo ao ácido desoxirribonucleico (DNA). Além disso, o excesso de espécies reativas de oxigênio também pode contribuir para o desenvolvimento de outras doenças crônicas, resistência à insulina e síndrome metabólica (Pol et al., 2019; Hauck et al., 2019).

Pesquisas têm mostrado correlação positiva entre o índice de massa corpórea e a presença de marcadores do estresse oxidativo, tais como malondialdeído e isoprostanos, além da atividade reduzida de enzimas antioxidantes, como superóxido dismutase e glutatión peroxidase (Manna & Jain, 2015; Roh; Cho & So, 2017; Maslov et al., 2019; Sousa et al., 2020).

Diversos estudos têm sido conduzidos na perspectiva de esclarecer alterações nutricionais presentes em mulheres obesas, com ênfase no papel de micronutrientes e sua biodisponibilidade nessa população. Os nutrientes antioxidantes por exemplo, impedem que o oxigênio se combine com moléculas suscetíveis, neutralizando a formação de radicais livres e formando compostos menos reativos (Dennis; Go & Jones, 2019; Rapa et al., 2020).

Nessa abordagem, tem sido evidenciado a participação, em particular, da vitamina C na prevenção de processos deletérios dos radicais livres, e também nos lipídios plasmáticos, protegendo contra os danos causados pelos radicais peróxidos na peroxidação lipídica. Devido ao seu baixo potencial redutor, essa vitamina atua como antioxidante na maioria dos compostos reativos radicalares formados em sistemas biológicos, neutralizando os mesmos (Wong, Chin & Ima-Nirwana, 2020). Além disso, pode atuar indiretamente por meio de seu papel antioxidante na ativação da vitamina E, β -caroteno e

glutathiona para a forma ativa por meio do ciclo redox (Monacelli et al., 2017; Gould & Pazdro, 2019; Ferraz et al., 2020).

Sendo assim, estudos indicam que a ingestão dietética regular de vitamina C está associada ao aumento da capacidade antioxidante e a redução de marcadores inflamatórios. No entanto, parte da comunidade científica relata sua ingestão inadequada em indivíduos obesos, bem como relação inversa entre as concentrações séricas e índice de massa corpórea (García et al., 2012; Wilson et al., 2017; Pearson et al., 2017).

Portanto, embora algumas pesquisas já tenham demonstrado concentrações séricas reduzidas de vitamina C em pacientes obesos e teor reduzido na dieta, dados sobre a relação entre a ingestão dessa vitamina e marcadores do estresse oxidativo nesse grupo ainda são escassos e controversos. Desta forma, o objetivo do estudo foi avaliar a ingestão de vitamina C na dieta e sua relação com enzimas antioxidantes em mulheres obesas.

2. Metodologia

2.1 Caracterização do Estudo e Protocolo Experimental

Trata-se de um estudo caso-controle que incluiu 62 mulheres, com idade entre 20 e 50 anos de idade e foram distribuídas em dois grupos: grupo caso (n=22) e grupo controle (n=40). As participantes dos dois foram recrutadas em a partir de demanda espontânea de ambulatórios clínicos da cidade de Teresina. Trata-se de uma pesquisa de natureza quantitativa, conforme Pereira et al. (2018).

Como as participantes foram selecionadas por meio de entrevista, os seguintes critérios de inclusão foram considerados: índice de massa corporal entre 18,5 e 24,9 kg/m² (grupo controle) ou entre 30 e 39,9 kg/m² (grupo obeso); não fumantes; não grávida ou amamentando; ausência de diabetes mellitus, doenças cardiovascular, câncer, insuficiência renal crônica e doença hepática; não fazer uso de suplementos de vitaminas e minerais e/ou medicamentos que pudessem afetar o estado da vitamina C.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí, com o número de parecer 2.014.100, como prevê a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) (Brasil, 2012).

As participantes assinaram um Termo De Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) e descritivo do estudo a ser realizado, elaborado de acordo com a “Declaração de Helsinque III”, capítulo 50, parágrafos 50.20/27, que trata da proteção dos participantes e orienta procedimentos referentes às pesquisas que necessitam de experiências com humanos. Em seguida, foi preenchida uma ficha de cadastro, após receberem informações detalhadas sobre a pesquisa com linguagem adequada, conforme estabelecido pela Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (Brasil, 2012).

Após a assinatura do termo, foi realizado o cadastro das participantes e entregue o formulário para preenchimento do registro alimentar, bem como foram agendadas datas para obtenção das medidas antropométricas (peso corporal e estatura), coleta de sangue e entrega do registro alimentar.

2.2 Avaliação Antropométrica

Para avaliar o estado nutricional, foi aferido o peso corporal e estatura, conforme descrito pelo Ministério da Saúde (Brasil, 2004). Os dados antropométricos e demais informações das participantes foram anotados na ficha de cadastro das participantes da pesquisa.

2.2.1 Peso Corporal (kg) e Estatura (cm)

O peso corporal foi determinado utilizando balança digital (Plenna ® modelo SIM09190), com capacidade máxima de 180 kg, graduada em 100 gramas, estando as participantes descalças e usando roupas leves. A estatura foi mensurada com antropômetro marca Secar®, graduada em centímetros e com barra vertical e fixa, para o posicionamento da cabeça, estando as

participantes descalças com os pés unidos, em posição ereta, olhando para frente (Brasil, 2011).

2.2.2 Índice de Massa Corporal (IMC)

O índice de massa corporal (IMC) foi calculado a partir do peso corporal da participante do estudo dividido por sua estatura ao quadrado (World Health Organization, 2008):

$$\text{IMC (kg/m}^2\text{)} = (\text{Peso (kg)} / (\text{Altura (cm)})^2)$$

A classificação do estado nutricional a partir da distribuição do índice de massa corporal foi realizada segundo a recomendação da World Health Organization (World Health Organization, 2000).

2.3 Avaliação do consumo alimentar de vitamina C

A avaliação do consumo alimentar foi realizada de acordo com a técnica de registro alimentar de três dias, compreendendo dois dias alternados durante a semana e um dia no final de semana. No momento da entrega dos formulários, as participantes foram orientadas quanto à forma correta de anotar os alimentos, como discriminar os tipos de refeições, preparações, porcionamento, medidas caseiras.

Calculou-se as quantidades de energia, macronutrientes e vitamina C foram calculadas pelo programa “Nutwin”, versão 1.5 do Departamento de Informática em Saúde da Universidade Federal de São Paulo (Anção et al., 2002). Para verificar a adequação da ingestão alimentar dos macronutrientes e vitamina C, utilizou-se como referência a Estimated Average Requirement (EAR), contida nas Dietary Reference Intakes (DRI’s).

Os valores da ingestão de energia, macronutrientes e vitamina C foram inseridos na plataforma online Multiple Source Method (MSM), versão 1.0.1, para ajustes de variabilidade intrapessoal e interpessoal, corrigida por técnicas de modelagem 30 estatísticas, bem como para estimativa do consumo alimentar habitual desses nutrientes, por meio de análise de regressão logística (Haubrock et al., 2011; Laureano et al., 2016; MSM, 2011; Souverein et al., 2011).

A ingestão dietética usual foi estimada em três etapas: na primeira, a probabilidade de ingerir um nutriente em um dia aleatório foi estimada para cada indivíduo; na segunda, foi estimada a quantidade usual de ingestão do nutriente em um dia de consumo; em seguida, os números resultantes das etapas 1 e 2 foram multiplicados para estimar a ingestão diária usual para cada indivíduo (MSM, 2011).

Os valores dietéticos de macronutrientes e vitamina C também foram ajustados em relação à energia por meio do método residual, evitando distorções geradas por diferenças no consumo energético. Após verificar a normalidade da distribuição dos dados, os valores de ingestão foram ajustados em relação à energia pelo cálculo do nutriente (Fisberg et al., 2005; Jaime et al., 2003; Willett & Stampfer, 1986).

A adequação dos valores de ingestão dos macronutrientes foi avaliada considerando a faixa de distribuição aceitável dos macronutrientes (AMDR), sendo 45 a 65% de carboidratos, 10 a 35% de proteína, e 20 a 35% de lipídio. Para verificar a adequação da ingestão alimentar de vitamina C, foi utilizada como referência a Estimated Average Requirement (EAR), contida nas Dietary Reference Intakes (DRI’s), sendo 60 mg/dia para as mulheres na faixa etária entre 19 e 50 anos (IOM, 2006).

2.4 Determinação dos parâmetros bioquímicos

2.4.1 Determinação da atividade da enzima superóxido dismutase

A atividade da enzima superóxido dismutase foi determinada nos eritrócitos pelo método in vitro, em um analisador

bioquímico Lysis, utilizando kit disponível comercialmente (Kit Ransod; Randox Laboratories Ltd.), conforme metodologia recomendada pelo fabricante. O padrão de referência adotado para a atividade da enzima foi de 1102 a 1601 U/gHb (Kit Ransod; Randox Laboratories Ltd.).

2.4.2 Determinação da atividade da enzima glutatona peroxidase

A determinação da atividade da glutatona peroxidase foi realizada também em eritrócitos com o auxílio de kits comerciais (Ransel 505 – RANDOX Laboratories, Crumlin/UK) adaptados para o uso em analisador bioquímico automático. O método se baseia na reação em que a glutatona peroxidase catalisa a oxidação da glutatona reduzida por um hidroperóxido. Na presença de glutatona peroxidase e NADPH, a glutatona oxidada é imediatamente convertida à forma reduzida com a oxidação concomitante do NADPH em NADH+. A leitura das amostras é realizada em absorbância de 340 nm (71).

Para determinação da glutatona peroxidase, foram adicionados a 50 µL da amostra 1 mL do diluente fornecido pelo kit, e após 5 minutos de incubação à temperatura ambiente, acrescentou-se 1 mL de drabkin concentrado. A concentração de hemoglobina do hemolisado foi determinada e o resultado final expresso em unidades de enzima por grama de hemoglobina.

2.5 Análise estatística

Os dados foram analisados utilizando o programa SPSS para Windows®. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi aplicado para verificar a normalidade dos dados. Para comparar as médias entre os dois grupos, o teste t de Student e o teste de Mann-Whitney foram usados para dados paramétricos e não paramétricos, respectivamente. Além disso, o coeficiente de correlação de Spearman foi utilizado para identificar quaisquer correlações potenciais entre os conjuntos de dados. A diferença foi considerada estatisticamente significativa quando $p < 0,05$, adotando um intervalo de confiança de 95%.

3. Resultados

3.1 Parâmetros Antropométricos de Avaliação do Estado Nutricional

Os parâmetros antropométricos avaliados estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios e desvios-padrões da idade, peso corporal, estatura e índice de massa corpórea das mulheres obesas e grupo controle. Teresina-PI, Brasil, 2021.

| Parâmetros | Caso (n=22) Média ± DP | Controle (n=40) Média ± DP | P |
|---------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|--------|
| Idade (anos) ^b | 32,23 ± 7,53 | 32,10 ± 5,84 | 0,918 |
| Peso corporal (kg) ^b | 111,85 ± 14,27* | 56,36 ± 6,25 | <0,001 |
| Estatura (m) ^a | 1,62 ± 0,05 | 1,59 ± 0,07 | 0,159 |
| IMC (kg/m ²) ^b | 42,67 ± 6,64* | 22,23 ± 1,77 | <0,001 |

*Valores significativamente diferentes entre as pacientes obesas e grupo controle, teste t de Student^a ou teste Mann-Whitney^b ($p < 0,05$). IMC = Índice de Massa Corpórea. Fonte: Dados da pesquisa.

Os valores médios e desvios-padrões da idade e parâmetros antropométricos utilizados na avaliação do estado nutricional das participantes do estudo estão expostos na Tabela 1. Os grupos foram semelhantes quanto a idade e estatura, mas apresentaram valores significativamente diferentes quanto ao peso corporal e IMC ($p < 0,05$).

3.2 Consumo alimentar

A quantidade de energia e macronutrientes ingerida pelas mulheres obesas e grupo controle encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios e desvios-padrões da ingestão de energia e macronutrientes das mulheres obesas e grupo controle. Teresina-PI, Brasil, 2021.

| Energia/Nutrientes | Caso (n=22) Média ± DP | Controle (n=40) Média ± DP | p |
|------------------------------|---------------------------|-------------------------------|--------|
| Energia (Kcal) ^a | 1300,76 ± 481,81 | 1391,91 ± 421,94 | 0,447 |
| Carboidrato (g) ^a | 151,54 ± 24,65* | 182,82 ± 32,69 | <0,001 |
| Proteína (g) ^b | 74,82 ± 35,56 | 67,24 ± 17,45 | 0,566 |
| Lipídio (g) ^b | 37,47 ± 8,03* | 42,92 ± 8,62 | 0,018 |

*Valores significativamente diferentes entre as pacientes obesas e grupo controle, teste *t* de Student^a ou teste Mann-Whitney^b (p<0,05). Fonte: Dados da pesquisa.

Os valores médios e desvios-padrões da ingestão de energia e macronutrientes encontrados nas dietas consumidas pelas participantes do estudo estão descritos na Tabela 2. Foi verificada diferença estatística significativa entre os grupos para carboidrato e lipídio (p<0,05).

A Tabela 3 apresenta a ingestão dietética de vitamina C dos grupos avaliados.

Tabela 3. Mediana, ingestão máxima e mínima de vitamina C pelas mulheres obesas e grupo controle. Teresina-PI, Brasil, 2021.

| Grupo | Mediana | Mínimo | Máximo |
|-----------------|---------|---------|---------|
| Obesas (n=22) | 33,6083 | 19,2350 | 1105,45 |
| Controle (n=40) | 52,4832 | 34,3094 | 1062,28 |

Teste *t* de Student p=0,008. Valores de referência: Vitamina C (EAR = 60 mg/dia, faixa etária a partir de 19 anos (sexo feminino) (IOM, 2006). Fonte: Dados da pesquisa.

A Tabela 3 apresenta os valores da ingestão dietética de vitamina C do grupo caso e controle. As mulheres obesas apresentaram consumo inferior em relação ao grupo controle, com diferença estatística significativa entre os grupos (p<0,05).

3.3 Parâmetros Bioquímicos de Avaliação de Antioxidantes

Na Tabela 4 são apresentados os valores de glutatona peroxidase e superóxido dismutase das mulheres obesas e grupo controle.

Tabela 4. Valores médios e desvios-padrões da glutatona peroxidase e superóxido dismutase dos grupos analisados. Teresina-PI, Brasil, 2021.

| Parâmetros | Caso (n=22) Média ± DP | Controle (n=40) Média ± DP | p |
|------------|---------------------------|-------------------------------|-------|
| GPX | 42,07 ± 12,39 | 41,66 ± 10,16 | 0,889 |
| SOD | 2532,78 ± 707,78* | 2960,36 ± 522,93 | 0,009 |

*Valores significativamente diferentes entre as pacientes obesas e grupo controle, teste *t* de Student (p<0,05). GPx = glutatona peroxidase, SOD = superóxido dismutase. Fonte: Dados da pesquisa.

A Tabela 4 apresenta os valores médios e desvios-padrões da glutathiona peroxidase e superóxido dismutase, utilizados para avaliação da atividade antioxidante das participantes deste estudo. Observa-se diferença estatística significativa entre os grupos para a enzima superóxido dismutase, sendo maior no grupo controle ($p < 0,05$).

3.4 Correlação entre Vitamina C Dietética e Enzimas Antioxidantes

Os resultados de análise de correlação entre vitamina C dietética e enzimas antioxidantes estão dispostos na Tabela 5.

Tabela 5. Análise de correlação entre vitamina C e enzimas antioxidantes dos grupos analisados. Teresina-PI, Brasil, 2021.

| Parâmetros | Caso (n=22) | | | | Controle (n=40) | | | |
|------------|-------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|--------|-------|
| | GPx | | SOD | | GPx | | SOD | |
| | r | p | r | p | r | p | r | p |
| Vitamina C | 0,289 | 0,193 | 0,165 | 0,164 | 0,224 | 0,164 | -0,284 | 0,075 |

Correlação de Spearman ($p > 0,05$). Fonte: Dados da pesquisa.

Na Tabela 5 estão dispostos os resultados da análise de correlação entre a vitamina C e parâmetros da defesa antioxidantes avaliados nas mulheres obesas e grupo controle. Verifica-se que não houve correlação significativa entre as variáveis.

4. Discussão

Neste estudo foi avaliado o consumo dietético de vitamina C e sua correlação com marcadores do estresse oxidativo. Em relação ao consumo alimentar, observou-se diferença estatística significativa para a ingestão de carboidratos e lipídios entre os grupos, resultado semelhante aos obtidos por Kadkhoda et al. (2020).

Destaca-se que o consumo alimentar reduzido pelas mulheres obesas pode ser justificado pelo fato dessa população frequentemente subestimar a ingestão dietética, principalmente de alimentos ricos em açúcar e gordura (Rendeiro et al., 2018). Entretanto, destaca-se que o registro alimentar, instrumento utilizado para estimar o consumo dietético neste estudo, consiste em um método validado para mensurar o consumo alimentar habitual (Shim; Oh & Kim, 2014).

A quantidade de vitamina C presente nas dietas das mulheres obesas foi inferior em relação ao grupo controle, com diferença estatística significativa entre os grupos. Resultados semelhantes foram obtidos por Agarwal et al. (2015) que observaram relação inversa entre o consumo de vitamina C e obesidade.

O aporte insuficiente de vitamina C pode estar relacionado ao consumo reduzido de frutas, hortaliças e vegetais, e maior consumo de alimentos com alta densidade energética e baixo teor de micronutrientes, como evidenciado nos estudos de Lee & Muda (2019) e Rauber et al. (2020). Tal padrão alimentar pode comprometer a oferta, disponibilidade e armazenamento do ácido ascórbico (Carr & Rowe, 2020).

Vale destacar que a ingestão dietética reduzida de vitamina C pode contribuir para sua deficiência no organismo, e favorecer a manifestação de distúrbios metabólicos relevantes, a exemplo do estresse oxidativo, aumentando o risco de mortalidade por outras doenças crônicas (Monacelli et al., 2017, Rowe & Carr, 2020).

Os resultados da avaliação da concentração eritrocitária de marcadores do estresse oxidativo indicaram menor atividade da superóxido dismutase nas mulheres obesas, semelhantes aos obtidos por Amirkhizi et al. (2014) e Torkanlou et al. (2016). Esse achado pode ser justificado pela produção excessiva de espécies reativas de oxigênio que por sua vez aumenta a

demanda da atividade de enzimas do sistema de defesa antioxidante, a exemplo da superóxido dismutase, favorecendo a redução de suas concentrações séricas (Schmatz et al., 2017; Colak et al., 2020). No entanto, em relação à atividade da enzima glutatona peroxidase, não foi observado diferença entre os grupos.

Na perspectiva de uma melhor compreensão do papel da vitamina C sobre a ativação de compostos enzimáticos, conduziu-se análise de correlação entre o teor dietético dessa vitamina e a atividade das enzimas antioxidantes superóxido dismutase e glutatona peroxidase, que não evidenciou resultado significativo. Possivelmente o número amostral reduzido, a necessidade de utilização de outros biomarcadores da vitamina C, a técnica de avaliação do consumo alimentar, que apesar de ser o método mais utilizado em pesquisas, apresenta vieses inerentes, como a subestimação no consumo de alguns alimentos podem ser fatores que contribuíram para este resultado.

Diante do exposto e considerando a complexidade dos mecanismos envolvidos no papel da vitamina C como nutriente antioxidante e o baixo consumo dessa vitamina pela população obesa, estudos dessa natureza são necessários para melhor compreensão de tais mecanismos na obesidade.

5. Conclusão

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que as mulheres obesas avaliadas neste estudo ingerem quantidade reduzida de vitamina C e apresentam baixa atividade da enzima superóxido dismutase. Ademais, este estudo não revela correlação entre a o teor de vitamina C presente nas dietas consumidas e as enzimas antioxidantes superóxido dismutase e glutatona peroxidase.

Diante destes achados, torna-se evidente a necessidade de aprofundamento sobre as condições nutricionais da população obesa, em particular no que diz respeito aos nutrientes que apresentam ação contra a produção excessiva de espécies reativas de oxigênio, a exemplo da vitamina C. Associado a isso, faz-se necessário uma melhor compreensão sobre a participação dessa vitamina em mecanismos envolvidos na síntese e atividade de enzimas do sistema de defesa antioxidante.

Referências

- Agarwal, S. et al. (2015). Comparison of prevalence of inadequate nutrient intake based on body weight status of adults in the United States: an analysis of NHANES 2001-2008. *Journal of the American College of Nutrition*, 34(2), 126-134.
- Amirkhizi, F. et al. (2014). Impaired enzymatic antioxidant defense in erythrocytes of women with general and abdominal obesity. *Obesity Research & Clinical Practice*, 8(1), 26-34.
- Anção, M. S. et al. (2002). *Programa de apoio à nutrição Nutwin*: versão 1.5. Departamento de Informática em Saúde, SPDM, Unifesp/EPM, 1 CD-ROM.
- Brasil (2012). Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Pesquisa com Seres Humanos. Resolução nº466, de 12 de dezembro de 2012. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF.
- Brasil (2011). Ministério da Saúde. *Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Orientações para a coleta e análise de dados antropométricos em serviços de saúde: Norma Técnica do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional – SISVAN*. Brasília: Ministério da Saúde.
- Brasil (2004). Ministério da Saúde. *Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Vigilância alimentar e nutricional - Sisvan: Orientações básicas para a coleta, processamento, análise de dados e informação em serviços de saúde*. Brasília: Ministério da Saúde.
- Carr, A. C. & Rowe, S. Factors affecting vitamin C status and prevalence of deficiency: a global health perspective. *Nutrients*, 12(7), 1-19.
- Colak, E. et al. (2020). The impact of obesity to antioxidant defense parameters in adolescents with increased cardiovascular risk. *Journal of Medical Biochemistry*, 39(3), 346-354.
- Dennis, K. K.; Go, Y. & Jones, D. P. (2019). Redox systems biology of nutrition and oxidative stress. *Journal of Nutrition*, 149(4), 553-565.
- Fisberg, R. M. et al. (2005). *Inquéritos alimentares: métodos e bases científicas*. Manole.
- Ferraz, L. et al. (2020). Association between antioxidant vitamins and oxidative stress among patients with a complete hydatidiform mole. *Clinics*, 75(e1724), 1-6.
- García, E. A. (2012). Obesidad, tejido adiposo y resistencia a la insulina. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 46 (2), 183-194.

- Goul, R. L. & Pazzdro, R. (2019). Impacto f supplementary amino acids, micronutrientes, and overall diet on glutathione homeostasis. *Nutrients*, 11(5), 1-21.
- Haubrock, J. *et al.* (2011). Estimating usual food intake distributions by using the multiple source method in the EPIC-Potsdam Calibration Study. *Journal of Nutrition*, 141(5), 914-20.
- Hauck, A. K. *et al.* (2019). Adipose oxidative stress and protein carbonylation. *Journal of Biological Chemistry*, 294(4), 2019.
- IOM (Institute of Medicine) (2006). *Dietary reference intakes: the essential guide to nutrient requirements*. Washington: National Academy Press.
- Jaime, PC *et al.* (2003). Comparative study among two methods for energy adjustment for nutrient intake. *Nutrire*, 26, 11-18.
- Kadkhoda, G. *et al.* (2020). Association of dietary intake of fruit and green vegetables with PTEN and p53 mRNA gene expression in visceral and subcutaneous adipose tissues of obese and non-obese adults. *Gene*, 733.
- Laureano, G. H. C. *et al.* (2016). Comparison of the ISU, NCI, MSM, and SPADE Methods for Estimating Usual Intake: A Simulation Study of Nutrients Consumed Daily. *Nutrients*, 8(3), 166.
- Lee, Y. Y. & Muda, W. A. M. W. (2019). Dietary intakes and obesity of Malaysian adults. *Nutrition Research and Practice*, 13(2), 159-168.
- Manna, P. & Jain, S. K. (2015). Obesity, oxidative stress, adipose tissue dysfunction, and the associated health risks: causes and therapeutic strategies. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*, 13(10), 423-444.
- Maslov, L. N. *et al.* (2019). Is oxidative stress of adipocytes a cause or a consequence of the metabolic syndrome? *Journal of Clinical & Translation Endocrinology*, 15, 1-5.
- Monacelli, F. *et al.* (2017). Vitamin C, aging and alzheimer's disease. *Nutrients*, 9(7), 1-26.
- MSM. (2011). Multiple Source Method (MSM) for estimating usual dietary intake from shortterm measurement data: user guide. EFCOVAL: Potsdam, pp.41.
- Pearson, J. F. *et al.* (2017). Vitamin C status correlates with markers of metabolic and cognitive health in 50-year-olds: findings of the CHALICE cohort study. *Nutrients*, 9(8), 1-15.
- Pereira, A.S *et al.* (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. UFSM. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.
- Pol, A. V. D. *et al.* (2019). Treating oxidative stress in heart failure: past, present and future. *European Journal of Heart Failure*, 21(4), 425-435.
- Rapa, S. F. *et al.* (2020). Inflammation and oxidative stress in chronic kidney disease-potential therapeutic role of minerals, vitamins and plant-derived metabolites. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(1), 1-26.
- Rauber, F. *et al.* (2020). Ultra-processed food consumption and indicators of obesity in the United Kingdom population (2008-2016). *Plos One*, 15(5), 1-15.
- Rendeiro, L. C. *et al.* (2018). Consumo alimentar e adequação nutricional de adultos com obesidade. *Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*, 12(76, supl. 2), 996-1008.
- Roh, H.; Cho, S. & So, W. (2017). Obesity promotes oxidative stress and exacerbates blood-brain barrier disruption after high-intensity exercise. *Journal of Sport and Health Science*, 6(2), 225-230.
- Rowe, S. & Carr, A. C. (2020). Global vitamin C status and prevalence of deficiency: a cause for concern? *Nutrients*, 12(7), 1-20.
- Schmatz, R. *et al.* (2017). Evaluation of the biochemical, inflammatory and oxidative profile of obese patients given clinical treatment and bariatric surgery. *Clinica Chimica Acta*, 465, 72-79.
- Senoner, T. & Dichtl, W. (2019). Oxidative stress in cardiovascular diseases: still a therapeutic target. *Nutrients*, 11(9), 1-25.
- Shim, J.; Oh, K. & Kim, H. C (2014). Dietary assessment methods in epidemiologic studies. *Epidemiology and Health*, 36, 1-8.
- Sousa, T. G. V. *et al.* (2020). Ingestão dietética de magnésio e ferro e sua relação com estresse oxidativo em mulheres obesas. *Research, Society and Development*, 9(1), 1-16.
- Souverain, O. W. *et al.* (2011). Comparing four methods to estimate usual intake distributions. *European Journal of Clinical Nutrition*, 65 (suppl. 1), S92-101.
- Torkanlou, K. *et al.* (2016). Reduced sérum levels of zinc and superoxide dismutase in obese individuals. *Annals of Nutrition & Metabolism*, 69(1), 232-236.
- Upadhyay, J. *et al.* (2017). Obesity as a disease. *Medical Clinics of North America*, 102(1), 13-33.
- Wong, S. K; Chin, K. Y. & Ima-Nirwana, S. (2020). Vitamin C: a review on its role in the management of metabolic syndrome. *International Journal of Medical Sciences*, 17(11), 1625-1638.
- World Health Organization. (2008). *Obesity: preventing and managing the global epidemic – report of a WHO consultation*. Geneva: World Health Organization.
- World Health Organization. (2000). Obesity: Preventing and managing the global epidemic. *Technical report series*, 894, 9.
- Willett, W. & Stampfer, M. J. (1986). Total energy intake: implications for epidemiologic analyses. *American Journal of Epidemiology*, 124(1), 4199-4239.

Wilson, R. *et al.* (2017). Inadequate Vitamin C status in prediabetes and type 2 diabetes mellitus: associations with glycaemic control, obesity, and smoking. *Nutrients*, 9(9), 1-15.