

EFEITO DA IRISINA APÓS O EXERCÍCIO FÍSICO NA SAÚDE FÍSICA E MENTAL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Nicolly Beatriz Talarico de Moraes¹, Sannya Paes Landim Brito Alves², André Vasconcelos Barros³
Thiago Renee Felipe⁴, Guilherme Valdemarca⁵, Jivago Gentil Moreira Pinto⁶
Lailson Henrique Oliveira dos Santos⁷, Luciana Mendes Oliveira⁸

RESUMO

Introdução: Em pessoas que são diagnosticadas com problemas cognitivos e neurodegenerativos se favorecem dos benefícios da prática do exercício físico aumentando e melhorando a neurogênese, melhorando a plasticidade sináptica e reduzindo a neuroinflamação. **Objetivo:** Investigar o efeito da irisina após o exercício físico na neuroplasticidade cerebral. **Materiais e métodos:** Trata-se de uma Revisão Integrativa da Literatura (RIL), de natureza qualitativa, descritiva, seguindo a questão norteadora: “Qual o efeito da irisina na neuroplasticidade cerebral após o exercício físico?”. Período de busca foi de 2015 a 2023 nas bases de dados PubMed e da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Os descritores (DeCS) foram: Irisin; Physical exercise. E colocados com os operadores booleanos: “Irisin” AND “Physical exercise”. **Resultados:** A revisão integrativa inclui 16 estudos em diferentes países, incluindo Polônia, China e Estados Unidos. **Conclusão:** Em suma, os resultados desta revisão integrativa da literatura indicam que o exercício físico está associado a um aumento nos níveis de irisina no sangue e que essa proteína pode estar envolvida em uma série de efeitos positivos relacionados à saúde e tem relação com tipo de exercício, sua intensidade, da idade, sexo, peso e massa muscular do indivíduo.

Palavras-chave: Exercício físico. Neuroproteção. Músculo esquelético. Inatividade física.

- 1 - Universidade Positivo, Brasil.
- 2 - Graduanda em enfermagem, Universidade Federal do Piauí, Brasil.
- 3 - Graduando em Medicina pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN, Brasil.
- 4 - Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Doutor em Biotecnologia, Departamento de Educação Física. Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil.

ABSTRACT

Effect of Irisin after physical exercise on physical and mental health: an integrative review

Introduction: People who are diagnosed with cognitive and neurodegenerative problems benefit from the benefits of physical exercise by increasing and improving neurogenesis, improving synaptic plasticity and reducing neuroinflammation. **Objective:** Investigate the effect of irisin after physical exercise on brain neuroplasticity. **Materials and Methods:** This is an Integrative Literature Review (RIL), of a qualitative, descriptive nature. We followed the question: “What is the effect of irisin on brain neuroplasticity after physical exercise?”. Search period was from 2015 to 2023 in PubMed and Virtual Health Library (VHL) databases. The descriptors (DeCS) were: Irisin; Physical exercise. And positioned with the Boolean operators: “Irisin” AND “Physical exercise”. **Results:** The integrative review included 16 studies in different countries, including Poland, China and the United States. **Conclusion:** In short, the results of this integrative literature review indicate that physical exercise is associated with an increase in irisin levels in the blood and that this protein may be affected in a series of positive effects related to health and is related to the type of exercise., its intensity, age, gender, weight and muscle mass of the individual.

Key words: Physical exercise. Neuroprotection. Skeletal muscle. Physical inactivity.

- 5 - Graduado em Medicina, Universidade de Passo Fundo, Brasil.
- 6 - Mestre em Ciências e Saúde, Bacharel em Fisioterapia, Universidade Federal do Piauí, Teresina-Piauí, Brasil.
- 7 - Graduação em Computação UFPI, Mestre em educação, Brasil.
- 8 - PPG Neurologia da Universidade Federal Fluminense, Brasil.

INTRODUÇÃO

Conceitualmente a Neuroplasticidade é definida através de uma série de alterações atribuídas ao sistema nervoso em gerar mudanças estruturais adaptativas e funcionais (Lourenço e colaboradores, 2019).

Sendo assim a plasticidade neural está diminuída em indivíduos com alterações do sistema nervoso central (SNC), sendo incluídas doenças como depressão, doenças psiquiátricas e pode ser influenciadas por fatores relacionadas ao comportamento e estilo de vida assim como fatores ambientais, nível de atividade física, dieta e nível de estresse (Fakhoury e colaboradores, 2022; Raefsky, Mattson, 2016).

Contudo a neuroplasticidade cerebral vem atraindo grande interesse pelos pesquisadores com o objetivo de remodelar o tecido cerebral e melhorando o estado de saúde geral, minimizando os agravos da saúde mental (Reddy, Yadav e Dey, 2023; Siteneski e colaboradores, 2018).

Em termo conceitual a neuroproteção significa uma prevenção da morte celular de neurônios do cérebro, promovendo um efeito protetor e inibindo o processo patogênico que pode levar a uma disfunção celular neuronal⁶.

Sabe-se que a irisina é considerada uma miocina secretada pelos músculos em resposta ao exercício em animais roedores e seres humanos. A irisina tem seus efeitos a nível cerebral, na termogênese, melhora a sensibilidade à insulina e obesidade (Reycraft e colaboradores, 2020; Zsuga e colaboradores, 2016).

Sendo assim, a prática regular do exercício físico (EF) ativa o coativador gama 1 α do receptor ativado por proliferação de peroxissoma (PGC-1 α) no músculo esquelético, gerando assim uma cascata de eventos intracelulares de genes que regulam ações autocrinas, paracrinas e endócrinas conhecidas como miocinas (Nicolini e colaboradores, 2020).

Vale salientar que o treinamento intervalado em seres humanos aumenta a concentração de irisina em comparação a indivíduos sedentários, além disso o exercício físico gera fatores protetores em patologias cerebrais incluindo isquemia cerebral e depressão (Nicolini e colaboradores, 2020).

A expressão aumentada da irisina e FNDC5 está relacionada à neuroplasticidade, assim como aumenta também o fator

neurotrófico do cérebro (BNDF) dentre outros fatores neuroprotetores no hipocampo (Mohammadi e colaboradores, 2019).

É importante entender que atualmente existe uma visão bastante ampla sobre os aspectos fisiológicos do exercício físico como estratégia não farmacológica que influenciam e ajudam na melhora de sintomas relacionados a distúrbios metabólicos, cardíacos, pulmonares, ósseos, articulares, ansiedade e depressão (Mohammadi e colaboradores, 2019).

Em pessoas que são diagnosticadas com problemas cognitivos e neurodegenerativos se favorecem dos benefícios da prática do exercício físico aumentando e melhorando a neurogênese, melhorando a plasticidade sináptica e reduzindo a neuroinflamação (Mohammadi e colaboradores, 2019).

Dessa forma, o presente estudo tem por objetivo investigar as efeito da irisina após o exercício físico na neuroplasticidade cerebral.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma Revisão Integrativa da Literatura (RIL), de natureza qualitativa, descritiva, seguindo os seguintes passos:

- 1 - identificação do tema e seleção da hipótese ou questão de pesquisa;
- 2 - busca na literatura;
- 3 - extração de dados;
- 4 - análise crítica dos estudos incluídos;
- 5 - interpretação dos dados;
- 6 - apresentação da revisão integrativa (Dantas e colaboradores, 2021).

A RIL é um método que busca sintetizar resultados obtidos em pesquisas sobre determinada questão ou temática, de maneira sistemática, ordenada e abrangente (Ercole, Melo e Alcoforado, 2014).

O artigo foi norteado pela seguinte pergunta: "Qual o efeito da irisina na neuroplasticidade cerebral após o exercício físico?". A busca dos estudos ocorreu no mês de abril de 2023 nas bases de dados PubMed e da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS).

Os descritores foram selecionados por meio dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): Irisin; Physical exercise. Visando uma busca ampla nas bases de dados, utilizou-se operadores booleanos: "Irisin" AND "Physical exercise".

A seleção foi realizada independentemente por dois revisores, sendo inicialmente feita a leitura do título e resumo.

Caso não se chegasse ao consenso, um terceiro autor definiria a elegibilidade do estudo.

Em seguida, os artigos potencialmente elegíveis foram selecionados para leitura na íntegra.

Como critérios de inclusão foram adotados estudos por ensaios clínicos, com evidências da relação da irisin e o exercício físico, durante o período de 2013 a 2023, nos idiomas inglês ou português.

Foram excluídas revisões de literatura, resumos de congressos, resenhas, editoriais, cartas ao leitor, projetos pilotos, dissertações, teses, estudos incompletos e estudos que não responderam à pergunta de pesquisa.

Dessa forma, as buscas nas bases de dados eletrônicas resultaram em 496 estudos selecionados para uma averiguação minuciosa, dos quais 16 se estabeleceram dentro dos critérios de inclusão.

Sendo assim, os dados obtidos foram apresentados em tabelas, analisados e interpretados conforme o objetivo do presente trabalho tendo como norte para os próximos passos a literatura preconizada inicialmente.

Diante disso, a figura 01 caracteriza o meio no qual foi utilizado para a obtenção dos artigos.

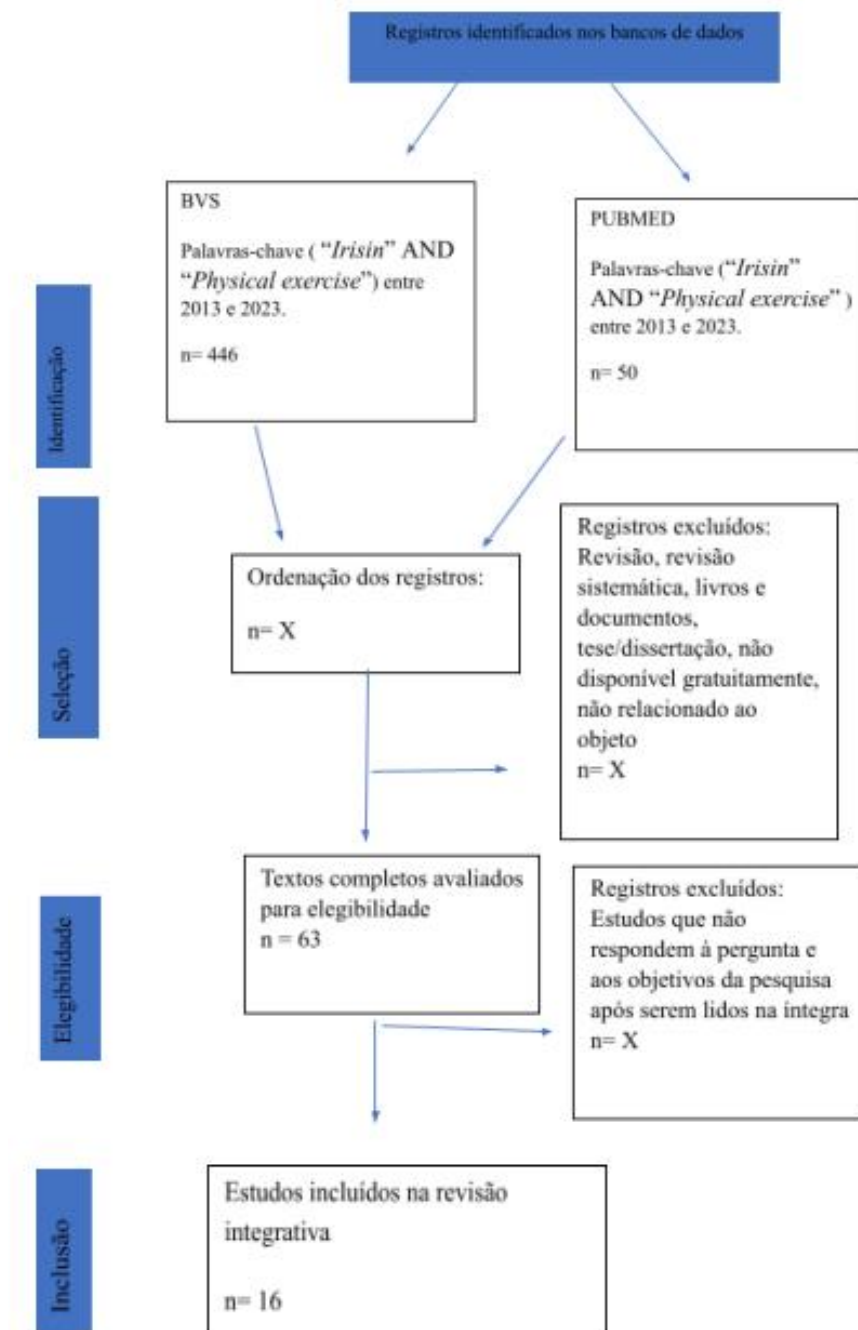


Figura 1 - Fluxograma de seleção dos estudos primários, de acordo com a recomendação PRISMA. Brasil, 2023.

RESULTADOS

A seguir é apresentada a Tabela 1 em que se concentram os artigos utilizados e a Tabela 2 apresenta os pontos relevantes de cada artigo enfatizando seus objetivos e suas conclusões.

A revisão integrativa da literatura realizada sobre a irisina e exercício físico incluiu 16 estudos, publicados entre 2015 e 2023, que investigaram a relação entre a irisina e o exercício físico.

Os estudos foram conduzidos em diferentes países, incluindo Polônia, China e Estados Unidos, e envolveram uma variedade de populações, como indivíduos saudáveis, pacientes com síndrome, obesidade, obesidade mórbida, esclerose múltipla.

Os resultados indicaram que há um aumento significativo nos níveis de irisina no sangue durante a prática de exercícios (1, 2, 7, 8, 9, 10, 13, 14).

O aumento dos níveis de irisina após o exercício físico teve variações dependendo do tipo e intensidade do exercício (3, 7, 10, 14).

Além disso, foi observado que o tempo de duração do exercício pode influenciar nos níveis de irisina (4, 6, 7, 11, 12, 15).

Contudo, Fagundo e colaboradores (2016) no estudo constataram que a irisina não teve relação com a melhora cognitiva (2) e Hecksteden e colaboradores (2013), não observaram aumento de níveis de irisina após exercício físico (16).

Dessa forma, as evidências sobre os efeitos específicos da irisina ainda são limitadas e mais estudos são necessários para determinar seu papel exato no contexto do exercício físico.

Em suma, os resultados desta revisão integrativa da literatura indicam que o exercício físico está associado a um aumento nos níveis de irisina no sangue e que essa proteína pode estar envolvida em uma série de efeitos positivos relacionados à saúde.

No entanto, ainda são necessárias mais pesquisas para entender completamente o papel da irisina no contexto do exercício físico e como ela pode ser usada para melhorar a saúde e o bem-estar humano.

Quadro 1. Caracterização dos artigos. 2023 (n=16).

| Nº | Título | Autoria | Base | Ano | País | Revista |
|----|---|---|--------|------|----------------------------|------------------------|
| 1 | Effects of exercise on Irisin, BDNF and IL-6 serum levels in patients with progressive multiple sclerosis. | Briken e colaboradores | PUBMED | 2016 | Alemanha | J Neuroimmunol |
| 2 | Modulation of Irisin and Physical Activity on Executive Functions in Obesity and Morbid obesity. | Fagundo e colaboradores | PUBMED | 2016 | Espanha | Sci Rep |
| 3 | Aerobic exercise increases irisin serum levels and improves depression and fatigue in patients with relapsing remitting multiple sclerosis: A randomized controlled trial. Mult Scler Relat Disord. | Bilek e colaboradores | PUBMED | 2022 | Turquia | Mult SclerRelat Disord |
| 4 | Crossfit training changes brain-derived neurotrophic factor and irisin levels at rest, after wingate and progressive tests, and improves aerobic capacity and body composition of Young physically active men and women. | Murawka-Cialowicz, Wajna-Zawala, Jagiello | PUBMED | 2015 | Polónia | J Physiol Pharmacol |
| 5 | Habitually inactive physically – a proposed procedure of counteracting cognitive decline in | Micielska e colaboradores | PUBMED | 2021 | Polónia | PhysiolBehav |
| 6 | Cardiometabolic health, visceral fat and circulating irisin levels: results from a real-world weight loss study. | Miszowski e colaboradores | BVS | 2021 | Polónia | J Endocrinol Invest |
| 7 | Acute exercise-induced irisin release in healthy adults: Associations with training status and exercisemode. | Qiu e colaboradores | BVS | 2018 | Republica Popular da China | J SportSci |
| 8 | Combined training, FNDC5/irisin levels and | Bonfante e | BVS | 2017 | Brasil | Eur J Sport Sci |

| | | | | | | |
|----|--|-------------------------------|-----|------|---------------------------|-------------------------|
| | metabolic markers in obese men: A randomised controlled trial. | colaboradores | | | | |
| 9 | Plasma Irisin Modestly Increases during Moderate and High-Intensity Afternoon Exercise in Obese Females. | Winn e colaboradores | BVS | 2017 | Estados Unidos da América | PLoS One |
| 10 | Resistance exercise induces a greater irisin response than endurance exercise. | Tsuchiya e colaboradores | BVS | 2015 | Japão | Metabolism |
| 11 | Irisin in blood increases transiently after single sessions of intense endurance exercise and heavy strength training. | Nygaard e colaboradores | BVS | 2015 | Noruega | PLoS One |
| 12 | Serum irisin levels are regulated by acute strenuous exercise. | Löffle e colaboradores | BVS | 2015 | Alemanha | J Clin Endocrinol Metab |
| 13 | Irisin in response to exercise in humans with and without metabolic syndrome. | Huh e colaboradores | BVS | 2015 | Estados Unidos da América | J Clin Endocrinol Metab |
| 14 | Plasma irisin levels progressively increase in response to increasing exercise workloads in young, healthy, active subjects. | Daskalopoulou e colaboradores | BVS | 2014 | Estados Unidos da América | Eur J Endocrinol |
| 15 | The effects of acute and chronic exercise on PGC-1 α , irisin and browning of subcutaneous adipose tissue in humans. | Norheim e colaboradores | BVS | 2014 | Noruega | FEBS J |
| 16 | Irisin and exercise training in humans - results from a randomized controlled training trial. | Hecksteden e colaboradores | BVS | 2013 | Alemanha | BMC Med |

Fonte: Autores (2023).

DISCUSSÃO

Os efeitos do EF sobre a neuroplasticidade cerebral vêm sendo estudados há anos, com enfoque especial nas substâncias neurotróficas, seu subsequente impacto e possíveis aplicações científicas e terapêuticas daquelas sobre o cérebro humano (Briken e colaboradores, 2016; Bilek e colaboradores, 2022; Micielska e colaboradores, 2021).

Além da aplicação desse conhecimento como tratamento adjuvante em diversas patologias específicas, como na obesidade, síndrome metabólica, diabetes mellitus tipo 2, esclerose múltipla, comprometimentos cognitivos, demências, transtornos neuropsiquiátricos, entre outras (Micielska e colaboradores, 2021; Miazgowski e colaboradores, 2021; Zsuga e colaboradores, 2016; Murawska-Cialowicz, Wojna e Zuwala-Jag, 2015; Dantas e colaboradores, 2021; Ercole, Melo e Alcoforado, 2014; Fagundo e colaboradores, 2016).

A irisina é um hormônio recentemente descoberto, que é secretado pela musculatura esquelética como resposta aguda ao exercício físico, e que está recebendo grande destaque quanto ao seu papel neurotrófico e em distúrbios metabólicos (Reddy, Yadav e Dey, 2023; Zsuga e colaboradores, 2016; Murawska-Cialowicz, Wojna e Zuwala-Jag, 2015; Dantas

e colaboradores, 2021; Fagundo e colaboradores, 2016).

Segundo Löffler e colaboradores (2015) a idade, sexo, obesidade e especialmente a massa muscular, afetam o nível de irisina, enquanto variáveis como o ritmo diurno e as refeições não contribuem para a alteração dele.

Alguns dos principais efeitos do aumento sérico transitório desse hormônio têm sido demonstrados e correlacionados com resultados positivos: na diminuição da resistência à insulina (Siteneski e colaboradores, 2018) melhora cognitiva quanto à funções executivas como a tomada de decisões (Mahalakshmi e colaboradores, 2020) melhora de transtornos de humor e distúrbios neuropsiquiátricos (Mahalakshmi e colaboradores, 2020; Raefsky, Mattson, 2016) melhora no perfil metabólico em obesos (Reddy, Yadav e Dey, 2023; Zsuga e colaboradores, 2016).

Vários estudos mostraram que os níveis de irisina no sangue aumentam transitoriamente em resposta a sessões únicas de intensos exercícios de resistência e treinamento pesado de força em humanos (Fakhoury e colaboradores, 2022; Reycraft e colaboradores, 2020; Nicolini e colaboradores, 2020; Mohammadi e colaboradores, 2019; Briken e colaboradores, 2016).

Um estudo conduzido por Daskalopoulou e colaboradores (2014)

demonstraram que os níveis de irisina aumentaram 35% três minutos após o exercício, depois caíram e permaneceram relativamente constantes (Briken e colaboradores, 2016).

Além disso, os níveis de irisina pós-exercício foram significativamente maiores do que os do pré-exercício após todas as cargas de trabalho. O maior aumento nos níveis de irisina foi observado após carga de trabalho máxima (Briken e colaboradores, 2016), sugerindo que a liberação de irisina pode ser uma função da demanda de energia muscular.

O tipo de exercício também pode afetar os níveis de irisina. Um estudo conduzido por Tsuchiya e colaboradores (2015) descobriram que o exercício de resistência resultou em respostas de irisina significativamente maiores em comparação com exercícios aeróbicos sozinhos e exercícios de resistência e aeróbicos combinados. Esses resultados sugerem que o exercício resistido pode ser uma maneira mais eficaz de aumentar os níveis plasmáticos de irisina (Nicolini e colaboradores, 2020).

Com relação aos valores basais de irisina, em Murawska-Cialowicz, Wojna e Zuwala-Jag, (2015) verificou-se que antes do exercício os valores de irisina eram muito maiores nas mulheres do que nos homens. Após o exercício, essa diferenciação não foi percebida.

No entanto, houve uma redução significativa no nível de repouso do hormônio nas mulheres, mas não nos homens, nas medidas pós-exercício. Uma das limitações deste estudo é o número bastante pequeno de dados.

Apesar disso, as diferenças nos níveis de irisina e BDNF entre homens e mulheres saudáveis sugerem que há dimorfismo sexual na secreção de ambos os hormônios (Fakhoury e colaboradores, 2022).

Deve-se ressaltar ainda a contribuição de Murawska-Cialowicz e colaboradores (2015) e Hecksteden e colaboradores, 2013; Fakhoury e colaboradores, 2022; Bilek e colaboradores, 2022), em que não foi encontrado aumento nos níveis basais de irisina circulante após 3 meses e 6 meses, respectivamente, de exercícios físicos.

Assim sendo, uma vez comprovada a influência dos níveis de irisina na neuroplasticidade, este efeito deve se dar a partir da variação e aumento dos níveis desta, e não de um valor basal específico.

Um ponto importante correlacionando o efeito da irisina sobre a neuroplasticidade cerebral e patologias específicas, de acordo com Fagundo e colaboradores (2016), foi a observação do perfil executivo de pacientes com obesidade e obesidade mórbida associados aos níveis de irisina, em que ambos os perfis de pacientes apresentaram disfunção ou prejuízo semelhante na tomada de decisão (função está relacionada ao córtex pré-frontal), quando comparado ao grupo controle (saudáveis).

Foi destacada uma relação entre a obesidade e uma modulação relevante e negativa da irisina no funcionamento executivo cerebral (tomada de decisão), sendo o déficit de irisina um dos fatores preditores de disfunção executiva.

Ademais, vale ressaltar que nem todas as funções executivas foram influenciadas, visto que a capacidade de flexibilidade cognitiva e resposta de inibição não mostrou diferença quanto ao grupo controle.

Foi observado em Miazgowski e colaboradores (2021), que mesmo após perda ponderal significativa em pacientes obesos e melhorias no perfil metabólico deles, a intervenção não influenciou os níveis de irisina plasmática.

Nesse aspecto, dois pontos foram levantados; o primeiro é que os pacientes com perda de peso mais significativas eram adeptos mais a restrição dietética que aos EF, e o segundo refere-se ao longo período da intervenção (16 semanas), com uma manutenção da irisina sérica não constante à longo prazo, visto que sua resposta aos EF são agudas e transitórias.

Para Bonfante e colaboradores (2017) a realização de EF combinado resulta no aumento da FNDC5/irisina que por sua vez, fornece benefícios metabólicos e de condicionamento físico, especialmente, em pacientes obesos, e que a redução dos níveis de FNDC5/irisina estariam correlacionados à piora metabólica.

Em contrapartida, o estudo de Huh e colaboradores (2015) não obtiveram resultados significativos sobre o impacto da irisina sobre as síndromes metabólicas, mesmo com aumento plasmático da mesma após o EF.

Segundo Norheim e colaboradores (2014), houve pouco ou nenhum efeito na conversão de tecido adiposo subcutâneo em marrom resultante da ativação da termogênese, no entanto, foi visto que esse

resultado se deu pelo EF a longo prazo, mesmo com o aumento da expressão do mRNA de PGC1A e FNDC5 no músculo esquelético. Isso também pode ser correlacionado com uma manutenção baixa a reduzida do nível da irisina no plasma sanguíneo à longo prazo. Além disso, nenhuma correlação foi estabelecida entre a irisina circulante com o mRNA de UCP1 no tecido adiposo subcutâneo.

Pesquisas têm sugerido a relação benéfica entre a prática de exercício físico e a função cognitiva em diversos cenários (Lourenço e colaboradores, 2019; Mahalakshmi e colaboradores, 2020; Siteneski e colaboradores, 2018).

Micielska e colaboradores (2021) realizaram um estudo com mulheres sedentárias e com diminuição da sensibilidade à insulina e observaram que a prática de exercício físico de alta intensidade aumentou os valores de irisina e reduziu os níveis do fator de crescimento de fibroblastos 21 (FGF21), resultando na melhora da função cognitiva e qualidade de vida das participantes.

Por outro lado, Fagundo e colaboradores (2016) não obtiveram os mesmos resultados, uma vez que a associação entre os níveis de irisina e cognição não foi encontrada. Sua pesquisa foi realizada com indivíduos obesos, que passaram por testes neuropsicológicos, na qual avaliou-se as funções executivas, incluindo tomada de decisão, inibição de resposta, planejamento estratégico e flexibilidade cognitiva.

Todavia, Fagundo e colaboradores (2016) expõem limitações de seu estudo em relação ao não uso das medidas do quociente de inteligência (QI) e que os participantes foram somente mulheres, tornando os resultados não aplicáveis ao grupo masculino.

A partir do estudo de Bilek e colaboradores (2022) pode-se observar um efeito positivo significativo do aumento sérico de irisina pós execução de séries controladas de EF aeróbicos, demonstrando melhorias importantes no desempenho cognitivo de pessoas diagnosticadas com esclerose múltipla remitente recorrente (EMRR).

Ademais, foram observados melhorias quanto aos escores de transtorno depressivo e de fadiga do grupo de estudo. Observaram que os níveis plasmáticos de irisina aumentaram principalmente durante os EF agudos, mas uma manutenção não constante do mesmo a longo prazo.

Mesmo assim, demonstraram que a irisina impactou positivamente a neuroplasticidade cerebral, resultando na melhora cognitiva dos pacientes.

Em contrapartida, o estudo realizado por Briken e colaboradores (2016) não conseguiu demonstrar os mesmos resultados, uma vez que, os efeitos positivos sobre a cognição em pacientes com esclerose múltipla progressiva não se mostrou significativas nesse estudo, apesar de também observarem o aumento dos níveis plasmáticos de irisina resultantes da realização de EF resistido.

Foram avaliados os níveis de irisina e a interleucina-6 (IL-6) nos pacientes com EM progressiva, sem o aumento significativo de seus níveis agudamente e sem manutenção à longo prazo, mas com aumento do fator neurotrófico derivado do cérebro da neurotrofina (BDNF) agudamente.

No entanto, Briken e colaboradores (2016) ressaltam a limitação do seu estudo quanto ao tamanho da amostra e a necessidade de uma abordagem imparcial para análise do efeito do EF e dos subprodutos neurotróficos resultantes sobre a plasticidade cerebral e sobre as patologias neurológicas.

Todos esses estudos apontam direta ou indiretamente os efeitos positivos relacionados ao aumento transitório do nível sérico da irisina pós execução de séries de EF, especialmente exercícios de resistência, na plasticidade cerebral e em funções cognitivas superiores, além de contribuir para melhoria de parâmetros prévios em diversas patologias.

CONCLUSÃO

Conclui-se que na maioria dos estudos os níveis de irisina se correlacionam positivamente com o exercício físico, dependendo do tipo de exercício, sua intensidade, a idade, sexo, peso e massa muscular do indivíduo.

Como efeito na neuroplasticidade cerebral os pesquisadores obtiveram resultados significativos na melhora da qualidade de vida, no desempenho cognitivo, na tomada de decisões, no estado de fadiga, nas medidas neuropsicológicas, diminuição da depressão e transtornos de humor, além de diminuição da resistência à insulina e na melhora no perfil metabólico em obesos.

Esta pesquisa se faz importante, por mostrar que o exercício físico bem como o aumento nos níveis de irisina tem o papel

neuroprotetor e de regulador metabólico melhorando a qualidade de vida de quem o pratica.

Porém, se faz necessário mais estudos com maior número de marcadores biológicos, utilizando amostras maiores para que se possa observar melhor os efeitos do exercício no metabolismo cerebral.

REFERÊNCIAS

- 1-Bilek, F.; Cetisli-Korkmaz, N.; Ercan, Z.; Deniz, G.; Demir, C.F. Aerobic exercise increases irisin serum levels and improves depression and fatigue in patients with relapsing remitting multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*. Vol. 61. 2022. p.103742.
- 2-Bonfante, I.L.P.; Chacon-Mikahil, M.P.T.; Brunelli, D.T.; Gáspari, A.F.; Duft, R.G.; Lopes, W.A.; Bonganha, V.; Libardi, C.A.; Cavaglieri, C.R. Combined training, FNDC5/irisin levels and metabolic markers in obese men: a randomised controlled trial. *European Journal of Sport Science*. Vol. 17. Num. 5. 2017. p. 629-637.
- 3-Briken, S.; Rosenkranz, S.C.; Keminer, O.; Patra, S.; Ketels, G.; Heesen, C.; Hellweg, R.; Pless, O.; Schulz, K.H.; Gold, S.M. Effects of exercise on irisin, BDNF and IL-6 serum levels in patients with progressive multiple sclerosis. *Journal of Neuroimmunology*. Vol. 299. 2016. p. 53-58.
- 4-Dantas, H.L.L.; Costa, C.R.B.; Costa, L.M.C.; Lúcio, I.M.L., Comassetto, I. Como elaborar uma revisão integrativa: sistematização do método científico. São Paulo: Revista Recien. Vol. 12. Num. 37. 2021. p. 334-345.
- 5-Daskalopoulou, S.S.; Cooke, A.B.; Gomez, Y.H.; Mutter, A.F.; Filippaios, A.; Mesfum, E.T.; Mantzoros, C.S. Plasma irisin levels progressively increase in response to increasing exercise workloads in young, healthy, active subjects. *European Journal of Endocrinology*. Vol. 171. Num. 3. 2014. p. 343-52.
- 6-Ercole, F.F.; Melo, L.S.; Alcoforado, C.L. Revisão integrativa versus revisão sistemática. *Revista Mineira de Enfermagem*. Vol. 18. Num. 1. 2014.
- 7-Fagundo, A.B.; Jiménez-Murcia, S.; Giner-Bartolomé, C.; Agüera, Z.; Sauchelli, S.; Pardo, M.; Crujeiras, A.B.; Granero, R.; Baños, R.; Botella, C.; Torre, R.; Fernández-Real, J.M.; Fernández-García, J.C.; Frühbeck, G.; Rodríguez, A.; Mallorquí-Bagué, N.; Tárrega, S.; Tinahones, F.J.; Rodriguez, R.; Ortega, F.; Menchón, J.M.; Casanueva, F.F.; Fernández-Aranda, F. Modulation of irisin and physical activity on executive functions in obesity and morbid obesity. *Scientific Reports*. Vol. 6. 2016. p. 30820.
- 8-Fakhoury, M.; Eid, F.; El Ahmad, P.; Khoury, R.; Mezher, A.; El Masri, D.; Haddad, Z.; Zoghbi, Y.; Ghayad, L.M.; Sleiman, S.F.; Stephan, J.S. Exercise and dietary factors mediate neural plasticity through modulation of BDNF signaling. *Brain Plasticity*. Vol. 8. Num. 1. 2022. p. 121-128.
- 9-Hecksteden, A.; Wegmann, M.; Steffen, A.; Kraushaar, J.; Morsch, A.; Ruppenthal, S.; Kaestner, L.; Meyer, T. Irisin and exercise training in humans - results from a randomized controlled training trial. *BMC Medicine*. Vol. 11. 2013. p. 235.
- 10-Huh, J.Y.; Siopi, A.; Mougios, V.; Park, K.H.; Mantzoros, C.S. Irisin in response to exercise in humans with and without metabolic syndrome. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. Vol. 100. Num. 3. 2015. E453-7.
- 11-Löffler, D.; Müller, U.; Scheuermann, K.; Friebe, D.; Gesing, J.; Bieltz, J.; Erbs, S.; Landgraf, K.; Wagner, I.V.; Kiess, W.; Körner, A. Serum irisin levels are regulated by acute strenuous exercise. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. Vol. 100. Num. 4. 2015. p. 1289-99.
- 12-Lourenço, M.V.; Frozza, R.L.; Freitas, G.B.; Zhang, H.; Kincheski, G.C.; Ribeiro, F.C.; Gonçalves, R.A.; Clarke, J.R.; Beckman, D.; Staniszewski, A.; Berman, H.; Guerra, L.A. Forny-Germano, L.; Meier, S.; Wilcock, D.M.; Souza, J.M.; Alves-Leon, S.; Prado, V.F.; Prado, M.A.M.; Abisambra, J.F.; Tovar-Moll, F.; Mattos, P.; Arancio, O.; Ferreira, S.T.; Felice, F.G. Exercise-linked FNDC5/irisin rescues synaptic plasticity and memory defects in Alzheimer's models. *Nature Medicine*. Vol. 25. Num. 1. 2019. p. 165-175.

- 13-Mahalakshmi, B.; Maurya, N.; Lee, S.D.; Bharath Kumar, V. Possible neuroprotective mechanisms of physical exercise in neurodegeneration. *International Journal of Molecular Sciences*. Vol. 21. Num. 16. 2020. p. 5895.
- 14-Miazgowski, T.; Kaczmarkiewicz, A.; Miazgowski, B.; Kopec, J. Cardiometabolic health, visceral fat and circulating irisin levels: results from a real-world weight loss study. *Journal of Endocrinological Investigation*. Vol. 44. Num. 6. 2021. p. 1243-1252.
- 15-Micielska, K.; Kortas, J.A.; Gmiat, A.; Jaworska, J.; Kozłowska, M.; Lysak-Radomska, A.; Rodziewicz-Flis, E.; Zychowska, M.; Ziemann, E. Habitually inactive physically - a proposed procedure of counteracting cognitive decline in women with diminished insulin sensitivity through a high-intensity circuit training program. *Physiology & Behavior*. Vol. 229. 2021. p. 113235.
- 16-Mohammadi, S.; Oryan, S.; Komaki, A.; Eidi, A.; Zarei, M. Effects of intra-dentate gyrus microinjection of myokine irisin on long-term potentiation in male rats. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*. Vol. 77. Num. 12. 2019. p. 881-887.
- 17-Murawska-Cialowicz, E.; Wojna, J.; Zuwała-Jagiello, J. Crossfit training changes brain-derived neurotrophic factor and irisin levels at rest, after wingate and progressive tests, and improves aerobic capacity and body composition of young physically active men and women. *Journal of Physiology and Pharmacology*. Vol. 66. Num. 6. 2015. p. 811-821.
- 18-Nicolini, C.; Michalski, B.; Toepp, S.L.; Turco, C.V.; D'Hoine, T.; Harasym, D.; Gibala, M.J.; Fahnestock, M.; Nelson, A.J. A single bout of high-intensity interval exercise increases corticospinal excitability, brain-derived neurotrophic factor, and uncarboxylated osteocalcin in sedentary, healthy males. *Neuroscience*. Vol. 437. 2020. p. 242-255.
- 19-Norheim, F.; Langleite, T.M.; Hjorth, M.; Holen, T.; Kielland, A.; Stadheim, H.K.; Gulseth, H.L.; Birkeland, K.I.; Jensen, J.; Drevon, C.A. The effects of acute and chronic exercise on PGC-1 α , irisin and browning of subcutaneous adipose tissue in humans. *The FEBS Journal*. Vol. 271. Num. 3. 2014. p. 739-49.
- 20-Nygaard, H.; Slettaløkken, G.; Vegge, G.; Hollan, I.; Whist, J.E.; Strand, T.; Rønnestad, B.R.; Ellefsen, S. Irisin in blood increases transiently after single sessions of intense endurance exercise and heavy strength training. *Plos One*. Vol. 10. Num. 3. 2015. e0121367.
- 21-Qiu, S.; Bosnyák, E.; Treff, G.; Steinacker, J.M.; Nieß, A.M.; Krüger, K.; Mooren, F.C.; Zügel, M.; Schumann, U. Acute exercise-induced irisin release in healthy adults: Associations with training status and exercise mode. *European Journal of Sport Science*. Vol. 18. Num. 9. 2018. p. 1226-1233.
- 22-Raefsky, S. M.; Mattson, M.P. Adaptive responses of neuronal mitochondria to bioenergetic challenges: Roles in neuroplasticity and disease resistance. *Free Radical Biology and Medicine*. Vol. 102. 2016. p. 203-216.
- 23-Reddy, I.; Yadav, Y.; Dey, C.S. Cellular and molecular regulation of exercise - a neuronal perspective. *Cellular and Molecular Neurobiology*. Vol. 43. Num. 4. 2023. p. 1551-1571.
- 24-Reycraft, J.T.; Islam, H.; Townsend, L.K.; Hayward, G.C.; Hazell, T.J.; Macpherson, R.E.K. Exercise intensity and recovery on circulating brain-derived neurotrophic factor. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 52. Num. 5. 2020. p. 1210-1217.
- 25-Siteneski, A.; Cunha, M.P.; Lieberknecht, V.; Pazini, F.L.; Gruhn, K.; Brocardo, P.S.; Rodrigues, A.L.S. Central irisin administration affords antidepressant-like effect and modulates neuroplasticity-related genes in the hippocampus and prefrontal cortex of mice. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological*. Vol. 84. 2018. p. 294-303.
- 26-Tsuchiya, Y.; Ando, D.; Takamatsu, K.; Goto, K. Resistance exercise induces a greater irisin response than endurance exercise. *Metabolism: Clinical and Experimental*. Vol. 64. Num. 9. 2015. p. 1042-50.
- 27-Winn, N.C.; Grunewald, Z.I.; Liu, Y.; Heden, T.D.; Nyhoff, L.M.; Kanaley, J.A. Plasma irisin modestly increases during moderate and high-intensity afternoon exercise in obese females. *Plos One*. Vol. 12. Num. 1. 2017. e0170690.

28-Zsuga, J.; Tajti, G.; Papp, C.; Juhasz, B.; Gesztelyi, R. FNDC5/irisin, a molecular target for boosting reward-related learning and motivation. Medical Hypotheses. Vol. 90. 2016. p. 23-28.

E-mail dos autores:

nicolly.morais21@hotmail.com
sannyapaesl@gmail.com
andrevbarros@gmail.com
thiagoreneecardio@gmail.com
guilhermevaldemarca5@gmail.com
jivagogentil@hotmail.com
lailson.henrique@ifpi.edu.br
lucianamendes541@gmail.com

Autor correspondente:

Luciana Mendes Oliveira
lucianamendes541@gmail.com
Av. Rui Braga, s/nº.
Campus Universitário.
Vila Mauricéia, Montes Claros-MG, Brasil.

Recebido para publicação em 27/07/2023

Aceito em 24/09/2023