

Atividades físicas e mecanismos biológicos associados na diminuição do risco de câncer.

Physical activity and biological mechanisms associated with reduced cancer risk.

Elias Campos Martins Bonilha¹

Artigo de Revisão Narrativa

Objetivo: Avaliar, por meio de uma revisão narrativa, os principais mecanismos biológicos que relacionam a prática regular de atividade física à redução do risco de desenvolvimento de câncer. **Métodos:** Foi realizada uma revisão narrativa da literatura utilizando as bases de dados PubMed, Scopus, Web of Science e Google Scholar. Foram incluídos estudos clínicos e pré-clínicos, revisões sistemáticas, meta-análises e estudos observacionais que abordassem a relação entre atividade física e mecanismos biológicos associados à prevenção do câncer. Estudos sem ligação direta com mecanismos fisiológicos ou metabólicos relacionados ao exercício foram excluídos. **Resultados:** As evidências indicam que a atividade física contribui para a prevenção do câncer por meio de múltiplos mecanismos interconectados, incluindo regulação hormonal, melhora da sensibilidade à insulina, redução da gordura visceral, modulação do sistema imunológico, diminuição da inflamação crônica e aumento da atividade antioxidante. Destaca-se também o papel da irisina, uma miocina induzida pelo exercício, associada à melhora do metabolismo energético, redução do tecido adiposo e

¹ Master of Science. ORCID: 0000-0002-1376-4216. e-mail: bonilhaedfisica@gmail.com

efeitos anti-inflamatórios, contribuindo indiretamente para a redução do risco tumoral. **Conclusão:** A prática regular de atividade física representa uma estratégia eficaz para a prevenção do câncer, atuando por meio de mecanismos biológicos integrados que influenciam o metabolismo, o perfil hormonal, a inflamação e a vigilância imunológica. Esses achados reforçam a importância do exercício como componente central das políticas de promoção da saúde e prevenção de doenças crônicas.

Palavras-chave: Atividade física; Neoplasias; Prevenção primária; Mecanismos biológicos; Írisina.

Narrative Review Article

Abstract

Objective: To evaluate, through a narrative review, the main biological mechanisms that relate regular physical activity to a reduced risk of cancer development. **Methods:** A narrative literature review was conducted using the PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar databases. Clinical and preclinical studies, systematic reviews, meta-analyses, and observational studies addressing the relationship between physical activity and biological mechanisms associated with cancer prevention were included. Studies without a direct connection to physiological or metabolic mechanisms related to exercise were excluded. **Results:** Evidence indicates that physical activity contributes to cancer prevention through multiple interconnected mechanisms, including hormonal regulation, improved insulin sensitivity, reduction of visceral fat, modulation of the immune system, decreased chronic inflammation, and increased antioxidant activity. The role of irisin, an exercise-induced myokine, is also highlighted, as it is associated with improved energy metabolism, reduction of adipose tissue, and anti-inflammatory effects, indirectly contributing to reduced tumor risk. **Conclusion:** Regular physical activity represents an effective strategy for cancer prevention, acting through integrated biological mechanisms that influence metabolism, hormonal profile, inflammation, and

immune surveillance. These findings reinforce the importance of exercise as a central component of health promotion policies and chronic disease prevention.

Keywords: Physical activity; Neoplasms; Primary prevention; Biological mechanisms; Irisin.

INTRODUÇÃO

A prevenção do câncer é uma prioridade crescente na saúde pública global devido ao aumento contínuo da incidência e mortalidade por essa doença. Nesse cenário, a prática regular de atividades físicas tem se mostrado uma das estratégias mais eficazes na redução do risco de desenvolvimento de diversos tipos de câncer. De acordo com a American Cancer Society, a atividade física reduz significativamente o risco de câncer, impactando diretamente fatores de risco modificáveis como obesidade, resistência à insulina, inflamação crônica e disfunções hormonais (1). Estudos mostram que a prática regular de atividades físicas promove adaptações biológicas que reduzem fatores de risco e contribuem para a proteção contra o desenvolvimento tumoral (2). Além disso, pesquisas indicam que a atividade física regula níveis hormonais, com destaque para a redução dos estrogênios circulantes, especialmente em mulheres pós-menopausa, diminui a gordura visceral fortemente associada à inflamação e secreção de mediadores inflamatórios como o fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1) e fortalece o sistema imunológico, aumentando a atividade de células T e natural killer (NK), fundamentais na eliminação de células cancerígenas (3).

Outro ponto de relevância é o papel da írisina, um hormônio produzido pelos músculos esqueléticos durante o exercício, que tem se destacado pela modulação do metabolismo e da resposta inflamatória (4). Evidências recentes mostram que a írisina atua como um “hormônio do exercício”, promovendo termogênese, queima de gordura, redução da inflamação e diminuição do risco de câncer (5). Também possui efeito antioxidante, neutralizando radicais livres e reduzindo o estresse oxidativo, importante fator na indução de mutações genéticas associadas ao desenvolvimento tumoral (6). A literatura reforça que

os principais mecanismos biológicos envolvidos na proteção contra o câncer são a regulação hormonal, a redução da gordura visceral, a modulação imunológica, a melhora do perfil antioxidante e a diminuição da inflamação (7,8).

Nesse sentido, a atividade física não apenas contribui para a redução da obesidade, mas também combate a resistência à insulina, controla a inflamação crônica e aprimora a resposta imunológica, criando um ambiente menos propenso ao desenvolvimento de câncer. Estudos recentes ainda indicam que o exercício reduz o estresse oxidativo, outro fator determinante no surgimento de mutações genéticas e no desenvolvimento de neoplasias (9).

Para compreender de forma mais ampla os efeitos da atividade física, é necessário considerar as estratégias de prevenção primária e secundária. A prevenção primária envolve ações que buscam evitar o surgimento inicial da doença, como a adoção de padrões alimentares saudáveis, a prática regular de atividade física, o controle do peso corporal e a não adesão a hábitos prejudiciais, como tabagismo e etilismo. A vacinação contra o papilomavírus humano (HPV) e a hepatite B, por exemplo, são medidas comprovadas de prevenção para câncer do colo do útero e carcinoma hepatocelular, respectivamente (10,11). A prevenção secundária, por sua vez, refere-se à detecção precoce, por meio de exames de rastreamento como mamografia, Papanicolau, colonoscopia e dermatoscopia, que possibilitam identificar o câncer em estágios iniciais, aumentando as chances de cura (12,13).

Além disso, estudos apontam que fatores de risco como obesidade, sedentarismo, má alimentação, etilismo, tabagismo e terapias hormonais aumentam significativamente a probabilidade de desenvolvimento de diferentes tipos de câncer (14). O excesso de gordura corporal altera processos hormonais e metabólicos, favorecendo o surgimento de células cancerígenas. Da mesma forma, terapias hormonais, quando necessárias em alguns tratamentos médicos, podem aumentar a predisposição ao câncer de mama e outras neoplasias, além de contribuírem para o ganho de peso e outras complicações (15).

Esta revisão narrativa abordará os possíveis mecanismos biológicos que conectam a atividade física à diminuição do risco de alguns tipos de câncer. O objetivo é compreender a relação entre a prática regular de atividades físicas e seus benefícios, destacando-a como uma estratégia prioritária para políticas de saúde pública voltadas à redução da incidência de câncer.

MÉTODOS

Esta revisão narrativa teve como objetivo analisar e sintetizar as evidências científicas disponíveis acerca da relação entre a prática regular de atividade física e a redução do risco de desenvolvimento do câncer, com ênfase nos mecanismos biológicos potencialmente envolvidos nesse processo.

A estratégia de busca bibliográfica foi conduzida nas bases de dados PubMed, Scopus, Google Scholar e Web of Science, selecionadas por sua ampla abrangência e relevância na área das ciências da saúde. A pesquisa foi realizada por meio dos seguintes descritores em língua inglesa: “Physical activity and cancer”, “Physical activity and cancer and prevention”, “Physical activity and cancer and irisin” e “Risk factors and cancer”, combinados conforme a necessidade para ampliar a sensibilidade da busca.

Foram incluídos estudos clínicos e pré-clínicos, revisões sistemáticas, meta-análises e estudos observacionais do tipo caso-controle que investigassem a associação entre atividade física e prevenção do câncer, bem como os mecanismos biológicos envolvidos nessa relação. Os critérios de exclusão compreenderam estudos que não abordassem diretamente a interação entre exercício físico e câncer, que não apresentassem mecanismos biológicos relacionados à prevenção da doença ou que apresentassem resultados inconclusivos e insuficientemente fundamentados.

Após a triagem e seleção dos estudos elegíveis, procedeu-se à análise crítica das evidências científicas, com foco nos principais mecanismos biológicos associados aos efeitos protetores da atividade física contra o câncer. Entre os mecanismos investigados destacam-se a regulação hormonal, a melhora da sensibilidade à insulina, a redução da adiposidade visceral, a

modulação do sistema imunológico, a diminuição da inflamação crônica de baixo grau, o controle do estresse oxidativo e a ação de mioquinas induzidas pelo exercício, especialmente a írisina.

As evidências identificadas foram organizadas e sintetizadas de forma narrativa, permitindo a integração dos resultados encontrados na literatura e a discussão dos possíveis efeitos da atividade física na prevenção do câncer. A síntese dos achados subsidiou a elaboração das seções de resultados, discussão e conclusão do presente estudo.

	OBJETIVO Investigar a relação entre atividade física e diminuição do risco de câncer	
BASES DE DADOS • PubMed • Scopus	BUSCA BIBLIOGRÁFICA	BASES DE DADOS • Google Scholar • Web of Science
	DESCRITORES • Physical activity and cancer • Physical activity and cancer and prevention • Physical activity and cancer and irisin • Factor risk and cancer	
CRITÉRIOS DE INCLUSÃO • Estudos clínicos • Pré-clínicos • Revisões sistemáticas • Meta-análises • Caso-controle		CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO • Sem relação exercício-câncer • Sem mecanismos biológicos • Resultados inconclusivos
	SELEÇÃO DOS ESTUDOS ELEGÍVEIS	
	ANÁLISE DOS ESTUDOS	
REGULAÇÃO HORMONAL	SENSIBILIDADE À INSULINA E REDUÇÃO DA GORDURA VISCERAL	MODULAÇÃO IMUNOLÓGICA
INFLAMAÇÃO CRÔNICA	ESTRESSE OXIDATIVO	ÍRISINA
	SÍNTESE DAS EVIDÊNCIAS → RESULTADOS E DISCUSSÃO → CONCLUSÃO	

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A literatura analisada demonstra convergência entre evidências epidemiológicas, clínicas e experimentais acerca do papel protetor da atividade física contra o desenvolvimento do câncer. Estudos observacionais apontam associação consistente entre níveis mais elevados de atividade física e menor incidência de neoplasias, especialmente de mama, cólon e endométrio, enquanto pesquisas experimentais e mecanísticas reforçam a existência de alterações fisiológicas induzidas pelo exercício, como modulação hormonal, melhora metabólica e regulação imunológica. Essa convergência entre diferentes abordagens metodológicas fortalece a plausibilidade biológica da atividade física como fator de proteção oncológica.

Foram incluídos estudos que abordaram diferentes tipos de câncer e os mecanismos biológicos relacionados à prática de atividade física. A Tabela 1 apresenta a síntese dos principais achados.

No caso do câncer de mama, os estudos demonstraram que a prática de atividade física está associada à regulação hormonal, com redução dos níveis de estrogênio, aumento da globulina ligadora de hormônios sexuais (SHBG), modulação da insulina e do IGF-1, além da diminuição da gordura visceral. Esses mecanismos contribuem para reduzir a exposição hormonal e criar um ambiente menos favorável à proliferação celular anormal (Tabela 1).

Em relação ao câncer de próstata, observou-se que a atividade física favorece a regulação da testosterona e da SHBG, aumenta os níveis de adiponectina com efeitos anti-inflamatórios e reduz a gordura visceral e o IGF-1, melhorando a sensibilidade à insulina. Esses efeitos se destacam pela contribuição no controle do crescimento celular e na diminuição de processos inflamatórios (Tabela 1).

Tabela 1: Estudos selecionados

Tipo de Câncer	Autores	Mecanismos Biológicos	Observações	Nível de evidência
Câncer de Mama	Friedenreich; Ryder-Burbidge; McNeil (2021); Cleary e Grossmann (2009); Friedenreich; Neilson; Lynch (2010); Courneya; Friedenreich (2011)	Regulação hormonal (redução de estrogênio e aumento da SHBG), Modulação da insulina e IGF-1, Redução da gordura visceral, Aumento da vigilância imunológica	Aumento de SHBG, modulação do sistema hormonal, redução de gordura visceral para controle de hormônios.	Forte
Câncer de Próstata	Wang; Zhou (2021); Friedenreich; Ryder-Burbidge; McNeil (2021); Courneya; Friedenreich (2011)	Regulação hormonal (testosterona e SHBG), Aumento de adiponectina (anti-inflamatória), Redução da gordura visceral e IGF-1, Melhoria da sensibilidade à insulina	Adiponectina tem efeitos anti-inflamatórios e modula o crescimento de células cancerígenas.	Moderada a forte
Câncer Hematológico	Wang; Zhou (2021); Courneya; Friedenreich (2011); Feng et al. (2024)	Fortalecimento do sistema imunológico (macrófagos, células NK), Redução de marcadores inflamatórios (IL-6, TNF- α), Redução da gordura visceral, Melhoria do metabolismo	A atividade imunológica aprimorada é vital para detecção de células tumorais.	Moderada

Câncer de Ovário, Endométrio e Colo de Útero	Friedenreich; Ryder-Burbidge; McNeil (2021); Courneya; Friedenreich (2011); Wang; Zhou, (2021); Friberg; Mantzoros; Wolk (2006)	Regulação hormonal (redução de estrogênios livres, aumento de SHBG), Aumento da adiponectina (anti-inflamatória e antitumoral), Fortalecimento do sistema imunológico	Adiponectina reduz resistência à insulina e controla glicemia.	Moderada a forte
Câncer de Pulmão	Luo et al. (2023); Yang et al., (2022); Courneya; Friedenreich (2011)	Fortalecimento do sistema imunológico (células T, NK), Redução de citocinas pró-inflamatórias, Melhoria do metabolismo (sensibilidade à insulina, controle de lipídios), Diminuição do estresse oxidativo	Fortalece a resposta imunológica e reduz inflamação crônica.	Moderada
Câncer Gástrico	Maleki, Fatehi e Mohammadzadeh (2024); Courneya; Friedenreich (2011);	Fortalecimento do sistema imunológico (linfócitos T, NK), Redução da inflamação crônica, Aumento da produção de enzimas antioxidantes, Regulação do metabolismo e controle da obesidade	Regulação hormonal e controle de gordura visceral são essenciais.	Moderada

Írisina	Boström et al. (2012); Vliora et al. (2022); Waseem et al. (2022)	Estímulo à termogênese na gordura marrom, redução da inflamação, melhora da sensibilidade à insulina, transformação da gordura branca em marrom, melhora da função mitocondrial.	Redução de risco de câncer ao combater obesidade, inflamação e resistência à insulina.	Emergente
---------	---	--	--	-----------

Nos cânceres hematológicos, os resultados evidenciaram fortalecimento do sistema imunológico, com maior atividade de macrófagos e células natural killer (NK), além da redução de marcadores inflamatórios como IL-6 e TNF- α . Também foram relatadas melhorias no metabolismo e diminuição da gordura visceral, fatores que reforçam a capacidade do organismo em detectar e eliminar células tumorais (Tabela 1).

Para os cânceres de ovário, endométrio e colo de útero, verificou-se regulação hormonal com redução de estrogênios livres e aumento da SHBG, além de elevação da adiponectina, substância de ação anti-inflamatória e antitumoral. O fortalecimento do sistema imunológico também foi apontado como mecanismo relevante na prevenção desses cânceres (Tabela 1).

No câncer de pulmão, a prática de atividade física foi associada ao fortalecimento da resposta imunológica, sobretudo das células T e NK, à redução de citocinas pró-inflamatórias e à melhora da sensibilidade à insulina e do metabolismo lipídico. Também foi relatada diminuição do estresse oxidativo, condição que contribui para um ambiente menos propício ao desenvolvimento tumoral (Tabela 1).

No câncer gástrico, os achados destacaram o fortalecimento do sistema imunológico, redução da inflamação crônica, aumento da produção de enzimas antioxidantes e regulação do metabolismo com controle da obesidade. A modulação hormonal e o controle da gordura visceral também foram descritos como mecanismos importantes (Tabela 1).

No caso da irisina, hormônio produzido pelo músculo durante o exercício, verificou-se estímulo à termogênese na gordura marrom, transformação da gordura branca em marrom, redução da inflamação e melhora da função mitocondrial. Esses mecanismos contribuem indiretamente para a redução do risco de câncer ao combater obesidade, inflamação e resistência à insulina (Tabela 1).

A relação entre a prática de atividades físicas e a redução do risco de câncer tem sido amplamente investigada e representa um importante campo de estudo para a promoção da saúde pública. Estudos epidemiológicos e experimentais indicam que a atividade física regular atua como fator protetor contra diferentes tipos de câncer, incluindo mama, próstata, pulmão, gástrico, endométrio e hematológico [5,6].

Os efeitos benéficos da atividade física envolvem mecanismos biológicos interligados, destacando-se a regulação hormonal, o controle da inflamação, a melhora do metabolismo, a modulação do sistema imunológico e a redução da obesidade. A obesidade é um importante fator de risco, associada a alterações hormonais e metabólicas que favorecem o desenvolvimento tumoral. A prática de exercícios contribui para a redução do tecido adiposo, especialmente da gordura visceral, que está relacionada a níveis elevados de inflamação e à secreção de mediadores como o fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1), capaz de estimular a proliferação celular e inibir a apoptose [8,10].

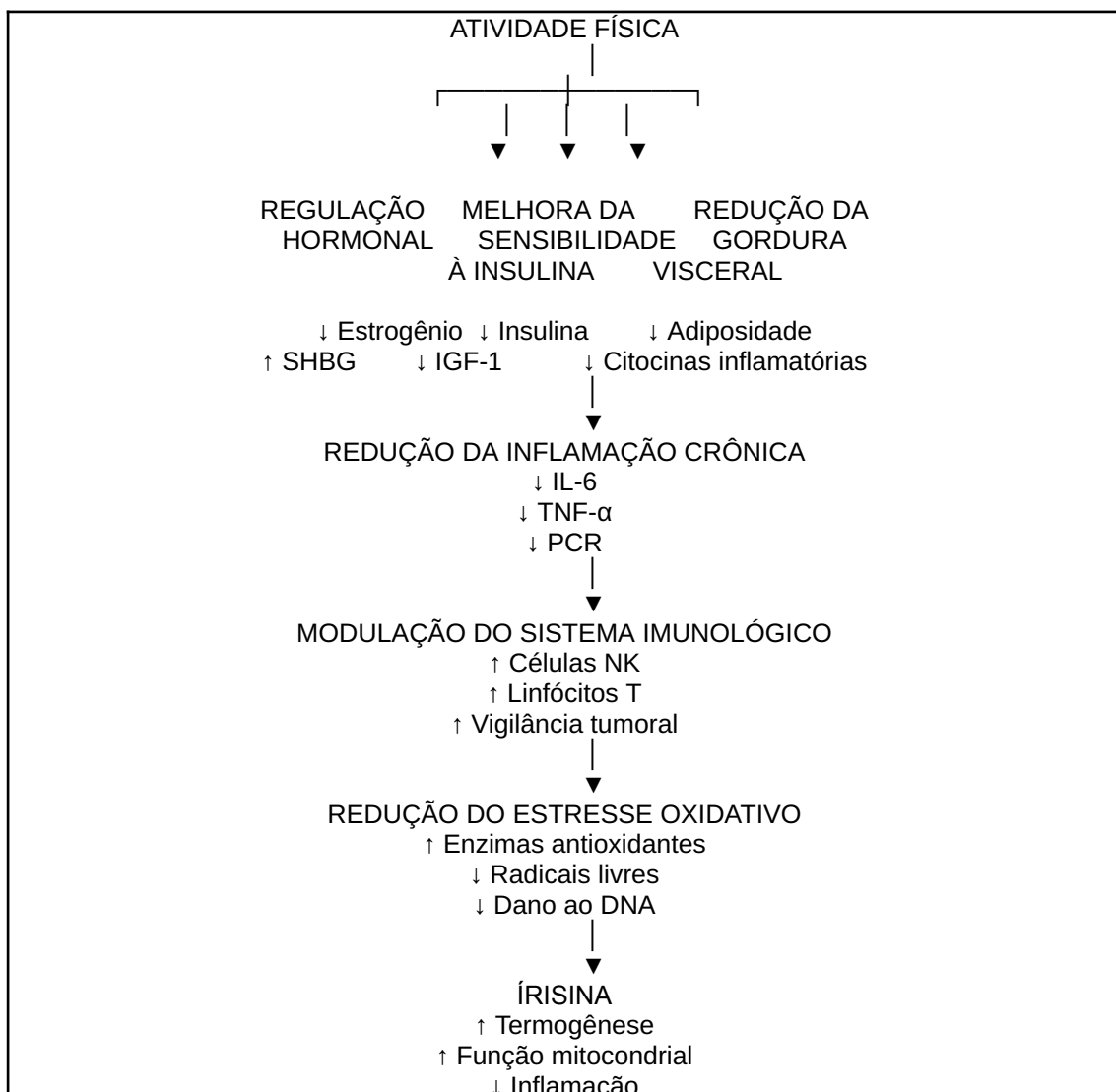
Em cânceres hormonais dependentes, como mama, próstata, ovário, endométrio e colo de útero, a atividade física promove a redução dos hormônios circulantes, especialmente estrogênio, e aumenta a globulina ligadora de hormônios sexuais (SHBG), criando um ambiente menos favorável à proliferação celular. Além disso, estimula a produção de adiponectina, proteína com ação anti-inflamatória e antioxidante, que melhora a sensibilidade à insulina e inibe o crescimento de células tumorais [11,14].

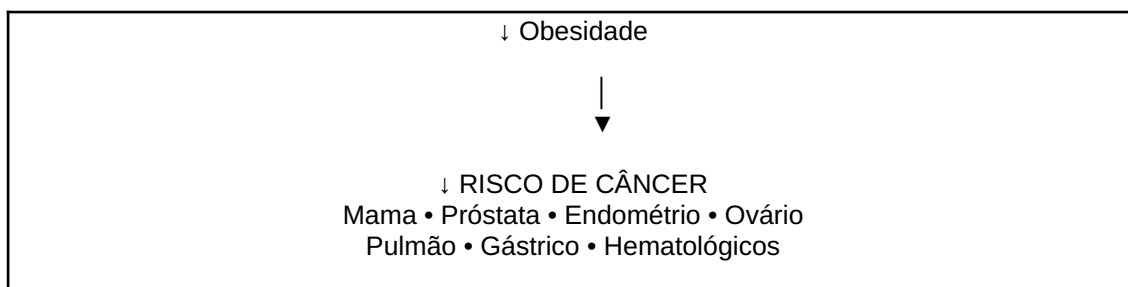
A modulação do sistema imunológico é outro mecanismo relevante. A atividade física aumenta a vigilância imunológica, com maior atividade de

células T e natural killer (NK), essenciais para a detecção e eliminação de células anormais [15]. Adicionalmente, promove a produção de enzimas antioxidantes, que neutralizam radicais livres e reduzem o estresse oxidativo, prevenindo danos celulares associados ao desenvolvimento tumoral [4,7].

A irisina, hormônio produzido pelos músculos em resposta ao exercício, também contribui para a prevenção do câncer. Ela atua na termogênese da gordura marrom, redução da inflamação, melhoria da sensibilidade à insulina e diminuição do acúmulo de gordura, apresentando propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes, especialmente relevante em indivíduos com sobrepeso ou obesidade [16,20].

Tabela 2. Mapa conceitual dos mecanismos biológicos associados à diminuição do risco de câncer pela atividade física





Como limitação, destaca-se que a presente revisão possui caráter narrativo, não seguindo protocolo sistemático de seleção de estudos, o que pode introduzir viés de interpretação. Além disso, observa-se heterogeneidade metodológica entre as pesquisas incluídas, especialmente quanto ao tipo, intensidade e duração da atividade física investigada, o que dificulta a comparação direta entre resultados. Dessa forma, recomenda-se que futuras investigações utilizem delineamentos prospectivos e protocolos padronizados para melhor compreensão da relação dose-resposta entre exercício e prevenção do câncer. Do ponto de vista aplicado, os achados reforçam a importância da atividade física como estratégia de prevenção primária do câncer, devendo ser incorporada de forma sistemática às políticas públicas de promoção da saúde. A integração de programas de exercício físico em serviços de atenção primária e em campanhas educativas pode contribuir significativamente para a redução do risco populacional de neoplasias, além de impactar positivamente outros fatores cardiometabólicos associados à morbimortalidade.

Os efeitos protetores da atividade física sobre o risco de câncer podem ser compreendidos por meio de um conjunto de mecanismos biológicos interdependentes que atuam simultaneamente sobre diferentes vias relacionadas à carcinogênese. Evidências científicas recentes demonstram que o exercício físico regular promove adaptações hormonais, metabólicas e imunológicas capazes de reduzir fatores de risco reconhecidamente associados ao desenvolvimento tumoral, incluindo obesidade, resistência à insulina, inflamação crônica de baixo grau e alterações hormonais. Nesse caso, Campbell et al [21] destacam que a prática regular de atividade física está associada à redução da incidência de diversos tipos de câncer, particularmente os cânceres de mama, cólon e endométrio, reforçando seu papel como

importante estratégia de prevenção primária. Além disso, os benefícios do exercício ultrapassam o simples aumento do gasto energético, envolvendo modificações fisiológicas capazes de influenciar o microambiente tumoral, a proliferação celular e mecanismos relacionados à progressão neoplásica. De forma complementar, Ligibel et al. e Rock et al. ressaltam que a atividade física, quando associada à manutenção do peso corporal adequado e a hábitos de vida saudáveis, constitui uma das intervenções não farmacológicas mais efetivas para a prevenção do câncer e promoção da saúde. Os mecanismos descritos por esses autores incluem melhora da sensibilidade à insulina, redução da adiposidade visceral, modulação hormonal, fortalecimento da vigilância imunológica e diminuição da inflamação sistêmica, aspectos amplamente observados nos estudos analisados nesta revisão. Embora que ainda necessite mais estudos relacionados aos efeitos protetores dos exercícios físicos em diferentes tipos de câncer, o conjunto das evidências disponíveis sustenta a importância da atividade física como componente fundamental das estratégias de prevenção do câncer e das políticas públicas voltadas à redução da carga global das doenças crônicas não transmissíveis [21, 22, 23].

CONCLUSÃO

Esta revisão narrativa evidencia que a prática regular de atividade física configura-se como estratégia efetiva de prevenção de vários tipos de câncer, atuando por mecanismos biológicos integrados que modulam hormônios, metabolismo, inflamação e resposta imunológica, reforçando seu papel prioritário em políticas de promoção da saúde pública com potencial para reduzir a incidência de câncer e outras doenças crônicas não transmissíveis, além de diminuir os custos com tratamentos médicos.

Conflito de interesses: Os autores declaram não haver conflitos de interesse. Este estudo não recebeu financiamento.

REFERÊNCIAS

- 1 World Health Organization. Cancer prevention [Internet]. Geneva: WHO; 2010 [cited 2025 Aug 22]. Available from: <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/cancer-prevention>
- 2 American Cancer Society. American Cancer Society guideline for diet and physical activity for cancer prevention. *CA Cancer J Clin*. 2022;72(3):204-221.
- 3 European Commission. Knowledge Centre on Cancer – Cancer prevention [Internet]. Brussels: European Commission; 2024 [cited 2025 Aug 22]. Available from: https://knowledge4policy.ec.europa.eu/cancer/cancer-prevention-2024_en
- 4 Sadovsky AD, Poton WL, Reis-Santos B, Barcelos MR, Silva IC. Índice de desenvolvimento humano e prevenção secundária de câncer de mama e colo do útero: um estudo ecológico. *Cad Saúde Pública*. 2015;31(7):1539-1550.
- 5 Mazzuco A, Poton WL, Reis-Santos B, Barcelos MR, Silva IC. Prevenção do câncer na atenção primária: exames recomendados e abordagens práticas – uma revisão de literatura. *Revista*. 2024;6(10):1719-1736.
- 6 Kaliks RA, Polegato BF, Matsubara BB, Del Giglio A. Princípios de prevenção do câncer. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo*. 2009;19(4):535-543.
- 7 Friedenreich CM, Ryder-Burbidge C, McNeil J. Physical activity, obesity and sedentary behavior in cancer etiology: epidemiologic evidence and biologic mechanisms. *Mol Oncol*. 2021;15(3):790-800.
- 8 Courneya KS, Friedenreich CM. Physical activity and cancer. Berlin: Springer; 2011. (Recent Results in Cancer Research).
- 9 Cleary MP, Grossmann ME. Obesity and breast cancer: the estrogen connection. *Endocrinology*. 2009;150(6):2537-2542.
- 10 Friedenreich CM, Neilson HK, Lynch BM. State of the epidemiological evidence on physical activity and cancer prevention. *Eur J Cancer*. 2010;46(14):2593-2604.

- 11 Wang Q, Zhou W. Roles and molecular mechanisms of physical exercise in cancer prevention and treatment. *J Sport Health Sci.* 2021;10(2):228-238.
- 12 Feng Y, Feng X, Wan R, Luo Z, Qu L, Wang Q. Impact of exercise on cancer: mechanistic perspectives and new insights. *Front Immunol.* 2024;15:1474770.
- 13 Cao M, Huang Y, Zhou Y, Wang H, Zhang J. Association between physical activity and gynecological cancers: a meta-analysis of prospective cohort studies. *BMC Womens Health.* 2025;25:300.
- 14 Friberg E, Mantzoros CS, Wolk A. Physical activity and risk of endometrial cancer: a population-based prospective cohort study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2006;15(11):2136-2140.
- 15 Luo Z, Wan R, Liu S, Feng X, Peng Z, Wang Q, et al. Mechanisms of exercise in the treatment of lung cancer – a mini-review. *Front Immunol.* 2023;14:1244764.
- 16 Yang JJ, Yu D, White E, Lee DH, Blot W, Robien K, et al. Prediagnosis leisure-time physical activity and lung cancer survival: a pooled analysis of 11 cohorts. *JNCI Cancer Spectr.* 2022;6(1):pkac009.
- 17 Maleki M, Fatehi V, Mohammadzadeh Z. The association between physical activity and risk of gastric cancer: an umbrella review. *BMC Gastroenterol.* 2024;24(1):261.
- 18 Waseem R, Shamsi A, Mohammad T, et al. FNDC5/Irisin: physiology and pathophysiology. *Molecules.* 2022;27(3):1118.
- 19 Boström P, Wu J, Jedrychowski MP, Korde A, Ye L, Lo JC, et al. A PGC1- α -dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature.* 2012;481(7382):463-468.
- 20 Vliora M, Nintou E, Karligiotou E, Ioannou LG, Grillo E, Mitola S, et al. Implication of irisin in different types of cancer: a systematic review and meta-analysis. *Int J Mol Sci.* 2022;23(17):9971.

21 Campbell KL, Winters-Stone KM, Wiskemann J, May AM, Schwartz AL, Courneya KS, et al. Exercise guidelines for cancer survivors: consensus statement from international multidisciplinary roundtable. *Med Sci Sports Exerc.* 2019;51(11):2375-2390. doi:10.1249/MSS.0000000000002116.

22 Ligibel JA, Basen-Engquist K, Bea JW, et al. Weight management and physical activity for cancer prevention and control. *J Clin Oncol.* 2022;40(22):2491-2507. doi:10.1200/JCO.22.00687.

23 Rock CL, Thomson CA, Gansler T, Gapstur SM, McCullough ML, Patel AV, et al. American Cancer Society guideline for diet and physical activity for cancer prevention. *CA Cancer J Clin.* 2020;70(4):245-271. doi:10.3322/caac.21591.