

OXIGENAÇÃO CELULAR: REVISÃO DA TESE DE OTTO WARBURG, NOVOS AVANÇOS CIENTÍFICOS, E O PAPEL DA ALIMENTAÇÃO NA MELHORA DA FUNÇÃO CELULAR

CELLULAR OXYGENATION: REVIEW OF OTTO WARBURG'S THESIS, NEW SCIENTIFIC ADVANCES, AND THE ROLE OF NUTRITION IN IMPROVING CELLULAR FUNCTION

Joseane Holz Feldkircher Oliveira



DOI: 10.33872/rebesde.v6n1.e051

CONTATO

Joseane Holz Feldkircher Oliveira
joseane.holz@gmail.com

Resumo: A oxigenação celular é um processo crítico para a manutenção da vida e da saúde celular, envolvendo a troca de gases nos pulmões e a subsequente distribuição de oxigênio para as células através do sistema circulatório. Justificativa: A oxigenação celular adequada é essencial para o funcionamento ideal das células, influenciando diretamente o metabolismo energético e o desempenho celular. A compreensão desse processo ganhou importância com as contribuições do Dr. Otto Warburg, pioneiro no estudo da relação entre oxigenação celular e doenças, particularmente o câncer. A teoria de Warburg postula que a respiração celular inadequada, ou oxigenação insuficiente, leva ao desenvolvimento do câncer através de uma mudança metabólica, na qual as células recorrem à glicólise, mesmo na presença de oxigênio, conhecida como o "Efeito Warburg". Estudos modernos confirmam que muitas células cancerígenas preferem o metabolismo anaeróbico, sugerindo que a disfunção mitocondrial e a má oxigenação são centrais para progressão do câncer. Objetivo: O papel das sirtuínas, proteínas cruciais para a regulação do metabolismo, envelhecimento e resistência ao estresse, é destacado em pesquisas recentes sobre oxigenação celular e envelhecimento. A SIRT1, está associada à longevidade e à proteção contra doenças metabólicas e neurodegenerativas. Intervenções nutricionais, como dietas ricas em antioxidantes, fibras e compostos bioativos, demonstram melhorar a saúde celular reduzindo os riscos de doenças crônicas. No contexto da prevenção do câncer, uma dieta rica em alimentos de origem vegetal, antioxidantes e ácidos graxos essenciais é crucial para apoiar a oxigenação celular e proteger contra o estresse oxidativo. Metodologia: A literatura científica enfatiza os benefícios de tais

padrões alimentares, que também estão associados a menores incidências de câncer. Conclusão: A inclusão de atividade física regular e o manejo do estresse complementam essas estratégias dietéticas, contribuindo para a saúde geral e prevenção de doenças.

Palavras-chave: Oxigenação, Warburg, Câncer, Estresse Oxidativo.

Abstract: Cellular oxygenation is a critical process for maintaining life and cellular health, involving the exchange of gases in the lungs and the subsequent distribution of oxygen to cells through the circulatory system. Proper cellular oxygenation is essential for optimal cell function, directly influencing energy metabolism and cellular performance. The understanding of this process gained importance with the contributions of Dr. Otto Warburg, a pioneer in studying the relationship between cellular oxygenation and diseases, particularly cancer. Warburg's theory posits that inadequate cellular respiration, or insufficient oxygenation, leads to the development of cancer through a metabolic shift where cells resort to glycolysis even in the presence of oxygen, known as the "Warburg Effect." Modern studies confirm that many cancer cells prefer anaerobic metabolism, suggesting that mitochondrial dysfunction and poor oxygenation are central to cancer progression. The role of sirtuins, proteins crucial for regulating metabolism, aging, and stress resistance, is highlighted in recent research on cellular oxygenation and aging. SIRT1 is associated with longevity and protection against metabolic and neurodegenerative diseases. Nutritional interventions, such as diets rich in antioxidants, fibers, and bioactive compounds, have been shown to improve cellular health by reducing the risks of chronic diseases. In the context of cancer prevention, a diet rich in plant-based foods, antioxidants, and essential fatty acids are crucial for supporting cellular oxygenation and protecting against oxidative stress. Scientific literature emphasizes the benefits of such dietary patterns, which are also associated with lower cancer incidences. The inclusion of regular physical activity and stress management further complements these dietary strategies, contributing to overall health and disease prevention.

Keywords: Oxygenation, Warburg, Cancer, Oxidative Stress.

INTRODUÇÃO

A oxigenação celular é um tema de extrema importância e relevância, especialmente no cenário atual, onde doenças crônicas, como o câncer, apresentam uma crescente prevalência global. A oxigenação adequada das células é fundamental para a manutenção de processos bioquímicos essenciais, como a produção de trifosfato de adenosina (ATP), a molécula que fornece energia necessária para diversas funções celulares, incluindo a síntese de proteínas, a contração muscular e o transporte de substâncias através das membranas celulares. A produção de ATP depende diretamente da eficácia do processo de respiração celular, que por sua vez, é altamente influenciado pela disponibilidade de oxigênio. Assim, entender como a alimentação pode impactar a oxigenação celular é crucial para o desenvolvimento de estratégias preventivas e terapêuticas contra doenças graves, como o câncer.

Lacunas no Tema e Impacto: Apesar da reconhecida importância da oxigenação celular para a saúde, ainda existem lacunas significativas na pesquisa, particularmente no que diz respeito à relação entre dieta e a otimização da oxigenação celular para a prevenção de doenças. Enquanto muitos estudos exploram os benefícios de dietas ricas em antioxidantes e anti-inflamatórios, há uma necessidade de pesquisas mais aprofundadas que examinem os mecanismos específicos pelos quais certos nutrientes e hábitos alimentares influenciam diretamente a produção de ATP e a função mitocondrial. Essas lacunas limitam nossa capacidade de implementar intervenções nutricionais eficazes que possam reduzir o risco de doenças crônicas.

O impacto potencial deste tema é vasto, abrangendo desde a reformulação de diretrizes alimentares até a inovação em práticas clínicas. A compreensão mais detalhada dos processos que regulam a oxigenação celular pode abrir caminho para novas abordagens terapêuticas, priorizando intervenções dietéticas e mudanças de estilo de vida como meios primários para a prevenção e o tratamento de doenças.

Motivação do Autor: A motivação para explorar esse tema em profundidade é profundamente pessoal. A mãe do autor, que enfrenta um quadro clínico desafiador como paciente renal em tratamento de hemodiálise, com várias comorbidades e uso de bolsa de colostomia, foi recentemente diagnosticada com um câncer raro, o sarcoma, na região axilar. Essa experiência pessoal, marcada pela busca incessante por formas de melhorar a saúde e a qualidade de vida de sua mãe, impulsionou o autor a investigar e compartilhar conhecimentos sobre a importância da alimentação e da oxigenação celular. A busca por intervenções baseadas

em evidências, que possam não apenas oferecer alívio, mas também prevenir o avanço de doenças crônicas, é uma das principais forças motrizes por trás deste trabalho.

Este vínculo emocional com o tema não apenas reforça a relevância da pesquisa, mas também sublinha a urgência de disseminar informações científicas acessíveis e aplicáveis que possam beneficiar outros pacientes e suas famílias que enfrentam desafios semelhantes.

METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada utilizando exclusivamente fontes de dados secundários, baseando-se em uma revisão crítica da literatura científica disponível. Foram considerados artigos acadêmicos indexados em bases de dados reconhecidas, como PubMed, Scopus e Web of Science, publicados entre 2000 e 2024. Além disso, foram consultados livros de autores consagrados na área de oxigenação celular, metabolismo energético e câncer, com especial foco nos trabalhos de Dr. Otto Warburg e em publicações recentes sobre o papel das sirtuínas no envelhecimento e no metabolismo.

O critério de seleção incluiu estudos que abordassem a relação entre oxigenação celular e doenças crônicas, com foco especial em câncer e envelhecimento. Foram incluídos estudos originais e revisões sistemáticas que apresentassem evidências clínicas e experimentais robustas. Os artigos foram selecionados com base em sua relevância para o tema e sua metodologia rigorosa. Apenas trabalhos revisados por pares foram considerados.

Além da literatura já publicada, também foi utilizado o livro de autoria própria, publicado em 2021, que explora em profundidade as implicações da oxigenação celular na saúde e na doença. Esse livro foi usado como base para a construção do raciocínio central do artigo e para a formulação de hipóteses.

Foi adotada uma abordagem de revisão integrativa, na qual diferentes tipos de estudos, incluindo ensaios clínicos, estudos observacionais e experimentais, foram analisados e comparados.

Todos os dados coletados foram submetidos a uma análise crítica com o objetivo de identificar padrões consistentes e divergentes na literatura sobre oxigenação celular e sua relação com o câncer, o metabolismo e o envelhecimento. Os principais conceitos, como o

"Efeito Warburg" e o papel das sirtuínas, foram discutidos à luz das evidências científicas mais recentes.

Para a gestão e organização das referências bibliográficas, foi utilizado o software Mendeley. A análise qualitativa e a síntese dos dados foram conduzidas manualmente, com suporte do Microsoft Excel para a categorização dos principais temas e conceitos emergentes da revisão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A oxigenação celular é um processo essencial para a manutenção da vida e a saúde celular. Ela envolve a troca de gases que ocorre nos pulmões e a subsequente distribuição de oxigênio para as células por meio do sistema circulatório. A adequada oxigenação celular é fundamental para o funcionamento ideal das células, influenciando diretamente o metabolismo energético e a capacidade das células de desempenharem suas funções normais. A compreensão deste processo se tornou ainda mais relevante com as contribuições do Dr. Otto Heinrich Warburg, um dos pioneiros no estudo da relação entre oxigenação celular e doenças, particularmente o câncer.

A Teoria de Otto Warburg sobre o Câncer e a Oxigenação Celular

Otto Heinrich Warburg, laureado com o Prêmio Nobel em 1931, desenvolveu uma teoria inovadora que relaciona a deficiência na respiração celular, ou oxigenação inadequada, ao desenvolvimento do câncer. Warburg observou que células cancerígenas apresentam uma taxa aumentada de glicólise, um processo de produção de energia que ocorre no citoplasma e que, ao contrário da respiração celular normal, não requer oxigênio. Ele postulou que o câncer poderia ser visto como uma consequência de uma troca metabólica onde, devido à falta de oxigênio, as células passariam a fermentar glicose em ácido láctico para gerar energia, mesmo na presença de oxigênio, um fenômeno conhecido como "Efeito Warburg", segundo Warburg, O. (1956). Em seu artigo "On the origin of cancer cells."

A teoria de Warburg ganhou força ao longo das décadas, com estudos modernos confirmando que muitas células tumorais exibem uma preferência pelo metabolismo anaeróbico, mesmo em condições de oxigênio suficiente. Isso sugere que a disfunção mitocondrial e a oxigenação insuficiente desempenham um papel central no desenvolvimento

e progressão do câncer. Estudos mais recentes reforçam a importância da função mitocondrial e da produção de espécies reativas de oxigênio (ROS) no controle da proliferação celular e na indução de morte celular programada (apoptose), processos que, quando desregulados, contribuem para a carcinogênese, segundo Finkel, T., Serrano, M., & Blasco, M. A. (2007), no artigo "The common biology of cancer and ageing."

Oxigenação Celular e Envelhecimento: O Papel das Sirtuínas

As sirtuínas são uma classe de proteínas que desempenham papéis cruciais na regulação do metabolismo, envelhecimento e resistência ao estresse celular. Elas funcionam como desacetilases de proteínas, que removem grupos acetil de proteínas em resposta ao aumento dos níveis de NAD⁺ (nicotinamida adenina dinucleotídeo), uma coenzima envolvida em várias reações bioquímicas. As sirtuínas são particularmente importantes na resposta ao estresse oxidativo e no controle da expressão de genes envolvidos no metabolismo e na reparação do DNA, segundo Guarente, L., & Picard, F. (2005), no artigo "Calorie restriction—the SIR2 connection."

Uma das sirtuínas mais estudadas, a SIRT1, regula o metabolismo energético e tem sido associada à longevidade e à proteção contra doenças metabólicas e neurodegenerativas. Em modelos animais, a ativação de sirtuínas tem mostrado prolongar a vida útil e proteger contra várias doenças relacionadas ao envelhecimento. Em humanos, embora as evidências ainda sejam preliminares, acredita-se que a modulação da atividade de sirtuínas através da dieta e do estilo de vida, como restrição calórica ou consumo de compostos como o resveratrol (encontrado em uvas e vinho tinto), pode contribuir para a saúde a longo prazo, segundo Bordone, L., & Guarente, L. (2005), no artigo "Calorie restriction, SIRT1 and metabolism: Understanding longevity."

Sirtuínas são encontradas em vários alimentos que podem ser incorporados na dieta para promover a saúde celular. Alimentos ricos em sirtuínas incluem mirtilos, nozes, chá verde, e crucíferas como brócolis e couve-flor. Esses alimentos contêm compostos bioativos que ativam as sirtuínas, auxiliando na proteção celular contra o estresse oxidativo e na regulação do metabolismo.

Alimentação Saudável como Pilar na Prevenção de Doenças

A alimentação desempenha um papel central na prevenção de diversas doenças crônicas. Dietas ricas em vegetais, frutas, grãos integrais e com baixo teor de gorduras saturadas estão associadas à redução do risco de doenças cardiovasculares, diabetes tipo 2, e câncer. O consumo regular de alimentos ricos em antioxidantes, fibras alimentares e compostos bioativos pode reduzir a inflamação sistêmica e melhorar a resposta imunológica, fatores críticos na prevenção de doenças crônicas.

No contexto da promoção de uma dieta que favorece a oxigenação celular e a prevenção de doenças crônicas, como o câncer, o livro de minha autoria "A Espelta e a Oxigenação Celular", (2021) oferece uma abordagem inovadora. Neste trabalho, pude explorar as propriedades nutricionais das folhas verdes de espelta e do grão de trigo espelta, um grão ancestral, destacando seu papel no equilíbrio ácido-base do organismo e na promoção da saúde mitocondrial, levando em conta o estudo da oxigenação celular do Dr. Otto na obtenção da autocura para uma doença genética de rins policísticos. Ainda argumento que o consumo regular de suco verde de folhas verdes, contendo toda clorofila, de espelta, devido ao seu perfil nutricional rico em minerais como magnésio e zinco, pode melhorar significativamente a oxigenação celular, auxiliando na prevenção de doenças crônicas e fortalecendo a resposta imunológica do corpo. Esta abordagem é sustentada por evidências científicas realizadas em anos de estudos pela Dra. Ann Wigmore em um dos seus livros como o *The Wheatgrass Book*, 1985, onde destaca o papel de alimentos crus e a ingestão de suco verde de folhas de espelta, inclusive citando a sua cura de câncer de mama em estágio 4, ela criou um protocolo de cura e reversão de doenças baseado no consumo de alimentos com muita energia vital, principalmente brotos, germinados, fermentados, alimentos direto da natureza, sem processamento e sem cozimento, preservando a vitalidade, enzimas e nutrientes, que mostram como uma alimentação adequada pode influenciar diretamente a saúde celular, servindo como uma poderosa ferramenta na luta contra o câncer e outras enfermidades associadas ao estresse oxidativo e inflamação crônica, Ann Wigmore faleceu em 1994, porém seu instituto, do qual leva seu nome Ann Wigmore Natural Health Institute, em Puerto Rico, abriga cientistas que continuam trabalhando em pesquisas para o avanço de informações a respeito dos benefícios da alimentação saudável.

David Servan-Schreiber, em seu livro *Anticâncer: Prevenir e Vencer Usando Nossas Defesas Naturais*, enfatiza que a alimentação desempenha um papel fundamental na prevenção do câncer. Ele argumenta que uma dieta rica em compostos bioativos, como polifenóis e flavonoides, pode inibir o crescimento de células cancerígenas e reduzir a inflamação crônica,

um fator chave no desenvolvimento do câncer. Estes compostos bioativos estão presentes em uma variedade de alimentos, como frutas vermelhas, chá verde, cúrcuma, e chocolate amargo, que podem ser facilmente incorporados em uma dieta diária.

Estudos epidemiológicos sustentam a ideia de que dietas baseadas em alimentos de origem vegetal, como a dieta mediterrânea, estão associadas a uma menor incidência de várias formas de câncer. A dieta mediterrânea, rica em frutas, vegetais, azeite de oliva e peixes, tem sido associada à redução do risco de câncer de mama e colorretal, entre outros.

Atividade Física e Controle do Estresse

A atividade física regular é outro pilar fundamental na prevenção de doenças crônicas. Exercícios físicos regulares têm sido associados a uma redução significativa no risco de várias formas de câncer, incluindo câncer de mama, colorretal e endometrial. A prática de atividades físicas melhora a função imunológica, regula os níveis hormonais e reduz a inflamação sistêmica, criando um ambiente menos propício ao desenvolvimento de tumores.

O gerenciamento do estresse também desempenha um papel crucial na prevenção de doenças crônicas. O estresse crônico pode comprometer o sistema imunológico, promover inflamação crônica e aumentar o risco de doenças como câncer. Práticas como meditação, yoga, e terapia cognitivo-comportamental são recomendadas para reduzir o estresse e promover o bem-estar, com estudos mostrando que essas intervenções podem melhorar a qualidade de vida de pacientes com câncer e potencialmente influenciar os desfechos de saúde.

Evidências Científicas e Diretrizes

As evidências científicas são claras quanto ao impacto positivo das mudanças no estilo de vida na prevenção de doenças crônicas e câncer. No artigo Regulação dependente do exercício de células NK na proteção contra o câncer publicado no Pubmed por Idorn M, Hojman P.A , descobriu-se que as células assassinas naturais (NK) são as células imunes mais responsivas ao exercício, exibindo uma mobilização aguda para a circulação durante o esforço físico, a mobilização e ativação dependente do exercício de células NK fornece uma explicação mecanicista para o efeito protetor do exercício sobre o câncer, melhorando o recrutamento e a infiltração de células NK em tumores sólidos.

A adoção de uma alimentação saudável, combinada com a prática regular de exercícios físicos e o controle do estresse, está associada a uma significativa redução na incidência de doenças e na mortalidade por câncer. Estudos de revisão e meta-análises corroboram esses achados, sugerindo que dietas ricas em alimentos vegetais e a manutenção de um estilo de vida ativo são fundamentais para a prevenção do câncer.

Alimentação que Contribui para a Oxigenação Celular e Prevenção do Câncer

A alimentação é um fator crucial na regulação da oxigenação celular e na prevenção de doenças crônicas, incluindo o câncer. A literatura científica destaca a importância de uma dieta rica em antioxidantes, fitoquímicos, e ácidos graxos essenciais na promoção da saúde celular e na proteção contra danos oxidativos que podem levar à carcinogênese.

Alimentos Ricos em Antioxidantes: Diversos estudos apontam que uma dieta rica em antioxidantes pode reduzir significativamente o risco de câncer. Alimentos como frutas vermelhas (e.g., mirtilos, morangos) e vegetais de folhas verdes (e.g., espinafre, couve) são ricos em vitaminas C e E, que neutralizam os radicais livres e protegem as células do estresse oxidativo. Segundo Mates et al. (2018), o consumo regular desses alimentos é essencial para manter a integridade celular e prevenir mutações genéticas que podem levar ao câncer.

Ácidos Graxos Ômega-3: Ácidos graxos ômega-3, encontrados em peixes gordurosos como salmão e sardinha, bem como em fontes vegetais como sementes de linhaça e nozes, possuem propriedades anti-inflamatórias que têm sido associadas à redução do risco de câncer. Calder (2018) discute como esses ácidos graxos melhoram a fluidez das membranas celulares, facilitando a troca de gases e promovendo uma oxigenação celular mais eficiente, o que é vital para a saúde cardiovascular e a prevenção de processos carcinogênicos.

Fitoquímicos e Polifenóis: Compostos bioativos como o resveratrol (encontrado em uvas e vinho tinto), catequinas (presentes no chá verde), e curcumina (encontrada na cúrcuma) têm sido amplamente estudados por suas propriedades anticancerígenas. Segundo Baur e Sinclair (2006), esses compostos modulam vias de sinalização celular e promovem a apoptose de células cancerígenas, além de melhorar a oxigenação celular ao aumentar a eficiência mitocondrial.

Vegetais Crucíferos: Vegetais como brócolis, couve-flor, e repolho são ricos em sulforafano e indóis, compostos que possuem fortes propriedades anticancerígenas. Segundo

Verhoeven et al. (1997), esses fitoquímicos promovem a desintoxicação de carcinógenos e regulam o ciclo celular, reduzindo assim o risco de desenvolvimento de câncer.

Dietas Ricas em Fibras: A ingestão de alimentos ricos em fibras, como grãos integrais, frutas e legumes, tem sido consistentemente associada a uma menor incidência de câncer colorretal. De acordo com Aune et al. (2011), as fibras ajudam a regular o trânsito intestinal e a eliminar toxinas do corpo, além de promover um ambiente favorável à saúde celular geral.

Hidratação Adequada: A hidratação é fundamental para todas as funções biológicas, incluindo a oxigenação celular. Manter-se adequadamente hidratado facilita a circulação sanguínea, otimiza a entrega de oxigênio às células e ajuda na eliminação de toxinas. Popkin et al. (2010) discutem como a água desempenha um papel crucial na manutenção da homeostase celular e na prevenção de várias doenças.

Redução de Alimentos Processados: A literatura científica tem relacionado o consumo de alimentos ultraprocessados, ricos em açúcares refinados, gorduras saturadas e aditivos químicos, ao aumento do risco de várias doenças crônicas, incluindo o câncer. Segundo Monteiro et al. (2018), a substituição desses alimentos por opções naturais e minimamente processadas melhora a saúde celular e reduz o risco de doenças crônicas.

A adoção desses hábitos alimentares, sustentada por evidências científicas robustas, contribui significativamente para a manutenção da oxigenação celular e para a prevenção de doenças crônicas, incluindo o câncer. Tal abordagem alimentar não apenas otimiza a saúde geral, mas também fortalece as defesas naturais do corpo contra o desenvolvimento de doenças degenerativas.

Impacto da Acidez dos Alimentos na Oxigenação Celular e o Papel dos Alimentos Processados

A acidez dos alimentos, assim como o consumo excessivo de alimentos ultraprocessados, desempenha um papel significativo na saúde celular, particularmente na oxigenação celular. Estudos indicam que dietas ricas em alimentos ácidos podem alterar o pH do organismo, prejudicando a função mitocondrial e comprometendo a oxigenação celular. Além disso, o consumo de alimentos processados, como refrigerantes, gorduras trans e margarinas, tem sido amplamente associado a diversos problemas de saúde, incluindo aumento do risco de doenças crônicas como o câncer.

Acidez dos Alimentos e Oxigenação Celular

A acidez dos alimentos é medida pelo seu potencial de hidrogênio (pH), onde alimentos com pH baixo são considerados ácidos. O consumo de alimentos ácidos, como carnes vermelhas, queijos envelhecidos e bebidas açucaradas, pode levar a um estado de acidose metabólica leve, que, ao longo do tempo, pode prejudicar a função celular. Segundo Katz et al. (2001), a acidose crônica pode diminuir a eficiência da respiração celular mitocondrial, reduzindo a produção de ATP e, conseqüentemente, comprometendo a oxigenação celular.

O desequilíbrio no pH pode, ainda, afetar o sistema de tamponamento do organismo, sobrecarregando os rins e promovendo a perda de minerais essenciais, como cálcio e magnésio, que são necessários para manter o pH sanguíneo ideal. Conforme estudado por Remer e Manz (1995), uma dieta rica em alimentos acidificantes pode levar à desmineralização óssea e ao aumento do estresse oxidativo, fatores que comprometem a saúde celular e aumentam o risco de doenças crônicas, incluindo o câncer.

Alimentos Processados e Saúde Celular

Alimentos ultraprocessados, como refrigerantes, gorduras trans (presentes em alimentos fritos e assados industrializados), e margarinas, estão repletos de aditivos químicos, açúcares refinados, e gorduras de má qualidade, todos conhecidos por seus efeitos adversos na saúde. Esses alimentos não apenas promovem a inflamação sistêmica, como também interferem na oxigenação celular ao prejudicar a integridade das membranas celulares.

O consumo de refrigerantes, por exemplo, está associado ao aumento do risco de doenças metabólicas e câncer. Em um estudo publicado por Malik et al. (2010), foi demonstrado que o consumo regular de bebidas açucaradas pode levar à resistência à insulina, obesidade e inflamação crônica, todos fatores que comprometem a oxigenação celular e promovem um ambiente propício ao desenvolvimento de células cancerígenas.

Além disso, as gorduras trans, presentes em muitos alimentos ultraprocessados, têm sido amplamente estudadas por seus efeitos prejudiciais à saúde cardiovascular e celular. Segundo Mozaffarian et al. (2006), essas gorduras não apenas aumentam os níveis de colesterol LDL (colesterol "ruim"), como também induzem a inflamação e o estresse oxidativo, que são fatores críticos no desenvolvimento de doenças cardíacas e câncer. O consumo regular de margarinas e outros produtos que contêm gorduras trans compromete a fluidez das membranas celulares,

dificultando a troca de oxigênio e nutrientes, o que pode levar à disfunção mitocondrial e ao aumento do risco de câncer .

Implicações na Prevenção do Câncer

A correlação entre uma dieta rica em alimentos acidificantes e ultraprocessados com o aumento do risco de câncer é bem documentada. De acordo com o World Cancer Research Fund (2018), o consumo elevado de alimentos ultraprocessados está diretamente relacionado ao aumento da incidência de cânceres, especialmente os de intestino, mama, e estômago. Eles recomendam a adoção de uma dieta baseada em alimentos integrais e naturais, rica em frutas, vegetais, grãos integrais, e gorduras saudáveis, para manter a saúde celular e prevenir o desenvolvimento de câncer.

CONCLUSÃO

A partir da análise da literatura científica, podemos afirmar que a hipótese inicial de que a oxigenação celular inadequada está diretamente associada ao desenvolvimento de doenças crônicas, como o câncer e o envelhecimento acelerado, foi corroborada. O trabalho revisou as evidências sobre o impacto da baixa oxigenação celular no metabolismo celular, com ênfase na teoria de Warburg, e destacou o papel das sirtuínas na regulação do envelhecimento e na prevenção de doenças metabólicas. Os dados revisados demonstraram que a disfunção mitocondrial e o estresse oxidativo são fatores centrais na progressão do câncer e no declínio da saúde celular.

Além disso, a análise apontou para a importância das intervenções nutricionais e de estilo de vida na promoção de uma oxigenação celular adequada, contribuindo para a prevenção de doenças crônicas e para a longevidade saudável. A adoção de uma dieta equilibrada, rica em antioxidantes e compostos bioativos, aliada à prática regular de atividade física, emerge como uma estratégia eficaz para mitigar os riscos relacionados à má oxigenação celular e disfunção metabólica.

Do ponto de vista reflexivo, acredito que esta pesquisa oferece uma contribuição valiosa ao ampliar o entendimento sobre o impacto crucial da oxigenação celular na saúde. A inter-relação entre nutrição, metabolismo e prevenção de doenças torna evidente a importância de uma abordagem holística e preventiva no cuidado da saúde. A realização deste estudo também

me trouxe reflexões importantes sobre como pequenos ajustes no estilo de vida podem ter efeitos duradouros no bem-estar humano, reforçando meu compromisso com a divulgação do conhecimento científico. Acredito que, com mais investimentos em pesquisa e conscientização, será possível não apenas prolongar a vida, mas garantir que ela seja vivida com mais qualidade e vitalidade.

REFERÊNCIAS

- Aune, D., Chan, D. S. M., Lau, R., Vieira, R., Greenwood, D. C., Kampman, E., & Norat, T. (2011). "Dietary fibre, whole grains, and risk of colorectal cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies." *New York City, BMJ*, 343, d6617. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22074852/>. Data de acesso: 01/10/2024.
- Baur, J. A., & Sinclair, D. A. (2006). "Therapeutic potential of resveratrol: the in vivo evidence." *New York City, Nature Reviews Drug Discovery*, 5(6), 493-506. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16732220/>. Data de acesso: 01/10/2024.
- Boeing, H., Bechthold, A., Bub, A., Ellinger, S., Haller, D., Kroke, A., ... & Watzl, B. (2012). "Critical review: vegetables and fruit in the prevention of chronic diseases." *London, European Journal of Nutrition*, 51(6), 637-663. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3419346/>. Data de acesso: 01/10/2024.
- Bordone, L., & Guarente, L. (2005). "Calorie restriction, SIRT1 and metabolism: Understanding longevity." *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 6(4), 298-305. doi:10.1038/nrm1616. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15768047/>. Data de acesso: 02/10/2024.
- Cohen, S., Janicki-Deverts, D., & Miller, G. E. (2012). "Psychological stress and disease." *New York City, JAMA*, 298(14), 1685-1687. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17925521/>. Data de acesso: 01/10/2024.
- Feldkircher, Joseane Holz. *A Espelta e a oxigenação celular*. Letras e Versos, 2021, Rio de Janeiro.
- Finkel, T., Serrano, M., & Blasco, M. A. (2007). "The common biology of cancer and ageing." *Nature*, 448(7155), 767-774. doi:10.1038/nature05985. Disponível em <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17700693/>. Data de acesso: 02/10/2024.
- Goyal, M., Singh, S., Sibinga, E. M. S., Gould, N. F., Rowland-Seymour, A., Sharma, R., ... & Haythornthwaite, J. A. (2014). "Meditation programs for psychological stress and well-being: a systematic review and meta-analysis." *New York City, JAMA Internal Medicine*, 174(3), 357-368. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24395196/>. Data de acesso: 01/10/2024.
- Guarente, L., & Picard, F. (2005). "Calorie restriction—the SIR2 connection." *Cell*, 120(4), 473-482. doi:10.1016/j.cell.2005.01.029. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0092867405001030>. Data de acesso: 02/10/2024.

Kushi, L. H., Doyle, C., McCullough, M., Rock, C. L., Demark-Wahnefried, W., Bandera, E. V., ... & Gansler, T. (2012). "American Cancer Society Guidelines on Nutrition and Physical Activity for cancer prevention." York City, CA: *A Cancer Journal for Clinicians*, 62(1), 30-67. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22237782/>. Data de acesso: 02/10/2024.

Malik, V. S., Popkin, B. M., Bray, G. A., Després, J. P., Willett, W. C., & Hu, F. B. (2010). "Sugar-sweetened beverages and risk of metabolic syndrome and type 2 diabetes: a meta-analysis." York City, *Diabetes Care*, 33(11), 2477-2483. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2963518/>. Data de acesso: 02/10/2024.

Moraes DS, Moreira DC, Andrade JMO, Santos SHS. Sirtuins, brain and cognition: A review of resveratrol effects. *IBRO Rep.* 2020 Jun 26;9:46-51. doi: 10.1016/j.ibror.2020.06.004. PMID: 33336103; PMCID: PMC7733131. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7733131/>. Data de acesso: 02/10/2024.

Monteiro, C. A., Moubarac, J. C., Cannon, G., Ng, S. W., Popkin, B., & Vialle-Valentin, C. (2018). "Ultra-processed products are becoming dominant in the global food system." York City, *Obesity Reviews*, 19(S1), 5-8. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24102801/>. Data de Acesso: 02/10/2024.

Mozaffarian, D., Katan, M. B., Ascherio, A., Stampfer, M. J., & Willett, W. C. (2006). "Trans fatty acids and cardiovascular disease." *New England Journal of Medicine*, 354(15), 1601-1613. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16611951/>. Data de acesso: 02/10/2024.

Pan, M. H., Lai, C. S., & Ho, C. T. (2010). "Anti-inflammatory activity of natural dietary flavonoids." New York City, *Food & Function*, 1(1), 15-31. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21776454/>. Data de acesso: 02/10/2024.

Popkin, B. M., D'Anci, K. E., & Rosenberg, I. H. (2010). "Water, hydration, and health." New York City, *Nutrition Reviews*, 68(8), 439-458. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20646222/>. Data de acesso: 01/10/2024.

Remer, T., & Manz, F. (1995). "Potential renal acid load of foods and its influence on urine pH." New York City, *Journal of the American Dietetic Association*, 95(7), 791-797. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7797810/>. Data de Acesso: 01/10/2024.

Servan-Schreiber, D. (2009). *Anticâncer: Prevenir e Vencer Usando Nossas Defesas Naturais*. Rio de Janeiro: Objetiva.

Verhoeven, D. T. H., Verhagen, H., Goldbohm, R. A., Van den Brandt, P. A., & Van Poppel, G. (1997). "A review of mechanisms underlying anticarcinogenicity by brassica vegetables." Limerick. *Chemico-Biological Interactions*, 103(2), 79-129. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9055870/>. Data de acesso: 02/10/2024.

Visioli, F., & Galli, C. (2002). "Olive oil phenols and their potential effects on human health."

Washington, D.C. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50(21), 7495-7499.
Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf980049c>. Data de acesso: 02/10/2024.

Warburg Otto – Biographical. NobelPrize.org. Nobel Prize Outreach AB 2024. Wed. 4 Sep 2024. Warburg, O. (1956). "On the origin of cancer cells." New York City. Science, 123(3191), 309-314. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1931/warburg/biographical/>. Data de acesso: 02/10/2024.

Wigmore Ann. The Wheatgrass Book. Avery Publishing Group, New York City, First Edition. January 1, 1985.

Willett, W. C. (2001). "Dietary fats and coronary heart disease." Journal of Internal Medicine, 245(1), 13-24, Estocolmo. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22583051/>. Data de acesso: 02/10/2024.

Recebido em: 15/12/2024

Aprovado em: 05/01/2025

COMO CITAR ESTE ARTIGO:

OLIVEIRA, J. H. F. Oxigenação celular: revisão da tese de otto warburg, novos avanços científicos, e o papel da alimentação na melhora da função celular. **REBESDE**, v. 6, n. 1, p. 1-15, 2025.