MEDICINA DA LONGEVIDADE E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA PROMOÇÃO DO ENVELHECIMENTO SAUDÁVEL

LONGEVITY MEDICINE AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE: TECHNOLOGICAL INNOVATION IN PROMOTING HEALTHY AGING

Victor Ferreira Schuwartz Tannus [1], [2] Carlos Henrique Medeiros de Souza

1. Mestrando pela Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), victorschuwartz83@gmail.com; 2. Professor na Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), chmsouza@gmail.com

Eixo Temático: 01

RESUMO

O aumento da expectativa de vida redimensiona os desafios da Medicina, ampliando a atenção para a preservação da saúde, autonomia e capacidade funcional durante o envelhecimento. Nesse cenário, a Inteligência Artificial (IA) e as tecnologias emergentes apresentam possibilidades para o acompanhamento das trajetórias individuais e a promoção da longevidade saudável. Este estudo objetivou analisar, sob perspectiva interdisciplinar, as contribuições da IA e das inovações tecnológicas para a promoção do envelhecimento saudável, com ênfase na preservação da capacidade funcional e na compressão da morbidade. Realizou-se revisão bibliográfica integrativa, qualitativa e interdisciplinar, priorizando estudos publicados entre 2016 e 2026 nas áreas de Medicina, Gerontologia, Gerociência, IA, Saúde Digital e Biotecnologia. A seleção compreendeu identificação, triagem, aplicação dos critérios de elegibilidade, leitura integral e síntese temática das evidências. Os estudos evidenciaram aplicações de algoritmos preditivos, biomarcadores digitais, dispositivos vestíveis, sistemas inteligentes e tecnologias de monitoramento capazes de apoiar a identificação de vulnerabilidades, o acompanhamento funcional e a personalização do cuidado. Os achados foram organizados em três eixos: mecanismos biológicos do envelhecimento; predição, monitoramento e personalização; e tecnologias relacionadas à capacidade funcional e à compressão da morbidade. Concluiu-se que a integração entre Medicina da Longevidade e IA amplia as possibilidades de acompanhamento do envelhecimento e favorece estratégias preditivas, preventivas e personalizadas, orientadas à ampliação dos anos vividos com saúde, autonomia, funcionalidade e qualidade de vida.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Envelhecimento saudável; Longevidade; Tecnologia em saúde; Gerociência.

ABSTRACT

Increasing life expectancy is reshaping the challenges facing medicine, shifting the focus toward preserving health, autonomy, and functional capacity during the aging process. In this context, Artificial Intelligence (AI) and emerging technologies offer possibilities for monitoring individual trajectories and promoting healthy longevity. This study aimed to analyze, from an interdisciplinary perspective, the contributions of AI and technological innovations to the promotion of healthy aging, with an emphasis on preserving functional capacity and the compression of morbidity. An integrative, qualitative, and interdisciplinary literature review was conducted, prioritizing studies published between 2016 and 2026 in the fields of Medicine, Gerontology, Geroscience, AI, Digital Health, and Biotechnology. The selection process involved identification, screening, application of eligibility criteria, full-text reading, and thematic synthesis of the evidence. The studies highlighted applications such as predictive algorithms, digital biomarkers, wearable devices, intelligent systems, and monitoring technologies capable of supporting the identification of vulnerabilities, functional monitoring, and the personalization of care. The findings were organized into three thematic axes: biological mechanisms of aging; prediction, monitoring, and personalization; and technologies related to functional capacity and the compression of morbidity. The study concluded that the integration of Longevity Medicine and AI expands the possibilities for monitoring the aging process and fosters predictive, preventive, and personalized strategies aimed at increasing the number of years lived with health, autonomy, functionality, and quality of life.

Keywords: Artificial Intelligence; Healthy aging; Longevity; Health technology; Geroscience.

INTRODUÇÃO

O prolongamento da vida humana constitui uma das transformações mais expressivas decorrentes dos avanços científicos, sanitários e tecnológicos. Vacinas, medicamentos, métodos diagnósticos, técnicas cirúrgicas e estratégias preventivas contribuíram para o controle de doenças, a redução da mortalidade prematura e a ampliação da expectativa de vida. Esse cenário redimensionou os desafios da Medicina contemporânea, direcionando a atenção para uma longevidade associada à preservação da saúde, da autonomia e da capacidade funcional. Nesse sentido, o envelhecimento saudável passa a contemplar as condições biológicas, funcionais e sociais que acompanham os anos vividos, valorizando mobilidade, cognição, independência, participação social e qualidade de vida.

Paralelamente, a IA, a saúde digital, a biotecnologia, os dispositivos vestíveis, os biomarcadores e a medicina de precisão vêm ampliando as possibilidades de compreender e acompanhar as diferentes trajetórias do envelhecimento. Essas tecnologias favorecem a identificação precoce de vulnerabilidades, o monitoramento longitudinal e a personalização do cuidado, aproximando a inovação tecnológica de estratégias voltadas ao retardamento do declínio funcional e à compressão da morbidade. A relevância científica e social dessa integração relaciona-se, portanto, ao desafio contemporâneo de associar o aumento da expectativa de vida à preservação das capacidades necessárias para uma existência autônoma, ativa e funcional.

Embora os avanços tecnológicos aplicados à saúde apresentem crescimento expressivo, suas contribuições encontram-se distribuídas entre diferentes campos científicos, como Medicina, Gerontologia, Gerociência, Saúde Digital, Biotecnologia e Ciência da Computação. Essa dispersão evidencia uma lacuna relacionada à sistematização interdisciplinar das evidências acerca da contribuição da IA e das tecnologias emergentes para a longevidade saudável, especialmente quanto à identificação precoce de vulnerabilidades, ao acompanhamento de mecanismos e biomarcadores associados ao envelhecimento e à preservação da capacidade funcional. A integração desses conhecimentos mostra-se relevante para compreender como diferentes recursos tecnológicos podem convergir para modelos de cuidado preditivos, preventivos e personalizados.

Diante desse cenário, justifica-se a realização desta revisão pela necessidade de reunir e analisar evidências capazes de aproximar os avanços tecnológicos dos desafios biológicos, clínicos e funcionais relacionados ao envelhecimento humano, contribuindo para uma

compreensão interdisciplinar da Medicina da Longevidade. Assim, o estudo teve como objetivo analisar as contribuições da IA e das tecnologias emergentes para a promoção da longevidade saudável, com ênfase na preservação da capacidade funcional, na identificação de mecanismos e biomarcadores associados ao envelhecimento e na compressão da morbidade.

MÉTODO

Realizou-se revisão bibliográfica integrativa, de abordagem qualitativa, exploratória e interdisciplinar, orientada pela questão: quais contribuições da IA e das tecnologias emergentes têm sido descritas na literatura científica para a promoção do envelhecimento saudável, a preservação da capacidade funcional e a compressão da morbidade? Delimitou-se prioritariamente o período de 2016 a 2026, contemplando a produção científica da última década. A estratégia de busca foi estruturada a partir dos termos *Artificial Intelligence*, *Aging*, *Healthy Aging*, *Longevity*, *Healthspan*, *Lifespan*, *Geroscience*, *Digital Health*, *Wearable Devices*, *Biomarkers* e *Older Adults*, combinados pelos operadores booleanos AND e OR. Foram incluídos estudos relacionados à IA, saúde digital, biomarcadores, dispositivos vestíveis e outras tecnologias aplicadas ao envelhecimento, com contribuições para saúde, funcionalidade, monitoramento, predição de riscos ou longevidade. Excluíram-se duplicidades e estudos sem aderência à questão norteadora ou aos objetivos da revisão.

A seleção compreendeu identificação das publicações, remoção de duplicidades, leitura de títulos e resumos, aplicação dos critérios de elegibilidade, leitura integral e composição do corpus final. A extração das evidências foi sistematizada em matriz analítica contendo ano, área científica, desenho do estudo, tecnologia investigada, finalidade e contribuições para saúde, funcionalidade e longevidade. Posteriormente, realizou-se síntese temática organizada em três dimensões: mecanismos e biomarcadores associados ao envelhecimento; predição, monitoramento e personalização do cuidado; e tecnologias direcionadas à preservação da capacidade funcional e à compressão da morbidade.

RESULTADOS

A análise dos estudos selecionados evidenciou três categorias convergentes: mecanismos biológicos associados ao envelhecimento; aplicações da IA na predição, no monitoramento e na personalização do cuidado; e tecnologias emergentes relacionadas à preservação da capacidade funcional e à compressão da morbidade. Em conjunto, os achados

apontaram para uma ampliação da abordagem da longevidade, incorporando indicadores biológicos e funcionais capazes de representar a heterogeneidade das trajetórias individuais de envelhecimento.

No campo dos mecanismos biológicos, identificou-se crescente utilização de informações genômicas, epigenômicas, proteômicas, metabolômicas, clínicas e funcionais. López-Otín *et al*.[1] destacaram a contribuição das tecnologias "ômicas" e das avaliações funcionais para a investigação das alterações relacionadas ao envelhecimento. A integração desses dados mostrou-se relevante para a identificação de indicadores biológicos e para a compreensão de processos associados à perda progressiva da homeostase, favorecendo estratégias direcionadas ao acompanhamento individualizado e à preservação da funcionalidade. Os achados indicaram, assim, uma aproximação entre Medicina da Longevidade e gerociência, com ênfase na identificação precoce de alterações e vulnerabilidades relacionadas à idade.

Quanto às aplicações da IA, a revisão de escopo conduzida por Ma *et al*.[2] reuniu 105 estudos e evidenciou diversidade de tecnologias destinadas à população idosa. Entre os recursos identificados destacaram-se robôs, exoesqueletos, casas inteligentes, aplicativos de saúde baseados em IA, dispositivos vestíveis, tecnologias ativadas por voz e realidade virtual. As aplicações foram agrupadas em cinco funções principais: reabilitação, suporte emocional, facilitação das interações sociais, supervisão e promoção cognitiva.[2] Esses resultados demonstraram que a IA apresenta aplicações relacionadas à mobilidade, cognição, segurança, interação social e independência, ampliando as possibilidades de monitoramento longitudinal e personalização do cuidado.

A dimensão interdisciplinar dos achados também evidenciou que a transformação digital modifica as relações entre pessoas, informações e tecnologias, favorecendo ambientes conectados e a produção contínua de dados relacionados à saúde.[3] Paralelamente, o crescimento da participação dos algoritmos no processamento de informações e nos processos decisórios amplia a relevância de aspectos relacionados à autonomia, privacidade e uso ético dos dados.[4] Dessa forma, os estudos analisados situam a inovação tecnológica em uma perspectiva que articula capacidade computacional, conhecimento médico e cuidado centrado na pessoa.

Em relação às tecnologias emergentes e aos biomarcadores digitais, destacaram-se aplicações voltadas ao acompanhamento contínuo de alterações fisiológicas e funcionais. Shim, Fleisch e Barata[5] desenvolveram o CosinorAge, biomarcador digital baseado em dados de ritmicidade circadiana obtidos por acelerometria, utilizando informações de aproximadamente 80 mil adultos de meia-idade e idosos do Reino Unido e dos Estados Unidos. Entre indivíduos

com a mesma idade cronológica, cada ano adicional estimado pelo marcador esteve associado a um aumento de 8% a 12% no risco de mortalidade e de 3% a 14% na incidência prospectiva de doenças relacionadas à idade.[5] Também foram observadas associações com indicadores de saúde autorreferida, força de preensão e qualidade de vida relacionada à saúde.

A síntese dos achados demonstrou, portanto, uma convergência entre gerociência, IA, biomarcadores digitais e tecnologias de monitoramento. As evidências analisadas apontaram que essas ferramentas ampliam a capacidade de reconhecer padrões associados ao envelhecimento, identificar vulnerabilidades, acompanhar alterações funcionais e subsidiar estratégias preditivas, preventivas e personalizadas. Nesse contexto, a inovação tecnológica aplicada à Medicina da Longevidade apresenta-se associada à preservação da autonomia e da capacidade funcional, ao retardamento do declínio funcional e à compressão da morbidade.

CONCLUSÃO

A revisão evidenciou que a integração entre Medicina da Longevidade, IA, gerociência e saúde digital amplia as possibilidades de acompanhamento do envelhecimento por meio de algoritmos preditivos, biomarcadores digitais, dispositivos vestíveis e sistemas de monitoramento. Essas tecnologias favorecem a identificação precoce de vulnerabilidades, a personalização do cuidado e o acompanhamento das alterações biológicas e funcionais, contribuindo para a preservação da autonomia, da cognição e da mobilidade, bem como para o retardamento do declínio funcional e a compressão da morbidade.

Como contribuição científica, a revisão reuniu evidências interdisciplinares que aproximam os avanços tecnológicos dos desafios contemporâneos relacionados ao envelhecimento saudável. Em termos práticos, os achados apontam para a incorporação responsável dessas tecnologias às estratégias preditivas, preventivas e personalizadas de cuidado, orientadas à ampliação dos anos vividos com saúde, funcionalidade e qualidade de vida. Pesquisas futuras poderão ampliar a validação clínica dos biomarcadores e modelos preditivos, investigar seus resultados em diferentes populações e avaliar aspectos relacionados à segurança, efetividade, equidade, privacidade e aplicação ética da IA na Medicina da Longevidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. López-Otín C, Blasco MA, Partridge L, Serrano M, Kroemer G. Hallmarks of aging: an expanding universe. **Cell**. 2023;186(2):243-278. doi:10.1016/j.cell.2022.11.001.

2. Ma B, Yang J, Wong FKY, Wong AKC, Ma T, Meng J, et al. Artificial intelligence in elderly healthcare: a scoping review. **Ageing Res Rev**. 2023;83:101808. doi:10.1016/j.arr.2022.101808.

3. Gabriel M. **Você, eu e os robôs: pequeno manual do mundo digital**. São Paulo: Atlas; 2018.

4. Harari YN. **21 lições para o século 21**. Geiger P, tradutor. São Paulo: Companhia das Letras; 2018. 441 p.

5. Shim J, Fleisch E, Barata F. Circadian rhythm analysis using wearable-based accelerometry as a digital biomarker of aging and healthspan. **NPJ Digit Med**. 2024;7(1):146. doi:10.1038/s41746-024-01111-x.