

VACINAS TERAPÊUTICAS NO TRATAMENTO DO CÂNCER: AVANÇOS, DESAFIOS E PERSPECTIVAS DA IMUNOTERAPIA MODERNA



<https://doi.org/10.22533/at.ed.378122507045>

Data de aceite: 24/05/2025

Allana Cabral Gontijo Barbosa

Universidade de Vassouras
Vassouras - Rio de Janeiro

Danielle Abbud Backer

Universidade de Vassouras
Vassouras - Rio de Janeiro

Jéssica de Abreu Bragança

Universidade de Vassouras
Vassouras - Rio de Janeiro

Luíza Ferreira Guimarães Simões

Universidade de Vassouras
Vassouras - Rio de Janeiro

Mayra Beatriz Souza dos Santos

Universidade de Vassouras
Vassouras - Rio de Janeiro

Isabela Arruda da Silva

Universidade de Vassouras
Vassouras - Rio de Janeiro

RESUMO: A vacinação oncológica emerge como uma estratégia promissora na imunoterapia do câncer, permitindo respostas imunológicas direcionadas e eficazes. Este estudo analisou a eficácia das vacinas terapêuticas, destacando a importância da personalização e da

combinação com outras imunoterapias. Os resultados evidenciaram a relevância das vacinas de RNA, da imunogenicidade personalizada e da modulação do microambiente tumoral. Conclui-se que a vacinação é um pilar inovador no tratamento oncológico, exigindo maior refinamento tecnológico para alcançar eficácia otimizada.

PALAVRAS-CHAVE: RNA; câncer; vacina.

THERAPEUTIC VACCINES IN CANCER TREATMENT: ADVANCES, CHALLENGES, AND PERSPECTIVES IN MODERN IMMUNOTHERAPY

ABSTRACT: Oncologic vaccination emerges as a promising strategy in cancer immunotherapy, enabling targeted and effective immune responses. This study analyzed the efficacy of therapeutic vaccines, highlighting the importance of personalization and combination with other immunotherapies. The results emphasized the relevance of RNA vaccines, personalized immunogenicity, and tumor microenvironment modulation. It is concluded that vaccination is an innovative pillar in cancer treatment, requiring further technological refinement to achieve

optimized efficacy.

KEYWORDS: *RNA; cancer; vaccine.*

INTRODUÇÃO

A imunoterapia revolucionou a abordagem do tratamento oncológico, permitindo novas estratégias para controlar e, em alguns casos, erradicar tumores malignos. Nesse contexto, as vacinas terapêuticas emergiram como uma ferramenta promissora, fornecendo ao sistema imunológico uma capacidade aprimorada de reconhecer e destruir células cancerígenas. A relação entre a vacinação e o tratamento do câncer tem sido amplamente estudada, com diversas pesquisas evidenciando sua eficácia em diferentes tipos de neoplasias (Berneman et al., 2025).

As vacinas terapêuticas podem atuar de diferentes formas no organismo, seja estimulando uma resposta imune prévia contra antígenos tumorais, seja potencializando a ação de outras terapias, como a imunoterapia convencional. Zhang et al. (2024) demonstraram que vacinas de DNA neoantigênicas, utilizadas em pacientes com câncer de mama triplo-negativo, são seguras e podem induzir uma resposta imune específica, contribuindo para a eliminação do tumor. Essa descoberta reforça a importância da personalização no desenvolvimento de vacinas oncológicas (Zhang et al., 2024).

No entanto, a eficácia dessas vacinas enfrenta desafios consideráveis, como a heterogeneidade tumoral e a imunossupressão induzida pelo próprio microambiente do câncer. Ramirez et al. (2024) analisaram a aplicabilidade de vacinas personalizadas para linfoma folicular e destacaram que a seleção cuidadosa de antígenos tumorais é essencial para a obtenção de uma resposta imunológica eficiente. O estudo revelou que a resposta imune dos pacientes variava conforme a composição genética do tumor, ressaltando a necessidade de desenvolver imunoterapias individualizadas (Ramirez et al., 2024).

Além disso, a combinação entre vacinas terapêuticas e outras formas de imunoterapia tem se mostrado uma estratégia eficaz para aumentar a taxa de resposta dos pacientes. Mackensen et al. (2023) investigaram o uso de células CAR-T específicas para CLDN6, combinadas com uma vacina de RNA amplificadora em tumores sólidos. O estudo indicou que a vacinação pode potencializar a eficácia da terapia celular, reforçando a importância da sinergia entre abordagens imunoterapêuticas (Mackensen et al., 2023).

Um dos maiores avanços na área da vacinação oncológica foi a introdução das vacinas baseadas em RNA mensageiro (mRNA), como evidenciado no estudo de Hejazi et al. (2023). Os pesquisadores utilizaram um modelo estocástico para avaliar a resposta imune induzida pela vacina mRNA-1273, aplicada em pacientes oncológicos durante a pandemia de COVID-19. Os resultados sugeriram que as vacinas de mRNA podem gerar uma resposta humoral e celular significativa, destacando seu potencial para futuras aplicações na imunoterapia do câncer (Hejazi et al., 2023).

A administração intratumoral de vacinas virais também tem sido explorada como um método inovador para estimular a resposta imunológica contra células cancerígenas. Gögenur et al. (2023) demonstraram que a injeção de uma vacina contra influenza diretamente no tumor aumentou a infiltração de linfócitos T CD8+ e a expressão de PD-L1 em pacientes com câncer colorretal. Esse achado sugere que as vacinas virais podem atuar como moduladoras do microambiente tumoral, tornando-o mais susceptível à imunoterapia convencional (Gögenur et al., 2023).

O impacto da vacinação no tratamento do câncer também tem sido estudado em tumores de difícil manejo clínico, como o câncer pancreático. Rojas et al. (2023) desenvolveram uma vacina de RNA personalizada para esse tipo de tumor e observaram que a imunização estimulou linfócitos T específicos contra o tumor. Embora os resultados sejam promissores, a heterogeneidade do microambiente tumoral ainda representa um grande desafio para a eficácia dessas vacinas (Rojas et al., 2023).

Outro ponto crucial na eficácia das vacinas oncológicas é a capacidade de gerar memória imunológica duradoura. Thakkar et al. (2023) analisaram a resposta imune de pacientes oncológicos submetidos a múltiplas doses da vacina contra COVID-19 e constataram que a resposta imunológica pode ser mantida por um longo período, mesmo em indivíduos imunossuprimidos. Isso sugere que estratégias semelhantes podem ser adotadas para vacinas terapêuticas contra o câncer, ampliando a duração da proteção conferida pela imunização (Thakkar et al., 2023).

Além das vacinas de mRNA e DNA, estudos recentes exploram a utilização de peptídeos neoantigênicos como alvos vacinais. Yu et al. (2023) investigaram a imunogenicidade de vacinas personalizadas em pacientes com câncer colorretal metastático e concluíram que a combinação dessas vacinas com imunoterapias existentes pode potencializar a resposta tumoral. Esse tipo de abordagem híbrida reforça a importância da personalização dos tratamentos para aumentar a eficácia terapêutica (Yu et al., 2023).

O estudo de Ellingsen et al. (2022) focou na vacinação contra o antígeno hTERT em pacientes com melanoma e demonstrou que a caracterização do repertório de receptores de células T pode fornecer dados cruciais para a otimização das vacinas terapêuticas. A resposta imune induzida pela vacinação variou de acordo com o perfil imunológico do paciente, reforçando a necessidade de abordagens mais individualizadas (Ellingsen et al., 2022).

Adams et al. (2023) destacaram a relevância das vacinas no controle da recorrência tumoral. Em um ensaio clínico sobre a vacina TLPLDC para prevenção do melanoma, os pesquisadores observaram que a metodologia de coleta das células dendríticas influencia diretamente a resposta imunológica dos pacientes. Esses achados ressaltam a importância da padronização de protocolos para garantir a eficácia das vacinas terapêuticas (Adams et al., 2023).

Dentre as novas estratégias imunoterapêuticas, a vacina contra a mutação IDH1 em gliomas foi investigada por Platten et al. (2021). Os resultados indicaram que a vacinação pode induzir uma resposta imune específica contra células tumorais, demonstrando que mutações somáticas podem ser exploradas como alvos imunoterapêuticos (Platten et al., 2021).

Por fim, Ishikawa et al. (2021) analisaram a segurança e a resposta imune de uma vacina baseada na proteína NY-ESO-1 em câncer de esôfago avançado. O estudo revelou que a adição de adjuvantes como o poli-ICLC pode ampliar a resposta de anticorpos antitumorais, evidenciando que a escolha dos componentes da vacina desempenha um papel crítico na sua eficácia (Ishikawa et al., 2021).

Diante do exposto, as vacinas oncológicas representam um avanço significativo no tratamento do câncer, oferecendo novas perspectivas terapêuticas e ampliando as opções disponíveis para pacientes com diferentes tipos de tumores. No entanto, desafios como a variabilidade imunológica dos pacientes, a heterogeneidade tumoral e a necessidade de estratégias combinatórias ainda precisam ser superados para garantir a eficácia dessas imunoterapias emergentes. A pesquisa contínua e o desenvolvimento de novas vacinas personalizadas são essenciais para o progresso da oncologia moderna.

O objetivo deste estudo foi analisar a correlação entre vacinas terapêuticas e os diferentes tratamentos oncológicos, investigando sua eficácia, desafios e aplicações clínicas. Foram avaliadas abordagens inovadoras, como vacinas de RNA, DNA e peptídeos neoantigênicos, bem como sua integração com imunoterapias convencionais. A pesquisa buscou identificar os principais avanços e dificuldades associadas à vacinação oncológica, destacando sua importância na personalização dos tratamentos e na melhoria das respostas imunes contra o câncer.

MÉTODOS

A busca de artigos científicos foi feita a partir do banco de dados contidos no National Library of Medicine (PubMed). Os descritores foram “*RNA; cancer; vaccine*” considerando o operador booleano “AND” entre as respectivas palavras. As categorias foram: ensaio clínico e estudo clínico randomizado. Os trabalhos foram selecionados a partir de publicações entre 2020 e 2024, utilizando como critério de inclusão artigos no idioma inglês e português. Como critério de exclusão foi usado os artigos que acrescentavam outras patologias ao tema central, desconectado ao assunto proposto. A revisão dos trabalhos acadêmicos foi realizada por meio das seguintes etapas, na respectiva ordem: definição do tema; estabelecimento das categorias de estudo; proposta dos critérios de inclusão e exclusão; verificação e posterior análise das publicações; organização das informações; exposição dos dados.

RESULTADOS

Diante da associação dos descritores utilizados, obteve-se um total de 4429 trabalhos analisados da base de dados PubMed. A utilização do critério de inclusão: artigos publicados nos últimos 5 anos (2020-2024), resultou em um total de 2341 artigos. Em seguida foi adicionado como critério de inclusão os artigos do tipo ensaio clínico, ensaio clínico controlado randomizado ou artigos de jornal, totalizando 81 artigos. Foram selecionados os artigos em português ou inglês, resultando em 81 artigos e depois adicionado a opção texto completo gratuito, totalizando 67 artigos. Após a leitura dos resumos foram excluídos aqueles que não se adequaram ao tema abordado ou que estavam em duplicação, totalizando 24 artigos, conforme ilustrado na Figura 1.

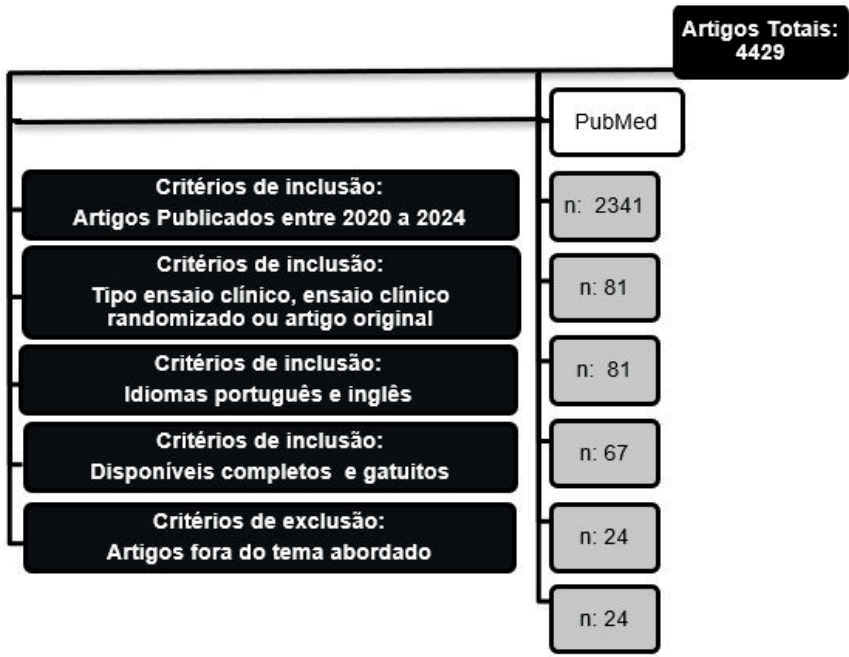


FIGURA 1: Fluxograma para identificação dos artigos no PubMed.

Fonte: Autores (2025)

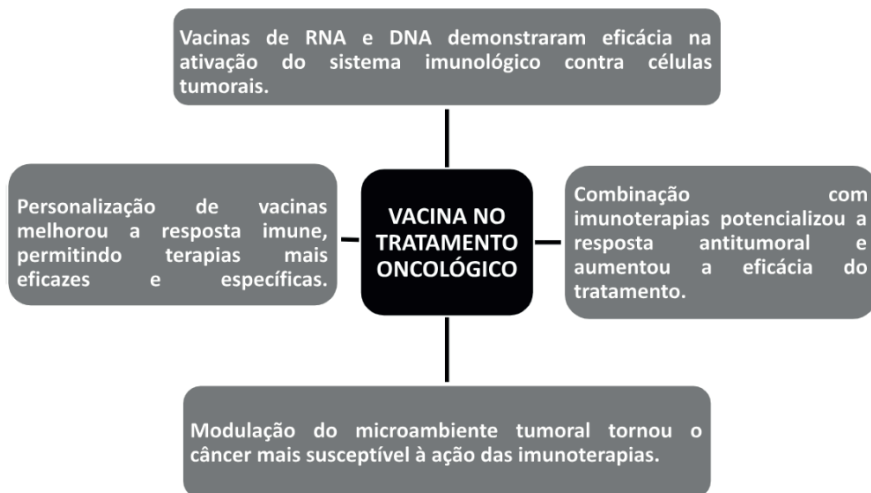


FIGURA 2: Síntese dos resultados mais encontrados de acordo com os artigos analisados.

Fonte: Autores (2025)

DISCUSSÃO

A imunoterapia, particularmente a vacinação contra o câncer, tem emergido como uma abordagem promissora no tratamento de diversos tipos de neoplasias. Berneman et al. (2025) destacam que a vacinação com células dendríticas contendo WT1-mRNA induz uma resposta imune específica em pacientes com glioblastoma, mesotelioma maligno e câncer de mama metastático. A ativação de linfócitos T tipo 1 foi correlacionada com melhores desfechos clínicos, sugerindo que esse tipo de vacina pode complementar terapias convencionais como quimioterapia e radioterapia (Berneman et al., 2025). Por outro lado, Zhang et al. (2024) investigaram vacinas de DNA neoantigênicas em pacientes com câncer de mama triplo-negativo, demonstrando segurança e a capacidade de gerar respostas imunes específicas, reforçando o papel das vacinas na personalização do tratamento oncológico (Zhang et al., 2024).

Dando continuidade à análise, Ramirez et al. (2024) exploraram a viabilidade da vacinação personalizada para linfoma folicular. O estudo evidenciou que a paisagem neoantigênica do tumor influencia a eficácia da vacinação, tornando a seleção de antígenos uma etapa crucial na formulação de vacinas eficazes. Em paralelo, Mackensen et al. (2023) relataram resultados de um ensaio clínico fase 1 utilizando células CAR-T específicas para CLDN6 em combinação com uma vacina de RNA amplificadora em tumores sólidos. Os achados mostraram que a ativação do sistema imune foi amplificada pela vacina, melhorando a resposta das células CAR-T contra os tumores (Mackensen et al., 2023).

A imunogenicidade das vacinas de RNA mensageiro (mRNA) também tem sido alvo de investigações. Hejazi et al. (2023) utilizaram um modelo estocástico para avaliar a proteção

conferida pela vacina mRNA-1273 em pacientes oncológicos, observando que respostas humorais e celulares podem ser preditores de proteção contra infecções virais, como no caso da COVID-19. Essa abordagem é relevante para pacientes imunocomprometidos, como aqueles em tratamento contra o câncer (Hejazi et al., 2023). Similarmente, Gögenur et al. (2023) demonstraram que a administração intratumoral da vacina contra o vírus influenza aumentou a infiltração de células T CD8+ e a expressão de PD-L1 no câncer colorretal, evidenciando um possível efeito sinérgico entre vacinação e imunoterapia anti-PD-1 (Gögenur et al., 2023).

Rojas et al. (2023) focaram na aplicação de vacinas de RNA personalizadas em câncer pancreático. O estudo mostrou que essas vacinas estimularam linfócitos T tumor-específicos, o que sugere um papel significativo da imunização no controle do crescimento tumoral. Entretanto, a heterogeneidade tumoral e o microambiente imunossupressor ainda representam desafios para a eficácia dessas vacinas (Rojas et al., 2023). Nesse contexto, Thakkar et al. (2023) avaliaram a resposta imune a múltiplas doses da vacina contra a COVID-19 em pacientes oncológicos, indicando que a resposta imunológica pode ser durável mesmo em indivíduos imunossuprimidos, o que levanta perspectivas otimistas sobre a aplicabilidade de vacinas terapêuticas contra o câncer (Thakkar et al., 2023).

Além disso, Yu et al. (2023) investigaram a imunogenicidade de vacinas neoantigênicas personalizadas no tratamento do câncer colorretal avançado com estabilidade de microssatélites. Os resultados sugerem que a combinação dessas vacinas com imunoterapia convencional pode potencializar a resposta tumoral, reforçando a necessidade de abordagens combinatórias para maximizar a eficácia terapêutica (Yu et al., 2023). Similarmente, Ellingsen et al. (2022) analisaram a resposta imune induzida pela vacinação contra hTERT em melanoma, concluindo que a caracterização do repertório de receptores de células T pode fornecer insights cruciais para a otimização de futuras estratégias de vacinação (Ellingsen et al., 2022).

O impacto da vacinação contra o câncer também se estende à prevenção de recorrências. Adams et al. (2023) conduziram um estudo sobre a vacina TLPLDC na prevenção da recorrência do melanoma, observando que a metodologia de coleta de células dendríticas impacta os desfechos clínicos. Os dados reforçam a importância da otimização das técnicas de fabricação de vacinas para garantir maior eficácia terapêutica (Adams et al., 2023). Da mesma forma, Awad et al. (2022) investigaram o uso da vacina NEO-PV-01 associada a quimioterapia e anti-PD-1 em câncer de pulmão não pequenas células, demonstrando que a combinação terapêutica pode aumentar a taxa de resposta objetiva, reforçando a relevância das vacinas personalizadas na imunoterapia oncológica (Awad et al., 2022).

Lehrnbecher et al. (2023) avaliaram a resposta imune longitudinal a três doses de vacina mRNA contra a COVID-19 em crianças com câncer, demonstrando que a vacinação pode conferir proteção substancial mesmo em pacientes pediátricos imunocomprometidos.

Esse achado sugere que vacinas terapêuticas contra o câncer também podem ser eficazes em populações vulneráveis (Lehrnbecher et al., 2023). Platten et al. (2021) avançaram na imunoterapia vacinal ao desenvolverem uma vacina contra a mutação IDH1 em gliomas recém-diagnosticados. Os resultados indicaram um potencial de resposta imunológica robusta, consolidando a viabilidade das vacinas tumor-específicas na prática clínica (Platten et al., 2021).

Por fim, Ishikawa et al. (2021) analisaram a segurança e resposta imunológica de uma vacina baseada na proteína NY-ESO-1 em câncer de esôfago avançado, mostrando que a combinação da vacina com adjuvantes como o poli-ICLC pode amplificar a resposta de anticorpos antitumorais. Essa descoberta sugere que o refinamento dos adjuvantes pode aumentar a eficácia das vacinas terapêuticas (Ishikawa et al., 2021). De maneira similar, Sutton et al. (2021) investigaram a participação de células B atípicas nas respostas imunes induzidas por vacinação e infecção, fornecendo informações valiosas para a compreensão dos mecanismos imunológicos subjacentes à eficácia das vacinas contra o câncer (Sutton et al., 2021).

CONCLUSÃO

A relação entre vacinas e o tratamento oncológico representa um dos avanços mais promissores na oncologia moderna. As imunoterapias baseadas em vacinas têm demonstrado potencial na estimulação do sistema imunológico para reconhecer e atacar células cancerígenas, proporcionando novas possibilidades terapêuticas para pacientes com diferentes tipos de neoplasias. O uso de vacinas personalizadas, como aquelas baseadas em DNA e RNA mensageiro, permitiu um avanço significativo na eficácia dos tratamentos, promovendo respostas imunológicas direcionadas e melhorando as taxas de sobrevivência.

Os estudos analisados evidenciaram que a combinação de vacinas com outras abordagens imunoterapêuticas, como células CAR-T e bloqueadores de PD-1, pode amplificar a resposta antitumoral e prolongar a durabilidade da imunidade adquirida. No entanto, desafios como a heterogeneidade tumoral, a imunossupressão do microambiente e a variabilidade genética dos pacientes ainda limitam a plena eficácia dessas abordagens. A personalização das vacinas terapêuticas se destacou como um fator essencial para aumentar a eficácia dos tratamentos. A seleção precisa de neoantígenos tumorais e a identificação do perfil imunológico do paciente são fundamentais para otimizar a resposta imune e minimizar efeitos adversos. Além disso, a utilização de vacinas virais e intratumorais abriu novas perspectivas para modificar o microambiente tumoral, tornando-o mais responsivo às imunoterapias convencionais. Diante desses achados, fica evidente que a vacinação oncológica não apenas complementa os tratamentos convencionais, mas também tem o potencial de revolucionar a forma como o câncer é tratado. O progresso

contínuo na área de imunoterapia e o aprimoramento das estratégias vacinais podem levar a uma maior eficácia no controle da doença e até mesmo à erradicação de certos tipos de câncer. O avanço tecnológico e a pesquisa translacional serão fundamentais para superar os desafios existentes e consolidar as vacinas como uma estratégia terapêutica padrão na oncologia.

REFERÊNCIAS

- BERNEMAN, Z. N. et al. **WT1-mRNA dendritic cell vaccination of patients with glioblastoma multiforme, malignant pleural mesothelioma, metastatic breast cancer, and other solid tumors: type 1 T-lymphocyte responses are associated with clinical outcome.** J Hematol Oncol., v. 18, n. 1, p. 9, 2025.
- ZHANG, X. et al. **Neoantigen DNA vaccines are safe, feasible, and induce neoantigen-specific immune responses in triple-negative breast cancer patients.** Genome Med., v. 16, n. 1, p. 131, 2024.
- RAMIREZ, C. A. et al. **Neoantigen landscape supports feasibility of personalized cancer vaccine for follicular lymphoma.** Blood Adv., v. 8, n. 15, p. 4035-4049, 2024.
- MACKENSEN, A. et al. **CLDN6-specific CAR-T cells plus amplifying RNA vaccine in relapsed or refractory solid tumors: the phase 1 BNT211-01 trial.** Nat Med., v. 29, n. 11, p. 2844-2853, 2023.
- HEJAZI, N. S. et al. **Stochastic interventional approach to assessing immune correlates of protection: Application to the COVE messenger RNA-1273 vaccine trial.** Int J Infect Dis., v. 137, p. 28-39, 2023.
- GÖGENUR, M. et al. **Neoadjuvant intratumoral influenza vaccine treatment in patients with proficient mismatch repair colorectal cancer leads to increased tumor infiltration of CD8+ T cells and upregulation of PD-L1: a phase 1/2 clinical trial.** J Immunother Cancer., v. 11, n. 5, p. e006774, 2023.
- ROJAS, L. A. et al. **Personalized RNA neoantigen vaccines stimulate T cells in pancreatic cancer.** Nature, v. 618, n. 7963, p. 144-150, 2023.
- THAKKAR, A. et al. **Study of efficacy and longevity of immune response to third and fourth doses of COVID-19 vaccines in patients with cancer: A single arm clinical trial.** Elife, v. 12, p. e83694, 2023.
- YU, Y. J. et al. **Preliminary clinical study of personalized neoantigen vaccine therapy for microsatellite stability (MSS)-advanced colorectal cancer.** Cancer Immunol Immunother., v. 72, n. 7, p. 2045-2056, 2023.
- ELLINGSEN, E. B. et al. **Characterization of the T cell receptor repertoire and melanoma tumor microenvironment upon combined treatment with ipilimumab and hTERT vaccination.** J Transl Med., v. 20, n. 1, p. 419, 2022.
- ADAMS, A. M. et al. **Divergent clinical outcomes in a phase 2B trial of the TLPLDC vaccine in preventing melanoma recurrence and the impact of dendritic cell collection methodology: a randomized clinical trial.** Cancer Immunol Immunother., v. 72, n. 3, p. 697-705, 2023.

AWAD, M. M. et al. **Personalized neoantigen vaccine NEO-PV-01 with chemotherapy and anti-PD-1 as first-line treatment for non-squamous non-small cell lung cancer.** *Cancer Cell*, v. 40, n. 9, p. 1010-1026.e11, 2022.

LEHRNBECHER, T. et al. **Longitudinal Immune Response to 3 Doses of Messenger RNA Vaccine Against Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in Pediatric Patients Receiving Chemotherapy for Cancer.** *Clin Infect Dis.*, v. 76, n. 3, p. e510-e513, 2023.

THOMAS, S. J. et al. **Efficacy and safety of the BNT162b2 mRNA COVID-19 vaccine in participants with a history of cancer: subgroup analysis of a global phase 3 randomized clinical trial.** *Vaccine*, v. 40, n. 10, p. 1483-1492, 2022.

CHUNG, D. J. et al. **Langerhans dendritic cell vaccine bearing mRNA-encoded tumor antigens induces antimyeloma immunity after autotransplant.** *Blood Adv.*, v. 6, n. 5, p. 1547-1558, 2022.

FENDLER, A. et al. **Adaptive immunity and neutralizing antibodies against SARS-CoV-2 variants of concern following vaccination in patients with cancer: The CAPTURE study.** *Nat Cancer*, v. 2, p. 1321-1337, 2021.

OGINO, H. et al. **Randomized trial of neoadjuvant vaccination with tumor-cell lysate induces T cell response in low-grade gliomas.** *J Clin Invest.*, v. 132, n. 3, p. e151239, 2022.

PLATTEN, M. et al. **A vaccine targeting mutant IDH1 in newly diagnosed glioma.** *Nature*, v. 592, n. 7854, p. 463-468, 2021.

ISHIKAWA, T. et al. **Safety and antibody immune response of CHP-NY-ESO-1 vaccine combined with poly-ICLC in advanced or recurrent esophageal cancer patients.** *Cancer Immunol Immunother.*, v. 70, n. 11, p. 3081-3091, 2021.

SUTTON, H. J. et al. **Atypical B cells are part of an alternative lineage of B cells that participates in responses to vaccination and infection in humans.** *Cell Rep.*, v. 34, n. 6, p. 108684, 2021.

DING, Z. et al. **Personalized neoantigen pulsed dendritic cell vaccine for advanced lung cancer.** *Signal Transduct Target Ther.*, v. 6, n. 1, p. 26, 2021.

KOMDEUR, F. L. et al. **First-in-Human Phase I Clinical Trial of an SFV-Based RNA Replicon Cancer Vaccine against HPV-Induced Cancers.** *Mol Ther.*, v. 29, n. 2, p. 611-625, 2021.

CAFRI, G. et al. **mRNA vaccine-induced neoantigen-specific T cell immunity in patients with gastrointestinal cancer.** *J Clin Invest.*, v. 130, n. 11, p. 5976-5988, 2020.

DE KEERSMAECKER, B. et al. **TriMix and tumor antigen mRNA electroporated dendritic cell vaccination plus ipilimumab: link between T-cell activation and clinical responses in advanced melanoma.** *J Immunother Cancer.*, v. 8, n. 1, p. e000329, 2020.