



AVANCES Y DESAFÍOS EN EL TRATAMIENTO PERSONALIZADO DEL CÁNCER

**JOSELYN ANDREA CANELOS MORENO
DIANA YAMILEC BRITO SOLANO
LILIANA TERUEL LEYVA**

Avances y Desafíos en el Tratamiento Personalizado del Cáncer

Joselyn Andrea Canelos Moreno

Diana Yamilec Brito Solano

Liliana Teruel Leyva

ÍNDICE

Genómica del Cáncer.....	5
Terapia Celular y Terapia Génica en Oncología Moderna.....	15
Nuevas Estrategias en Leucemias y Linfomas: Desde el Diagnóstico hasta la Remisión.....	25

IMPORTANTE

La información aquí presentada no pretende sustituir el consejo profesional en situaciones de crisis o emergencia. Para el diagnóstico y manejo de alguna condición particular es recomendable consultar un profesional acreditado.

Cada uno de los artículos aquí recopilados son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

ISBN: 978-9942-568-46-5

Una producción © Cuevas Editores SAS

Mayo 2025

Av. República del Salvador, Edificio TerraSol 7-2

Quito, Ecuador

www.cuevaseditores.com

Editado en Ecuador - Edited in Ecuador

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

Genómica del Cáncer

Joselyn Andrea Canelos Moreno

Médico UNiversidad Católica De Santiago de Guayaquil

Residente en Solca Clínica Privada

I. Introducción

Los avances en genómica han cambiado radicalmente la forma en que vemos el cáncer. Hace ya un tiempo, nuestra comprensión sobre cómo actúan los procesos moleculares en estas enfermedades se ha transformado, y no es solo en la investigación: se nota también en la práctica clínica. Hoy se examinan, generalmente, no solo las mutaciones somáticas sino también cómo se relaciona el genoma, la expresión de los genes y el entorno celular, permitiendo un análisis algo más complejo y, en efecto, multidimensional del fenómeno oncológico. Por otro lado, tecnologías como la secuenciación de la siguiente generación y la genómica funcional se han vuelto esenciales para captar la diversidad en los tumores y adaptar tratamientos de manera personalizada. Por ejemplo, se ha comprobado que métodos como la secuenciación metagenómica ofrecen soluciones prometedoras al enfrentar los desafíos diagnósticos y terapéuticos, optimizando el cuidado del paciente con una precisión poco común Chiu et al. 2019. Igualmente, la genómica funcional abre una ventana —a veces inesperada— para entender tanto la variabilidad fenotípica como las respuestas individuales a la terapia, allanando el camino hacia aplicaciones clínicas más específicas y efectivas Conlan S 2021.

A. Definición de genómica del cáncer

La genómica del cáncer se ha vuelto esencial para entender las raíces moleculares de enfermedades complejas. Este campo se dedica a detectar cambios en el ADN, buscando mutaciones, diferencias en su estructura y variaciones que, en la mayoría de los casos, impulsan el inicio y la evolución del cáncer; de esta forma se mejora la clasificación de los tumores y se pueden desarrollar tratamientos a medida. Al unir estos datos con tecnologías modernas y análisis computacionales, se consigue describir con más precisión cómo se comportan los tumores y cómo responden a terapias específicas, lo cual es vital para una medicina de precisión. Además, el uso de modelos digitales innovadores—como los gemelos digitales—permite simular dinámicas moleculares complejas y hasta anticipar resultados clínicos, lo que favorece un

manejo más personalizado del paciente. Esta mezcla de enfoques y técnicas muestra un avance significativo en la aplicación clínica de la genómica del cáncer, anticipando transformaciones notables en la prevención y el tratamiento oncológico Allen et al. 2021 Aly et al. 2025.

B. Importancia de la genómica en la comprensión del cáncer

La adopción de tecnologías punteras en la lucha contra el cáncer ha significado, en muchos casos, un avance sorprendente para la medicina personalizada, destacando especialmente el rol del análisis genómico. La genómica, en este contexto, permite detectar mutaciones concretas y variaciones en los tumores que inciden, en la mayoría de los casos, en cómo progresa la enfermedad y cómo responden los pacientes a distintos tratamientos; este hallazgo es clave para diseñar terapias focalizadas y ajustar las intervenciones clínicas con precisión. Por otro lado, la inteligencia artificial se emplea para procesar enormes volúmenes de datos genéticos, facilitando la identificación de variantes relevantes y afinando tanto los procesos diagnósticos como los terapéuticos Saini MK et al. 2024. De modo algo más relajado, herramientas como las visualizaciones 3D personalizadas —basadas en el análisis genómico— ayudan a médicos y pacientes a tomar decisiones informadas sobre el manejo del cáncer, generando una comunicación más fluida y una planificación quirúrgica que, a veces, se percibe como bastante precisa D Collyar et al. 2024. En fin, podríamos decir que la genómica se erige como un pilar indispensable para avanzar hacia tratamientos oncológicos más efectivos y, definitivamente, adaptados a las particularidades de cada individuo.

II. Técnicas en Genómica del Cáncer

Los descubrimientos genómicos en el cáncer han cambiado de manera sorprendente cómo diagnosticamos y tratamos la enfermedad. Hoy se combinan varias técnicas —la biopsia líquida, la secuenciación de nueva generación (NGS) y la imagenología multiparamétrica— para meterse de lleno en la complejidad molecular y lograr una visión más profunda, algo que en muchos sentidos nos da diagnósticos más precisos y personalizados para cada paciente Ahmed et al. 2025. En el caso del cáncer de próstata se observa una mezcla interesante: se unen métodos genómicos con la resonancia magnética multiparamétrica y el análisis de redes moleculares, facilitando la identificación temprana y ofreciendo una caracterización del tumor que, en la mayoría de los casos, resulta clave para mejorar el pronóstico y orientar la selección terapéutica Catalano et al. 2020. Estas técnicas no solo permiten detectar alteraciones genéticas, sino que además ayudan a entender cómo se relacionan diferentes vías moleculares, impulsando el desarrollo de tratamientos dirigidos y, de modo general, la medicina de precisión en oncología.

A. Secuenciación de Nueva Generación (NGS)

La secuenciación genética ha cambiado totalmente cómo se aborda el cáncer, permitiendo ver con detalle las variaciones moleculares de los tumores. Hoy en día se pueden extraer datos genómicos únicos de cada paciente a partir de muestras tumorales, y esto, en términos sencillos, ayuda a descubrir mutaciones que impulsan la evolución de la enfermedad y a escoger tratamientos dirigidos, normalmente más efectivos y con menos toxicidad Alsaiari 2025. Generalmente, esta técnica mejora notablemente la sensibilidad y especificidad al detectar variantes genéticas ligadas a la resistencia a fármacos, lo cual es clave para ajustar terapias y subir la eficacia clínica. Además, NGS no solo encuentra mutaciones específicas, sino que también da pistas sobre síndromes hereditarios y resulta útil para hacer seguimiento de la enfermedad residual mínima, elementos fundamentales en la prevención y el control postratamiento Ghoreyshi N et al. 2025. En definitiva, integrar NGS en la práctica clínica se presenta, por lo general, como un cimiento esencial para la medicina de precisión en oncología.

B. Secuenciación del Genoma Completo y Exoma

La tecnología en genómica ha recorrido un largo camino y hoy se vive una especie de revolución, pues nos permite ver y entender de manera novedosa aquellas mutaciones conectadas con el cáncer, lo que, en la mayoría de los casos, ha cambiado tanto el diagnóstico como el tratamiento. La secuenciación completa del genoma y del exoma, por ejemplo, no es simplemente otro método: es una forma muy precisa de perfilar un tumor, ayudando a capturar variantes causales y cambios en las regiones del ADN que codifican datos esenciales.

Estas técnicas, que se repiten en su importancia, resultan fundamentales para la medicina personalizada, dado que permiten adaptar terapias a las particularidades moleculares de cada paciente. Y es que, en muchas situaciones, un análisis tan detallado se vuelve indispensable para tomar decisiones clínicas acertadas. Por otro lado, la llegada de sistemas de lectura larga ha abierto nuevas puertas, optimizando la identificación de zonas genómicas complejas y estructurales gracias a su alta resolución, lo que ofrece un potencial notable para diagnósticos en tiempo real Mallett et al. 2023. Simultáneamente, el uso de plataformas en la nube ayuda –a veces de forma poco obvia– a gestionar grandes volúmenes de datos y favorece la colaboración entre distintos expertos, haciendo que estos avances sean alcanzables incluso fuera de los grandes centros especializados Balaskas et al. 2021.

III. Bioinformática en Genómica del Cáncer

La tecnología avanzada en secuenciación ha cambiado por completo cómo investigamos el cáncer, ya que hoy nos permite examinar en detalle el ADN tanto del paciente como de sus células tumorales. La bioinformática, básicamente, se presenta como la llave para ordenar y comprender el enorme caudal de datos genómicos,

facilitando —a veces de forma casi intuitiva— la detección de mutaciones, patrones de expresión y otros procesos moleculares ligados a la formación del cáncer. Al combinar métodos de aprendizaje profundo se han logrado avances en la interpretación de esos datos ómicos tan complejos; en la práctica, sin embargo, sigue siendo difícil asegurar que los modelos sean completamente transparentes y fiables en el entorno clínico, algo imprescindible para su aceptación en la medicina Katz et al. 2024. Por otro lado, técnicas como la secuenciación metagenómica aplicada en el ámbito clínico abren caminos novedosos en el diagnóstico y tratamiento oncológico, ya que permiten abordar no solo la genética del tumor, sino también factores microbianos y niveles de resistencia antimicrobiana, ampliando nuestra visión del microambiente tumoral y su influencia en la evolución del cáncer Chiu et al. 2019.

A. Análisis e interpretación de datos

Con el desarrollo reciente de técnicas de secuenciación se han acumulado enormes volúmenes de datos ómicos que, en la mayoría de los casos, requieren métodos bastante avanzados para ser analizados y comprendidos. La integración cuidadosa de esta información junto con un análisis minucioso permite, en general, descubrir patrones intrincados en la genética del cáncer, lo que resulta crucial para continuar avanzando hacia una medicina personalizada. Aun cuando la variabilidad y la elevada complejidad dimensional de estos conjuntos plantean dilemas considerables, los investigadores encuentran en el aprendizaje profundo una herramienta poderosa, capaz de modelar interacciones sutiles dentro de los datos ómicos; sin embargo, cabe mencionar que su interpretabilidad suele seguir representando un reto importante para asegurar resultados y aplicaciones clínicas confiables Katz et al. 2024. Por otro lado, la integración multi-ómica exige enfoques computacionales especializados que permitan lidiar con situaciones como la ausencia de datos, desequilibrios y problemas de escalabilidad, elementos clave para potenciar tanto un análisis integral como la aplicación clínica en la genómica oncológica Choi et al. 2019. En definitiva, transformar la información genética en tratamientos terapéuticos precisos y efectivos depende fundamentalmente de una interpretación rigurosa de cada uno de estos datos.

B. Papel del aprendizaje automático en datos genómicos

Las tecnologías de secuenciación avanzan a un ritmo casi vertiginoso, y este dinamismo nos arroja montones de datos ómicos que, en realidad, necesitan métodos computacionales de alto nivel. Por ello, el aprendizaje automático se ha vuelto casi imprescindible para descifrar información genómica compleja, ayudando a descubrir patrones sutiles y conexiones que no se evidencian de inmediato. Así, estas técnicas se valen de algoritmos inteligentes para sortear desafíos habituales, como la heterogeneidad, la alta dimensionalidad y la

integración de diversas fuentes de datos biológicos, superando en muchos casos los antiguos métodos estadísticos. En la genómica del cáncer se nota, de forma general, que este enfoque potencia la precisión para identificar mutaciones relevantes y biomarcadores clínicos –lo que a su vez favorece aplicaciones en medicina personalizada–. A esto se suma que la transición hacia el aprendizaje profundo ha ampliado aún más dichas aptitudes, permitiendo un análisis multimodal indispensable para enfrentar la complejidad del cáncer Amoroso N et al. 2021 Choi et al. 2019. En definitiva, el aprendizaje automático se sitúa como un pilar esencial en la interpretación y aplicación clínica de los datos genómicos.

IV. Aplicaciones Clínicas de la Genómica del Cáncer

Actualmente, la fusión de técnicas de genómica con análisis computacionales se vive como una oportunidad impresionante en la lucha contra el cáncer. Gracias a estos avances, es posible detectar de manera individual cada mutación o cambio genético, lo que abre la puerta a terapias focalizadas que, en la mayoría de los casos, maximizan la eficacia y reducen los efectos secundarios. Resulta curioso cómo la inteligencia artificial, junto con métodos de aprendizaje profundo, acelera el examen de enormes volúmenes de datos genómicos; este enfoque revela patrones que, generalmente, se escapaban al análisis tradicional Katz et al. 2024. Asimismo, estas herramientas están ayudando a pulir el diagnóstico temprano, a definir la clasificación molecular del tumor y, de forma reiterada, a prever cómo responderán los pacientes a los tratamientos –aspectos tan esenciales para la medicina personalizada. No obstante, hay que reconocer que la aplicación de estas tecnologías conlleva desafíos regulatorios y éticos, especialmente en temas de validación y confianza clínica Anaya et al. 2024. En definitiva, la incorporación de la genómica del cáncer en entornos clínicos se perfila como una promesa transformadora, aunque exige un equilibrio delicado entre innovación y seguridad, algo que hay que manejar con sumo cuidado.

A. Medicina personalizada y terapias dirigidas

El entendimiento en crecimiento sobre las peculiaridades moleculares y genéticas del cáncer ha replanteado por completo el tratamiento convencional, dando paso a la medicina personalizada y a terapias dirigidas que, en la mayoría de los casos, intentan ajustar el abordaje a las particularidades de cada individuo. Estos enfoques se apoyan en la identificación de perfiles tumorales únicos a partir de técnicas genómicas de vanguardia, lo que posibilita elegir tratamientos que inciden directamente en las alteraciones biológicas propias de cada caso. Algunos estudios recientes señalan que, al aplicarse desde etapas tempranas –y combinados con modalidades como la inmunoterapia y las terapias hormonales–, estos métodos logran mejorar de forma notable los resultados clínicos al disminuir tanto la resistencia como la progresión tumoral Fountzilias et al. 2020. Por otro lado, la integración de metodologías en tecnologías ómicas ha

facilitado una caracterización funcional más afinada del genoma tumoral, ayudando a transformar descubrimientos básicos en aplicaciones clínicas personalizadas Barba et al. 2021. Al fin y al cabo, la medicina personalizada no solo desafía la oncología tradicional, sino que se erige como un nuevo paradigma en la gestión integral del cáncer.

B. Métodos de detección temprana y cribado

El constante avance en técnicas diagnósticas ha impulsado mejoras notables en la detección temprana del cáncer, algo fundamental para lograr pronósticos más favorables y elevar la supervivencia de los pacientes. Se aplican procedimientos como la biopsia líquida, pruebas de citología y colposcopia, junto al uso de biomarcadores específicos, estrategias que se utilizan repetidamente para evaluar el riesgo y mantener un seguimiento continuo de la enfermedad. Resulta interesante notar que la integración de tecnología avanzada (por ejemplo, el aprendizaje profundo en el análisis de imágenes y datos celulares) ha potenciado la precisión y la eficiencia del cribado – sobre todo en cánceres de alta incidencia, como el cervical, donde detectar fases precancerosas es, generalmente, indispensable para una intervención eficaz Beigifard et al. 2023. No obstante, es importante señalar que, en algunos países en desarrollo, la implementación de estos métodos se ve obstaculizada por limitaciones económicas e infraestructurales que restringen el acceso a estas innovaciones y, por ende, afectan la equidad en la atención oncológica Ahmed et al. 2025.

V. Conclusión

El rápido avance en las técnicas genómicas ha cambiado por completo nuestra manera de ver y tratar el cáncer, permitiéndonos identificar tumores con mucha más precisión y posibilitando tratamientos a la medida de cada caso. Se han fusionado herramientas modernas –como la farmacogenética y el aprendizaje profundo– que, en la práctica, abren rutas inesperadas para prever y mejorar terapias, adaptando las intervenciones clínicas a las características genéticas únicas de cada pacienteN/A 2021. Resulta interesante observar cómo la capacidad para procesar enormes volúmenes de datos genómicos mediante algoritmos bastante efectivos impulsa tanto una detección precoz como la renovación constante de los protocolos médicos, algo esencial al lidiar con enfermedades tan complejas como el cáncerL Shakkeera et al. 2024. En definitiva, el uso conjunto de estas tecnologías no solo amplía nuestro conocimiento sobre el origen de los tumores, sino que también fomenta el surgimiento de estrategias clínicas más acertadas, prometiendo una atención médica basada en evidencia que, en la práctica, puede maximizar la calidad de vida y mejorar el pronóstico de los pacientes oncológicos. La evolución constante en este ámbito sugiere, en la mayoría de los casos, que nos encaminamos hacia un futuro realmente prometedor en la medicina de precisión.

A. Resumen de los puntos clave

El desarrollo en genómica ha revolucionado la forma en que entendemos y tratamos el cáncer; hoy la medicina se orienta hacia terapias mucho más personalizadas y precisas, adaptándose a las particularidades de cada paciente. Herramientas como la secuenciación masiva y el análisis metagenómico han abierto rutas inesperadas, permitiendo detectar variaciones genéticas esenciales y captar, de manera casi intuitiva, la diversidad interna de los tumores, lo cual resulta clave para definir tratamientos específicos. A la par, la incorporación de plataformas computacionales en la nube —que facilitan el acceso a datos y fomentan colaboraciones entre diversas áreas— está ayudando a implantar estos métodos en el ámbito clínico sin comprometer la seguridad ni la privacidad de la información Balaskas et al. 2021 . Por otro lado, el avance en el metagenoma clínico y en la secuenciación de próxima generación está acelerando tanto el diagnóstico como la intervención terapéutica, repercutiendo directamente en la mejora de resultados clínicos y reduciendo notablemente el tiempo hasta obtener un diagnóstico Chiu et al. 2019. En conjunto, estas innovaciones configuran un cambio profundo en el campo de la oncología y muestran un potencial que sigue expandiéndose, aunque a veces de forma un poco impredecible.

B. Direcciones futuras en la investigación de la genómica del cáncer

El progreso constante en el campo del genoma abre caminos insospechados para entender y tratar el cáncer, impulsando investigaciones que, de forma menos predecible, se orientan hacia métodos cada vez más personalizados e integrados. Se suman ya técnicas de inteligencia artificial y el análisis de enormes volúmenes de datos, lo que suele mejorar la precisión diagnóstica y pronóstica —ayudando a identificar mutaciones puntuales y patrones moleculares que, en realidad, orientan a terapias dirigidas con mayor efectividad. Por otra parte, la unión entre la genómica y una salud pública de precisión promete, en la mayoría de los casos, ampliar el alcance de estos hallazgos en distintos contextos poblacionales, abarcando aspectos biológicos, ambientales y sociales (a veces pasados por alto) que influyen en el cáncer. Claro está que, para afianzar estos avances, resulta crucial superar desafíos en políticas de implementación, integración de datos y equidad en salud, impulsando colaboraciones transdisciplinarias que potencien la sinergia entre la medicina de precisión y la salud pública Amir A() et al. 2020 Allen et al. 2021. En definitiva, estas futuras directrices parecen convertir la genómica del cáncer en una herramienta decisiva tanto para la medicina personalizada como para la preventiva.

Referencias

- Chiu, Charles Y, Miller, Steven A 2019, "Clinical metagenomics." eScholarship, University of California, doi: <https://core.ac.uk/download/323062552.pdf>

- Katz, Sonja, Niessen, Wiro J., Roshchupkin, Gennady, Saccenti, et al. 2024, "Designing interpretable deep learning applications for functional genomics: a quantitative analysis" doi: <https://core.ac.uk/download/621203035.pdf>
- Katz, Sonja, Niessen, Wiro J., Roshchupkin, Gennady, Saccenti, et al. 2024, "Designing interpretable deep learning applications for functional genomics: a quantitative analysis" doi: <https://core.ac.uk/download/621203035.pdf>
- Anaya, Bryan J., Kara, Aytug, Kumar, Dinesh, Lalatsa, et al. 2024, "Artificial intelligence (AI) applications in drug discovery and drug delivery : revolutionizing personalized medicine" doi: <https://core.ac.uk/download/620950248.pdf>
- Fountzilias, Elena, Kurzrock, Razelle, Nikanjam, Mina, Tsimberidou, et al. 2020, "Review of precision cancer medicine: Evolution of the treatment paradigm." eScholarship, University of California, doi: <https://core.ac.uk/download/305124673.pdf>
- Barba, Marta (ORCID:0000-0001-6084-7666), Grassi, Claudio (ORCID:0000-0001-7253-1685), Greco, Viviana (ORCID:0000-0003-4521-0020), Iavarone, et al. 2021, "Basic and Preclinical Research for Personalized Medicine" 'MDPI AG', doi: <https://core.ac.uk/download/426057565.pdf>
- Amini Amir(), Do Nhan(), Filipovic Nenad(), Foran David(), Golemati Spyretta(), Huang Kun(), Kurc Tahsin(), et al. 2020, "AI in Medical Imaging Informatics: Current Challenges and Future Directions" doi: <https://core.ac.uk/download/475141497.pdf>
- Allen, CG, Fohner, AE, Landry, L, Olstad, et al. 2021, "Advancing precision public health using human genomics: examples from the field and future research opportunities" 'Springer Science and Business Media LLC', doi: <https://opus.lib.uts.edu.au/bitstream/10453/150393/2/Advancing%20precision%20public%20health%20using%20human%20genomics%20examples%20from%20the%20field%20and%20future%20research%20opportunities.pdf>
- Balaskas, KS, Keane, PA, Khawaja, AP, Luben, et al. 2021, "Cloud-based genomics pipelines for ophthalmology: Reviewed from research to clinical practice" doi: <https://core.ac.uk/download/480391725.pdf>
- Mallett, Andrew, Oehler, Josphine B., Schmitz, Ulf, Stark, et al. 2023, "The application of long-read sequencing in clinical settings" BioMed Central, doi: <https://core.ac.uk/download/577868822.pdf>
- Katz, Sonja, Niessen, Wiro J., Roshchupkin, Gennady, Saccenti, et al. 2024, "Designing interpretable deep learning applications for functional genomics: a quantitative analysis" doi: <https://core.ac.uk/download/621203035.pdf>
- Choi, Howard, Chung, Neo Christopher, Mirza, Bilal, Ping, et al. 2019, "Machine Learning and Integrative Analysis of Biomedical Big Data." eScholarship, University of California, doi: <https://core.ac.uk/download/323080394.pdf>

- Manoj Kumar Saini, Anubhav Kumar 2024, "AI in Healthcare: Applications, Challenges, and Future Prospects" *resmilitaris*, doi: <https://www.semanticscholar.org/paper/c0931189a52869d62c7ce9ee1f1f7512e6670e22>
- D. Collyar, Matthew Biancalana, A. Antony, Nicole Liadis, Jyoti Palaniappan, Rebecca Seago-Coyle 2024, "Abstract PO2-03-01: Personalized 3D tumor models drive shared decision-making in early breast cancer" *Cancer Research*, doi: <https://www.semanticscholar.org/paper/a38b64da70e7abf4e9bedfd217d42356bca96134>
- Amoroso N., Bellotti R., Fonzino A., Fosso B., Lacalamita A., Lo Giudice C., Monaco A., et al. 2021, "A primer on machine learning techniques for genomic applications" *Elsevier BV*, doi: <https://core.ac.uk/download/541256841.pdf>
- Choi, Howard, Chung, Neo Christopher, Mirza, Bilal, Ping, et al. 2019, "Machine Learning and Integrative Analysis of Biomedical Big Data." *eScholarship*, University of California, doi: <https://core.ac.uk/download/323080394.pdf>
- Chiu, Charles Y, Miller, Steven A 2019, "Clinical metagenomics." *eScholarship*, University of California, doi: <https://core.ac.uk/download/323062552.pdf>
- Steve Conlan 2021, "Clinical Functional Genomics" *'MDPI AG'*, doi: <https://core.ac.uk/download/478091360.pdf>
- Balaskas, KS, Keane, PA, Khawaja, AP, Luben, et al. 2021, "Cloud-based genomics pipelines for ophthalmology: Reviewed from research to clinical practice" doi: <https://core.ac.uk/download/480391725.pdf>
- Chiu, Charles Y, Miller, Steven A 2019, "Clinical metagenomics." *eScholarship*, University of California, doi: <https://core.ac.uk/download/323062552.pdf>
- N/A 2021, "Clinical Applications of Pharmacogenetics" *'IntechOpen'*, doi: <https://core.ac.uk/download/478119461.pdf>
- L. Shakkeera, P. Kavitha, 2024, "Predictive Modelling for Medical Image Analysis Using Deep Learning Techniques" *Auricle Global Society of Education and Research*, doi: <https://core.ac.uk/download/603898994.pdf>
- Ahmed, Mohamed Mustaf, Lawal, Azeez Okikiola, Lucero-Prisno, Don Eliseo, Manirambona, et al. 2025, "Innovative laboratory techniques shaping cancer diagnosis and treatment in developing countries." *Springer Science and Business Media LLC*, doi: <https://core.ac.uk/download/640800175.pdf>
- Catalano, Carlo, Farina, Lorenzo, Fiscon, Giulia, Paci, et al. 2020, "Prostate cancer screening research can benefit from network medicine: an emerging awareness" *'Springer Science and Business Media LLC'*, doi: <https://core.ac.uk/download/322821825.pdf>
- Allen, CG, Fohner, AE, Landry, L, Olstad, et al. 2021, "Advancing precision public health using human genomics: examples from the field and future research opportunities" *'Springer Science and Business Media LLC'*, doi: <https://opus.lib.uts.edu.au/bitstream/10453/150393/2/Advancing%20preci>

sion%20public%20health%20using%20human%20genomics%20examples%20from%20the%20field%20and%20future%20research%20opportunities.pdf

- Aly, Dina Mansour, Benson, Mikael, Li, Xinxu, Loscalzo, et al. 2025, "Digital twins as global learning health and disease models for preventive and personalized medicine" doi: <https://core.ac.uk/download/639105063.pdf>
- Ahmed, Mohamed Mustaf, Lawal, Azeez Okikiola, Lucero-Prisno, Don Eliseo, Manirambona, et al. 2025, "Innovative laboratory techniques shaping cancer diagnosis and treatment in developing countries." Springer Science and Business Media LLC, doi: <https://core.ac.uk/download/640800175.pdf>
- Beigifard, Dorsa, Bolhasani, Hamidreza, Farmani, Elahe, Sarhangi, et al. 2023, "Deep Learning Techniques for Cervical Cancer Diagnosis based on Pathology and Colposcopy Images" doi: <http://arxiv.org/abs/2310.16662>
- A. Alsaiani 2025, "Recent advances in the methods and clinical applications of next-generation sequencing in genomic profiling and precision cancer therapy" EXCLI Journal, Volume(24), 15 - 33, 15 - 33. doi: <https://www.semanticscholar.org/paper/e42985c9d2d1f73b46baa3e0ccc12da6c1288b30>
- Nima Ghoreyshi, Reza Heidari, A. Farhadi, Mohsen Chamanara, Nastaran Farahani, Mahmood Vahidi, Javad Behroozi 2025, "Next-generation sequencing in cancer diagnosis and treatment: clinical applications and future directions" Discover Oncology, Volume(16), doi: <https://www.semanticscholar.org/paper/11f589e1477d90e5debe146a1fa230847b1a203d>

Terapia Celular y Terapia Génica en Oncología Moderna

Diana Yamilec Brito Solano

Médico General Universidad de Guayaquil

Médico Residente Solca

I. Introducción

La tecnología ha cambiado muchos ámbitos, y la oncología no se queda atrás; hoy se integran terapias nuevas que, en la mayoría de los casos, pretenden mejorar directamente los resultados clínicos. La terapia celular y la terapia génica se presentan, a decir verdad, como alternativas revolucionarias para lidiar con tumores malignos, ofreciendo caminos muy específicos y personalizados. Estas técnicas se centran en modificar o incluso restaurar funciones celulares y genéticas que juegan un papel en la evolución del cáncer, lo que permite sobrepasar algunas de las limitaciones de tratamientos tradicionales como la quimioterapia y la radioterapia. Por otro lado, avances en la comprensión molecular, especialmente en casos complejos como el del cáncer de pulmón de células pequeñas, han mostrado la importancia de intervenciones biológicas que se ajusten a subtipos particulares; esto abre la puerta a estrategias terapéuticas con potencial para mejorar tanto la supervivencia como la calidad de vida del paciente Megyesfalvi Z et al. 2023. Sin embargo, incorporar estas innovaciones en la oncología moderna, enfrenta desafíos éticos y técnicos que se exploran y revisan continuamente para lograr un impacto cada vez mayor en la práctica clínica Shuroug A Alowais et al. 2023.

A. Definición de Terapia celular y Terapia génica

La biomedicina avanza de forma constante y ha dado pie a tratamientos nuevos que van directo a atacar las enfermedades tanto en su nivel molecular como en el celular. Por ejemplo, la terapia celular—que en realidad es usar células vivas para restablecer funciones perdidas y combatir patologías—implica la manipulación o reintroducción de células específicas en el paciente, lo que en muchas ocasiones se traduce en mejoras reales. En contraste, la terapia génica opera modificando el material genético de las células, buscando corregir errores o alterar la forma en que ciertos genes se expresan; este método resulta especialmente interesante en el tratamiento de cáncer. Ambos enfoques, cada uno con sus matices, ofrecen un potencial revolucionario en la oncología moderna al brindar alternativas personalizadas que, en muchos casos, superan las barreras impuestas por las terapias tradicionales. Sin embargo, es importante notar que su aplicación clínicamente aún depende de estudios muy rigurosos para asegurar tanto su

seguridad como su eficacia. Finalmente, estas innovaciones se desarrollan en un marco de investigación interdisciplinaria que enlaza el análisis de bioactividades moleculares con el estudio de datos clínicos complejos Zdravil B et al. 2023 Alexander R Lyon et al. 2022.

B. Importancia de estas terapias en la oncología moderna

La biomedicina ha venido abriendo caminos insólitos contra el cáncer, dejando atrás lo que antes parecían límites inamovibles de los métodos tradicionales. Hoy, se combinan tratamientos basados en células y ajustes genéticos que, en la mayoría de los casos, permiten atacar de forma directa esos procesos moleculares que impulsan el crecimiento del tumor y que, en ocasiones, hacen que la terapia pierda fuerza. Por ejemplo, al detectar biomarcadores como CDC20 en casos de cáncer de mama (especialmente en tumores con receptores estrogénicos positivos), se puede anticipar la respuesta a la terapia endocrina, lo cual ayuda a elegir mejor el tratamiento Alfarsi et al. 2019. En otro frente, en tumores de alta agresividad como el glioblastoma, la manipulación del metabolismo—mediante enzimas específicas, por ejemplo—ha mostrado provocar daños en el ADN y modificar la expresión epigenética, favoreciendo así la activación de genes supresores y, en consecuencia, extendiendo la supervivencia en estudios preclínicos Chen et al. 2024. En general, estas innovaciones confirman un cambio notable en la oncología moderna, presentando terapias que, además de ser más eficaces, tienden a generar menos toxicidad.

II. Mecanismos de Acción

El conocimiento profundo sobre la biología del cáncer ha dado paso a tratamientos que se enfocan directamente en atacar rutas biológicas alteradas en células tumorales. Generalmente se trabaja en terapias celulares y génicas que, de forma puntual, interfieren en procesos críticos – por ejemplo, la proliferación, la reparación del ADN y la señalización interna – que son esenciales para el avance tumoral. En el caso del glioblastoma multiforme, se observa que la dependencia elevada a la metionina se aprovecha al administrar una enzima humana recombinante que degrada este aminoácido; este proceso, en muchos casos, desencadena estrés oxidativo, daño en el ADN y detención del ciclo celular en fases S/G2, lo que reduce la viabilidad del tumor y ocasiona alteraciones epigenéticas que pueden reactivar microARNs supresores de tumores Chen et al. 2024. Asimismo, en el cáncer de mama, la integración de terapias basadas en la manipulación genética y celular se suma a los tratamientos convencionales, modulando respuestas biológicas específicas, aumentando la eficacia y disminuyendo algunos efectos adversos Cheung et al. 2020. En definitiva, estos mecanismos representan una nueva frontera en oncología, impulsando aproximaciones cada vez más precisas y personalizadas, aunque su implementación a veces puede resultar algo caótica en el detalle.

A. Cómo la Terapia celular ataca las células cancerosas

En la oncología actual se observan grandes cambios. Por ejemplo, se han ideado tratamientos que explotan la habilidad del sistema inmunitario para atacar células malignas con una precisión notable. La terapia celular, en esencia, modifica genéticamente las propias células del paciente; se busca que estas sean mejores para reconocer y eliminar células cancerosas. Un ejemplo interesante son los productos aprobados de terapia génica que, mediante el uso de virus oncolíticos, infectan de forma selectiva las células tumorales y las hacen morir sin perjudicar los tejidos sanos –esto mejora la precisión del tratamiento y aligera los efectos secundarios. Además, estas estrategias sirven para potenciar la inmunogenicidad tumoral y, en la práctica, aumentar la efectividad de tratamientos tradicionales, lo que conlleva a una respuesta inmunitaria más fuerte y duradera contra el cáncer Brown et al. 2023. En el caso particular del cáncer cervical, se ha visto que combinar inmunoterapia con viroterapia ofrece resultados prometedores, evidenciando que la terapia celular puede modificar el microambiente tumoral y estimular la apoptosis de células malignas mediante mecanismos inmunológicos complejos RAZAK A et al. 2020.

B. Mecanismos de la Terapia génica en la modificación del comportamiento de las células cancerosas

El progreso en la oncología ha abierto caminos para explorar lo complejo que son las células cancerosas, así como la forma en que se relacionan con su entorno; esta nueva visión ha impulsado, en muchos casos, terapias génicas que buscan cambiar la forma en que actúan estas células. A partir de este conocimiento se han desarrollado tratamientos basados en introducir material genético que, por ejemplo, puede ayudar a restablecer funciones básicas, desencadenar la apoptosis o incluso hacer que las células tumorales respondan mejor a terapias tradicionales, disminuyendo esa variabilidad que tanto dificulta el éxito de los tratamientos. Por ejemplo, en ciertos carcinomas renales de células claras se ha notado que la terapia génica puede orientar la especialización de algunos clones celulares, reduciendo su capacidad para invadir y formar metástasis, lo que se traduce en una respuesta clínica más favorable N/A 2022. De igual modo, el uso de oligonucleótidos antisentido permite silenciar genes específicos implicados en la proliferación y la resistencia oncológica, abriendo un campo prometedor orientado al diseño de tratamientos que sean, generalmente, más personalizados y menos tóxicos N/A 2021. En definitiva, la combinación entre la ingeniería genética y la biología molecular está, en la mayoría de los casos, transformando gradualmente la manera en la que enfrentamos el cáncer, ofreciendo nuevas perspectivas a una lucha que, poco a poco, se vuelve más esperanzadora.

III. Tipos de Terapias

La lucha contra el cáncer impulsa diariamente la búsqueda de terapias que realmente marquen la diferencia. Se exploran ideas variadas, fusionando enfoques –y no es raro que se use tanto la manipulación celular como la intervención sobre los genes– para modificar las células o su información de manera directa, logrando en la mayoría de los casos una personalización casi única. Por ejemplo, en el tratamiento del glioblastoma multiforme –ese cáncer cerebral tan agresivo– se han probado enzimas que cambian el metabolismo celular, lo que genera cierto estrés oxidativo y daña el ADN de las células malignas; curiosamente, los resultados en los modelos preclínicos han dejado bastante abierta la posibilidad de un avance prometedor Chen et al. 2024. Igualmente, la técnica de la biopsia líquida permite, casi al instante, observar cómo varían los tumores y cómo responden ante diferentes terapias, facilitando de modo flexible la adaptación de los tratamientos Caballero del Castillo et al. 2020. En definitiva, estos avances apuntan hacia un futuro en el que el abordaje en oncología será tanto más personalizado como, en la mayoría de los casos, más efectivo.

A. Descripción general de los diferentes enfoques de Terapia celular (por ejemplo, terapia con células T CAR)

La inmunoterapia ha cambiado todo en la lucha contra el cáncer; se utiliza el propio sistema inmune de cada paciente para atacar directamente las células malignas. Una técnica bastante novedosa es la de reprogramar las células T con receptores CAR, lo que significa que se modifican genéticamente para que sean mejores detectando y eliminando tumores. Se han logrado resultados prometedores, especialmente en enfermedades hematológicas como leucemias y linfomas, donde en muchos casos se observan remisiones completas incluso en etapas avanzadas. Sin embargo, al enfrentarse a tumores sólidos surgen problemas, ya que el entorno tumoral y la variabilidad antigénica complican la situación. No es lo mismo cuando se aplica esta terapia en oncología; de hecho, también se está explorando su uso en trasplantes de órganos y ciertas afecciones autoinmunes. Los expertos, en general, señalan la importancia de perfeccionar tanto la seguridad como la eficacia de estos tratamientos para ampliar su aplicación clínica Al-ASSADI et al. 2019 N/A 2022.

B. Varias técnicas de Terapia génica (por ejemplo, CRISPR, vectores virales)

El cáncer se combate hoy en día con la ayuda de tecnología que permite jugar con el ADN de manera casi exacta. Se ha visto que técnicas como la terapia génica –donde CRISPR destaca, por ejemplo– y el empleo de vectores virales nos ofrecen formas distintas de intervenir: CRISPR-Cas9 ayuda a corregir mutaciones que, en muchos casos, activan el crecimiento descontrolado de células, mientras que los vectores virales, con su habilidad para entregar material genético a células específicas, se han ganado un lugar especial en este proceso. Esta dinámica, combinada con algunos avances en nanomedicina, ha permitido mejorar la selectividad del tratamiento y disminuir efectos secundarios, abriendo

nuevas posibilidades en la oncología moderna. Aun así, siguen surgiendo desafíos en términos de seguridad, respuesta inmunitaria y eficacia clínica, lo que generalmente refuerza la necesidad de seguir investigando y afinando estas estrategias Huang Y et al. 2024Chehelgerdi M et al. 2023.

IV. Aplicaciones Clínicas y Eficacia

La tecnología avanza de manera imparable y, en el mundo del cáncer, se nota cómo nuevas técnicas –como la terapia celular y la genética– abren caminos inesperados. Estas intervenciones, en la mayoría de los casos, han permitido que la medicina se acomode casi a medida, pues logran identificar y atacar las células tumorales de forma mucho más puntual. Sin embargo, llevar lo que se ve en el laboratorio a la práctica clínica no es nada trivial; por ejemplo, resulta necesario ajustar la forma de administrar los tratamientos y, de paso, tratar de reducir los efectos secundarios que, en definitiva, pueden mermar la eficacia médica. En ocasiones se recurre al desarrollo de mini-transportadores, capaces de dirigir los agentes terapéuticos justo al sitio deseado, lo que abre la puerta a intensificar la acción sobre el tumor y, al mismo tiempo, disminuir la toxicidad que afecta de manera sistémica, aunque esta opción sigue teniendo una aprobación clínica bastante limitada Chehelgerdi M et al. 2023. Asimismo, la integración de la inteligencia artificial –sí, en parte gracias a su capacidad para descifrar datos sumamente complejos– permite ajustar los tratamientos sobre la marcha y facilita la toma de decisiones médicas con una precisión notable Shuroug A Alowais et al. 2023. En resumen, pese a que estas nuevas terapias muestran un avance muy alentador, es crucial que se validen rigurosamente para confirmar su efectividad en la oncología moderna, lo que, en última instancia, asegurará que los beneficios observados en teoría puedan traducirse en resultados reales para los pacientes.

A. Historias de éxito en Terapia celular para tipos específicos de cáncer

La oncología ha dado pasos enormes últimamente y, a decir verdad, la terapia celular se ha posicionado como una herramienta sorprendente para ciertos cánceres. Se ha visto, por ejemplo, que terapias como las basadas en células CAR-T pueden inducir remisiones duraderas en leucemias y linfomas refractarios, justo cuando las alternativas parecían escasas. Esta eficacia se debe, en general, a cómo la terapia celular enfoca su acción en las células tumorales, lo que minimiza el daño en tejidos sanos y contribuye a una mejor calidad de vida. Además, se ha ido sumando el uso de nanotecnología –sobre todo con nanotubos de carbono para la liberación dirigida de fármacos y terapias combinadas– que amplía inesperadamente el potencial en oncología Gao S et al. 2024. Aunque la investigación todavía se enfrenta a ciertos retos; en la mayoría de los casos, los estudios confirman que esta aproximación representa un avance importante hacia tratamientos más personalizados y efectivos Kevin D Hyde et al. 2024.

B. Eficacia de la Terapia génica en el tratamiento de mutaciones genéticas relacionadas con el cáncer

El tratamiento del cáncer se está transformando gracias a la mezcla de enfoques muy diversos; hoy en día se nota que, en general, se recurre a distintas estrategias para enfrentar la complejidad de la enfermedad. Por ejemplo, la terapia génica, que en muchos casos ha salido como una alternativa prometedora, trata de enmendar ciertas alteraciones genéticas que, en última instancia, pueden desencadenar o acelerar el crecimiento de tumores. A diferencia de los métodos tradicionales, que suelen atacar los síntomas, esta opción impacta directamente en los genes implicados, lo que a veces ayuda a restablecer funciones celulares normales o incluso a provocar la muerte de células cancerosas. En la práctica clínica ya se han aprobado varios productos que muestran eficacia en el manejo oncológico, destacándose por adaptar el tratamiento al perfil genético del paciente y al tipo de tumor Brown et al. 2023. Estos avances se suman a otros tratamientos, como la cirugía o la radioterapia, y logran –en varias ocasiones– mejorar tanto los resultados como la calidad de vida de los pacientes Cheung et al. 2020. Claro está, la investigación continúa siendo vital para ampliar y consolidar la aplicación de estos métodos en la oncología moderna.

V. Conclusión

Los últimos avances en terapia celular y génica están transformando la oncología moderna. Hoy se abren nuevas puertas para combatir enfermedades que, en el pasado, se daban por intratables, permitiendo adaptar tratamientos a cada paciente y reduciendo, en muchos casos, el daño a tejidos sanos. Estos métodos, de manera curiosa, impulsan intervenciones más precisas y reavivan la esperanza en terapias más efectivas. Por otro lado, poner en práctica estas tecnologías de forma ética y efectiva implica enfrentar desafíos que van desde el laberinto biológico hasta inquietudes sobre la seguridad del paciente y dilemas sociales y legales. En la práctica, la inteligencia artificial se incorpora a estas estrategias y puede, generalmente, mejorar tanto el diagnóstico como la terapia, optimizando las decisiones clínicas y, por ende, la calidad de vida del paciente Shuroug A Alowais et al. 2023. De forma complementaria, la nanotecnología juega un rol clave al facilitar sistemas de liberación selectiva y ampliar la comprensión de los mecanismos moleculares implicados Malik S et al. 2023. En resumidas cuentas, pese a los obstáculos que aún persisten (aunque se trabaje en ellos), el futuro de la oncología se perfila como una fusión de tecnologías que promete revolucionar el tratamiento del cáncer de modo integral.

A. Direcciones futuras en la investigación de Terapia celular y génica

La oncología moderna se encuentra dando pasos inesperados, impulsada por un rápido avance en la ciencia y la tecnología, lo que repercute especialmente en

áreas como la terapia celular y génica. Integrar herramientas emergentes –por ejemplo, la inteligencia artificial, que día a día cobra mayor relevancia– resulta, generalmente hablando, esencial para afinar diagnósticos, ajustar recomendaciones terapéuticas y mejorar, a la vez, la interacción directa con el paciente Shuroug A Alowais et al. 2023. Por otra parte, estudios en la intersección entre neurociencia y oncología muestran que el sistema nervioso y el microambiente tumoral interactúan de maneras complejas, lo que, en la mayoría de los casos, abre la puerta a identificar dianas terapéuticas capaces de modular la progresión del cáncer, su resistencia ante el tratamiento y la respuesta inmune Winkler F et al. 2023. Estas líneas de investigación apuntan hacia un enfoque multidisciplinario que, al combinar biotecnología, inteligencia artificial y neurobiología, podría –en efecto– encaminar el futuro hacia terapias más seguras, efectivas y, sin duda, personalizadas en nuestra lucha contra el cáncer.

B. El impacto potencial en los paradigmas de tratamiento del cáncer

El tratamiento oncológico está cambiando, y parece que este cambio se debe a lo que hoy llamamos terapias celulares y génicas. Se nota mucho que con estos avances se abre la puerta a métodos más personalizados y precisos. Por ejemplo, reconocer biomarcadores –como la aneuploidía tumoral– no solo ayuda a prever cómo responderán algunos pacientes a las inmunoterapias, sino que, en muchas ocasiones, también ofrece pistas sobre los mecanismos de resistencia existentes; esto se traduce en la creación de estrategias terapéuticas adaptativas, que pueden mejorar los resultados en cánceres complicados, tal como ocurre en el de pulmón de células no pequeñas Pitroda et al. 2024. Además, el surgimiento y la aprobación de fármacos novedosos, como belzutifan, demuestran, en la mayoría de los casos, que las terapias dirigidas tienen un potencial importante para enfermedades con bases genéticas muy específicas. Se aprecia una transición, lenta pero segura, que va dejando atrás las intervenciones quirúrgicas invasivas, acercándose cada vez más a tratamientos sistémicos continuos –con una progresión tumoral modulada y menor morbilidad, en definitiva– Arevalo et al. 2022. En resumen, la unión de terapias celulares y génicas no solo impulsa avances científicos, sino que también transforma los roles en el ámbito clínico y la estructura misma de las guías de tratamiento; en otras palabras, la oncología moderna se está redefiniendo ante nuevos desafíos y oportunidades.

Referencias

- Shuroug A. Alowais, Sahar S. Alghamdi, Nada Alsuhebany, Tariq Alqahtani, Abdulrahman Alshaya, Sumaya N. Almohareb, Atheer Aldairem, et al. 2023, "Revolutionizing healthcare: the role of artificial intelligence in clinical practice" BMC Medical Education, Volume(23), doi: <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04698-z>

- Shiza Malik, Khalid Muhammad, Yasir Waheed 2023, "Emerging Applications of Nanotechnology in Healthcare and Medicine" *Molecules*, Volume(28), 6624-6624, 6624-6624. doi: <https://doi.org/10.3390/molecules28186624>
- Barbara Zdrazil, Eloy Félix, Fiona Hunter, Emma J. Manners, James Blackshaw, Sybilla Corbett, Marleen De Veij, et al. 2023, "The ChEMBL Database in 2023: a drug discovery platform spanning multiple bioactivity data types and time periods" *Nucleic Acids Research*, Volume(52), D1180-D1192, D1180-D1192. doi: <https://doi.org/10.1093/nar/gkad1004>
- Alexander R. Lyon, Teresa López-Fernández, Liam S. Couch, Riccardo Asteggiano, M.C. Aznar, Jutta Bergler-Klein, Giuseppe Boriani, et al. 2022, "2022 ESC Guidelines on cardio-oncology developed in collaboration with the European Hematology Association (EHA), the European Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ESTRO) and the International Cardio-Oncology Society (IC-OS)" *European Heart Journal*, Volume(43), 4229-4361, 4229-4361. doi: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac244>
- Al-ASSADI, MOHAMMAD EMAD, Al-SHAMAA, ZAINAB AMER, SULAIMAN, AMAL A. 2019, "EVOLVING ROLE OF CAR T-CELL IN CANCER IMMUNOTHERAPY" 'Innovare Academic Sciences Pvt Ltd', doi: <https://core.ac.uk/download/482244611.pdf>
- N/A 2022, "The EBMT/EHA CAR-T Cell Handbook" 'Springer Science and Business Media LLC', doi: <https://core.ac.uk/download/520258999.pdf>
- Chen, Zhao, Ph. D. in cell and molecular biology 2024, "Human enzyme-mediated, systemic depletion of methionine for glioblastoma treatment" doi: <https://core.ac.uk/download/603331953.pdf>
- Caballero del Castillo, Aurora, Caballero García, Alberto, Cruz Hernández, Juan Jesús, Fernández Lázaro, et al. 2020, "Clinical perspective and translational oncology of liquid biopsy" 'MDPI AG', doi: <https://core.ac.uk/download/551634884.pdf>
- Chen, Zhao, Ph. D. in cell and molecular biology 2024, "Human enzyme-mediated, systemic depletion of methionine for glioblastoma treatment" doi: <https://core.ac.uk/download/603331953.pdf>
- Cheung, Kwok-Leung 2020, "Treatment Strategies and Survival Outcomes in Breast Cancer" 'MDPI AG', doi: <https://core.ac.uk/download/323358036.pdf>
- Pitroda, Sean P., Spurr, Liam F. 2024, "Clinical and molecular correlates of tumor aneuploidy in metastatic non-small cell lung cancer" doi: <https://core.ac.uk/download/621203899.pdf>
- Arevalo, Aileen, Bratslavsky, Gennady, Clark, Chandra, Iliopoulos, et al. 2022, "Understanding the Impact of Belzutifan on Treatment Strategies for Patients with VHL" 'Codon Publications', doi: <https://core.ac.uk/download/539295427.pdf>
- Cheung, Kwok-Leung 2020, "Treatment Strategies and Survival Outcomes in Breast Cancer" 'MDPI AG', doi: <https://core.ac.uk/download/323358036.pdf>

- Brown, Stephen L, Chetty, Indrin J, Freytag, Svend, Kim, et al. 2023, "Oncolytic virus-based suicide gene therapy for cancer treatment: a perspective of the clinical trials conducted at Henry Ford Health" Henry Ford Health Scholarly Commons, doi: <https://core.ac.uk/download/568004754.pdf>
- Brown, Stephen L, Chetty, Indrin J, Freytag, Svend, Kim, et al. 2023, "Oncolytic virus-based suicide gene therapy for cancer treatment: a perspective of the clinical trials conducted at Henry Ford Health" Henry Ford Health Scholarly Commons, doi: <https://core.ac.uk/download/568004754.pdf>
- ABDUL RAZAK, Mariatulqabtiah, MHD ZAIN, Nor Aini Lubis, RAZAK, Mohd Nasharudin, SHESHE, et al. 2020, "Prospective Therapeutic Strategies for Cervical Cancer" Universiti Putra Malaysia Press, doi: <https://core.ac.uk/download/287191049.pdf>
- N/A 2022, "Clear Cell Renal Cell Carcinoma 2021–2022" 'MDPI AG', doi: <https://core.ac.uk/download/543578161.pdf>
- N/A 2021, "Antisense Therapy" 'IntechOpen', doi: <https://core.ac.uk/download/478119514.pdf>
- Alfarsi, Lutfi, Ansari, Rokaya El, Craze, Madeleine L., Ellis, et al. 2019, "CDC20 expression in oestrogen receptor positive breast cancer predicts poor prognosis and lack of response to endocrine therapy" 'Springer Science and Business Media LLC', doi: <https://core.ac.uk/download/228167652.pdf>
- Chen, Zhao, Ph. D. in cell and molecular biology 2024, "Human enzyme-mediated, systemic depletion of methionine for glioblastoma treatment" doi: <https://core.ac.uk/download/603331953.pdf>
- Yujing Huang, Xiaohan Guo, Yi Wu, Xingyu Chen, Lixiang Feng, Na Xie, Guobo Shen 2024, "Nanotechnology's frontier in combatting infectious and inflammatory diseases: prevention and treatment" Signal Transduction and Targeted Therapy, Volume(9), doi: <https://doi.org/10.1038/s41392-024-01745-z>
- Matin Chehelgerdi, Fereshteh Behdarvand Dehkordi, Mohammad Chehelgerdi, Hamidreza Kabiri, Hosein Salehian-Dehkordi, Mohammad Ali Abdolvand, Sharareh Salmanizadeh, et al. 2023, "Exploring the promising potential of induced pluripotent stem cells in cancer research and therapy" Molecular Cancer, Volume(22), doi: <https://doi.org/10.1186/s12943-023-01873-0>
- Kevin D. Hyde, Petr Baldrián, Yanpeng Chen, K. W. Thilini Chethana, Sybren de Hoog, Mingkwan Doilom, Antônio Roberto Gomes de Farias, et al. 2024, "Current trends, limitations and future research in the fungi?" Fungal Diversity, Volume(125), 1–71, doi: <https://doi.org/10.1007/s13225-023-00532-5>
- Siyang Gao, Binhuan Xu, Jianwei Sun, Zhihui Zhang 2024, "Nanotechnological advances in cancer: therapy a comprehensive review of carbon nanotube applications" Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, Volume(12), doi: <https://doi.org/10.3389/fbioe.2024.1351787>

- Shuroug A. Alowais, Sahar S. Alghamdi, Nada Alsuhebany, Tariq Alqahtani, Abdulrahman Alshaya, Sumaya N. Almohareb, Atheer Aldairem, et al. 2023, "Revolutionizing healthcare: the role of artificial intelligence in clinical practice" BMC Medical Education, Volume(23), doi: <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04698-z>
- Zsolt Megyesfalvi, Carl M. Gay, Helmut Popper, Robert Pirker, Gyula Ostoros, Simon Heeke, Christian Lang, et al. 2023, "Clinical insights into small cell lung cancer: Tumor heterogeneity, diagnosis, therapy, and future directions" CA A Cancer Journal for Clinicians, Volume(73), 620-652, 620-652. doi: <https://doi.org/10.3322/caac.21785>
- Shuroug A. Alowais, Sahar S. Alghamdi, Nada Alsuhebany, Tariq Alqahtani, Abdulrahman Alshaya, Sumaya N. Almohareb, Atheer Aldairem, et al. 2023, "Revolutionizing healthcare: the role of artificial intelligence in clinical practice" BMC Medical Education, Volume(23), doi: <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04698-z>
- Frank Winkler, Humsa S. Venkatesh, Moran Amit, Tracy T. Batchelor, İhsan Ekin Demir, Benjamin Deneen, David H. Gutmann, et al. 2023, "Cancer neuroscience: State of the field, emerging directions" Cell, Volume(186), 1689-1707, 1689-1707. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2023.02.002>
- Mohammad Chehelgerdi, Matin Chehelgerdi, Omer Qutaiba B. Allela, Renzon Daniel Cosme Pecho, J. Narayanan, Devendra Pratap Rao, Tamilarban Thamaraiyani, et al. 2023, "Progressing nanotechnology to improve targeted cancer treatment: overcoming hurdles in its clinical implementation" Molecular Cancer, Volume(22), doi: <https://doi.org/10.1186/s12943-023-01865-0>
- Shuroug A. Alowais, Sahar S. Alghamdi, Nada Alsuhebany, Tariq Alqahtani, Abdulrahman Alshaya, Sumaya N. Almohareb, Atheer Aldairem, et al. 2023, "Revolutionizing healthcare: the role of artificial intelligence in clinical practice" BMC Medical Education, Volume(23), doi: <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04698-z>

Nuevas Estrategias en Leucemias y Linfomas: Desde el Diagnóstico hasta la Remisión

Liliana Teruel Leyva

Médico Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Médico General

I. Introducción

La evolución en el entendimiento y abordaje de leucemias y linfomas ha sido notable en años recientes, abriendo puertas a tácticas innovadoras que refinan el proceso desde el diagnóstico hasta alcanzar la remisión. Estas enfermedades hematológicas malignas, que se distinguen por irregularidades en la forma en que las células sanguíneas se multiplican y operan, precisan una atención dedicada, pues los pacientes se topan con riesgos complejos tanto durante como tras el tratamiento. Estudios recientes han puesto de manifiesto que quienes padecen estas condiciones son, en general, más susceptibles, como señalan los análisis sobre la tasa de mortalidad entre personas con COVID-19 y problemas hematológicos, donde se notó una alta mortalidad en este grupo Angelucci et al. 2020. Adicionalmente, se ha reconocido la salud bucal como un elemento clave en el tratamiento de estas patologías, indicando que una deficiente salud dental podría influir desfavorablemente en la supervivencia del paciente Uutela et al. 2020. Estas reflexiones enfatizan la importancia de un manejo multidisciplinario de leucemias y linfomas.

A. Perspectiva de leucemias y linfomas: definiciones y importancia en oncología

En el ámbito de la oncología, resulta crucial comprender las leucemias y los linfomas, dos de los cánceres hematológicos más frecuentes. Estas neoplasias malignas, que se distinguen por la proliferación atípica de células sanguíneas y su diseminación a través del sistema linfático, dificultan tanto el diagnóstico como el tratamiento. Detectar estas condiciones a tiempo y aplicar terapias novedosas son, por lo tanto, esenciales para optimizar la evolución de los pacientes. Un caso ilustrativo es el de la doxorubicina, que se ha revelado como una estrategia eficaz en el manejo de la leucemia de Hodgkin. Sin embargo, su uso también implica riesgos a largo plazo, como la aparición de cáncer de mama en pacientes que han sobrevivido a la enfermedad, particularmente en aquellas que recibieron radioterapia durante la juventud Aleman et al. 2024. Este fenómeno pone de relieve la importancia de perfeccionar las directrices de vigilancia y tratamiento, centrándose en la personalización de las intervenciones oncológicas Aleman et al. 2024.

Generalmente hablando, la individualización del tratamiento parece clave, aunque en la mayoría de los casos [extractedKnowledge1].

II. Avances en Técnicas de Diagnóstico

En el ámbito del progreso en las técnicas de diagnóstico, resulta fundamental destacar cómo estas innovaciones han revolucionado la forma en que se identifican y se tratan las leucemias y los linfomas. Las técnicas actuales, que abarcan la biología molecular y el análisis genético, brindan a los profesionales clínicos una visión más detallada de los mecanismos que subyacen a estas patologías. Tal y como se indica en N/A 2021, los avances recientes en marcadores moleculares y análisis bioquímicos han simplificado la clasificación precisa de la leucemia aguda, optimizando la toma de decisiones clínicas. Esto, a su vez, conduce a terapias más individualizadas y con mayor eficacia. Aparte de esto, el uso de modelos matemáticos en el estudio de la dinámica de crecimiento de la leucemia, como se señala en Chulián et al. 2020, podría complementar los métodos experimentales, ofreciendo una herramienta valiosa para la predicción de la respuesta al tratamiento. De esta manera, la colaboración entre la tecnología diagnóstica y el análisis matemático plantea un futuro con mejores perspectivas en la batalla contra estas enfermedades hematológicas; generalmente hablando, la mejora en la precisión diagnóstica influye directamente en el pronóstico del paciente.

A. Rol del perfilado molecular y pruebas genéticas en la detección temprana

El perfilado molecular y las pruebas genéticas se alzan como instrumentos vitales para la detección precoz de leucemias y linfomas, transformando el enfoque diagnóstico y terapéutico en oncología pediátrica. La adopción de técnicas de vanguardia, como la secuenciación del genoma completo (WGS), ha mostrado modificaciones notables en el manejo clínico de los pacientes; en un estudio reciente, se constató que variantes identificables a través de WGS modificaron el abordaje en alrededor del 7% de los casos analizados, aportando información genómica que excede las pruebas moleculares convencionales Addy et al. 2024. Del mismo modo, las biopsias líquidas, que hacen posible el análisis del ADN libre circulante (cfDNA), están cobrando importancia debido a su capacidad para identificar biomarcadores específicos y evaluar la respuesta terapéutica, aun con las dificultades intrínsecas a su aplicación en el cáncer infantil Arthur et al. 2023. Estas estrategias innovadoras no solo refinan la precisión diagnóstica, sino que también proporcionan una base firme para un tratamiento más individualizado y efectivo.

III. Enfoques de Tratamiento Innovadores

El progreso en tratamientos novedosos contra leucemias y linfomas ha evidenciado un importante potencial para optimizar las tasas de remisión y la supervivencia de los pacientes, sobre todo ante enfermedades refractarias o recurrentes. Las terapias

innovadoras, como los conjugados anticuerpo-fármaco y los biespecíficos dirigidos a CD19 y CD22, han probado su valía en la leucemia linfoblástica aguda de precursores B (BCP-ALL), modificando el enfoque terapéutico actual. Más aún, la terapia dirigida con pequeñas moléculas resulta esencial para subtipos genéticos concretos, lo que indica que un tratamiento personalizado podría mejorar los resultados a largo plazo. No obstante, vale la pena señalar que existe una diferencia considerable en el desarrollo y la aprobación de nuevos fármacos para cánceres pediátricos frente a las opciones para adultos, lo cual exige más inversión y cooperación internacional para ampliar el acceso y disminuir la mortalidad asociada al cáncer infantil Baruchel et al. 2022 Aitken et al. 2020.

A. Exploración de terapias dirigidas e inmunoterapia en los regímenes de tratamiento

Hoy por hoy, la investigación de terapias dirigidas e inmunoterapia constituye un progreso importante dentro de los esquemas de tratamiento para leucemias y linfomas. Estas tácticas novedosas, en general, no solo elevan los porcentajes de remisión, sino que también se enfocan en aminorar la toxicidad vinculada a la quimioterapia tradicional. A modo ilustrativo, se ha visto que en la leucemia linfoblástica aguda (LLA), el uso de anticuerpos biespecíficos, como blinatumomab, y conjugados de anticuerpos, como inotuzumab ozogamicin, ofrece alternativas muy eficaces para pacientes que recaen, incluso si tienen cargas tumorales altas Bautista et al. 2024. Adicionalmente, el tratamiento dirigido contra CD38, tal como daratumumab, ha comenzado a tenerse en cuenta en la leucemia de células T, pese a que se necesita más información aleatorizada para valorar su eficiencia específica Bautista et al. 2024. Tales perspectivas innovadoras no solo cambian la definición del tratamiento, sino que además están dispuestas a aprender de las innovaciones en la leucemia en adultos, lo que podría aportar valiosas enseñanzas para el tratamiento en niños.

IV. Conclusión

Para concluir, el panorama del diagnóstico y tratamiento de leucemias y linfomas ha experimentado una transformación significativa gracias a las nuevas estrategias implementadas, lo que ha contribuido a mejorar las tasas de remisión y supervivencia. Es importante destacar que el progreso en la comprensión de los mecanismos biológicos de estas neoplasias ha posibilitado el desarrollo de terapias dirigidas y tratamientos personalizados, que buscan optimizar la eficacia y reducir los efectos adversos. Sin embargo, las complicaciones asociadas no deben ser subestimadas, especialmente las consecuencias oculares que pueden afectar hasta al 90% de los pacientes con malignidades hematológicas, por lo que se subraya la importancia de realizar evaluaciones oftálmicas regulares Alessio G et al. 2024. Adicionalmente, la interacción de estas patologías con condiciones como el COVID-19 ha mostrado un impacto considerable en la mortalidad de estos pacientes,

lo cual refuerza la necesidad de estrategias de manejo integral Angelucci et al. 2020. De esta forma, una integración de enfoques multidisciplinarios y la vigilancia continua se presentan como elementos esenciales para asegurar un tratamiento efectivo y mejorar la calidad de vida de los pacientes; generalmente hablando, este enfoque holístico parece ser el más prometedor.

A. Direcciones futuras y la importancia de la investigación continua en la mejora de los resultados para los pacientes

La búsqueda incesante en el universo de las leucemias y linfomas resulta clave para, en última instancia, optimizar las estrategias terapéuticas y, claro está, mejorar los resultados de los pacientes. Dada la aparición de nuevos desafíos – pensemos en la resistencia a los tratamientos o en la variabilidad en las respuestas – se vuelve, en la mayoría de los casos, imperativo explorar enfoques innovadores que, de alguna manera, integren la medicina de precisión. Los adelantos en tecnologías de diagnóstico –por ejemplo, la biopsia líquida y la inmunoquímica– han revolucionado, generalmente hablando, nuestra capacidad para monitorear la enfermedad y, por ende, personalizar el tratamiento Ahmed et al. 2025. La inmunoterapia, además, ha demostrado ser un camino prometedor, pese a que enfrenta desafíos significativos en su implementación eficaz Bandara et al. 2025. Así las cosas, la dirección futura de la investigación debe centrarse en el desarrollo de biomarcadores fiables y en nuevas modalidades terapéuticas que, en principio, permitan abordar las limitaciones actuales, garantizando de esta manera mejores pronósticos y calidad de vida para los pacientes.

Referencias

- Angelucci, Emanuele, Arcaini, Luca, Armiento, Daniele, Bertù, et al. 2020, "Clinical characteristics and risk factors associated with COVID-19 severity in patients with haematological malignancies in Italy: a retrospective, multicentre, cohort study" 'Elsevier BV', doi: <https://core.ac.uk/download/333569650.pdf>
- Alessio G, Borselli M, Buizza A, Carnevali A, Carnovale Scalzo G, Giannaccare G., Lucisano A, et al. 2024, "Ophthalmic Manifestations in Patients with Blood Malignancies" doi: <https://core.ac.uk/download/621423842.pdf>
- Bautista, Francisco, Brivio, Erica, Zwaan, C. Michel 2024, "Naked antibodies and antibody-drug conjugates:targeted therapy for childhood acute lymphoblastic leukemia" doi: <https://core.ac.uk/download/613241115.pdf>
- Bautista, Francisco, Brivio, Erica, Zwaan, C. Michel 2024, "Naked antibodies and antibody-drug conjugates:targeted therapy for childhood acute lymphoblastic leukemia" doi: <https://core.ac.uk/download/613245150.pdf>
- Baruchel, André, Beishuizen, Auke, Bourquin, Jean-Pierre, Brivio, et al. 2022, "Targeted inhibitors and antibody immunotherapies: Novel therapies for paediatric leukaemia and lymphoma" 'Elsevier BV', doi:

https://www.zora.uzh.ch/id/eprint/224653/1/1_s2.0_S0959804921013174_main.pdf

- Aitken, Joanne F, Alcasabas, Patricia, Allemani, Claudia, Antillon, et al. 2020, "Sustainable care for children with cancer: a Lancet Oncology Commission." 'Elsevier BV', doi: <https://core.ac.uk/download/293755565.pdf>
- N/A 2021, "Acute Leukemia" 'IntechOpen', doi: <https://core.ac.uk/download/478118116.pdf>
- Chulián, Salvador, Pérez-García, Víctor M., Rosa, María, Rubio, et al. 2020, "Mathematical models of Leukaemia and its treatment: A review" doi: <http://arxiv.org/abs/2011.05881>
- Angelucci, Emanuele, Arcaini, Luca, Armiento, Daniele, Bertù, et al. 2020, "Clinical characteristics and risk factors associated with COVID-19 severity in patients with haematological malignancies in Italy: a retrospective, multicentre, cohort study" 'Elsevier BV', doi: <https://core.ac.uk/download/333569650.pdf>
- Uutela, Pauliina 2020, "Oral health of patients with severe haematological malignancies and disorders before and after haematopoietic stem cell transplantation" doi: <https://core.ac.uk/download/395087708.pdf>
- Aleman, Berthe M.P., Bilgin, Yavuz M., Böhmer, Lara H., De Jongh, et al. 2024, "Doxorubicin Exposure and Breast Cancer Risk in Survivors of Adolescent and Adult Hodgkin Lymphoma" doi: <https://core.ac.uk/download/613245201.pdf>
- Aleman, Berthe M.P., Bilgin, Yavuz M., Böhmer, Lara H., De Jongh, et al. 2024, "Doxorubicin Exposure and Breast Cancer Risk in Survivors of Adolescent and Adult Hodgkin Lymphoma" doi: <https://core.ac.uk/download/613241163.pdf>
- Addy, Dilys, Ahmed, Munaza, Ajithkumar, Thankamma, Allinson, et al. 2024, "Benefits for children with suspected cancer from routine whole-genome sequencing" doi: <https://core.ac.uk/download/614712547.pdf>
- Arthur, Cecilia 2023, "Liquid biopsies in pediatric oncology : towards clinical implementation" Inst för molekylär medicin och kirurgi / Dept of Molecular Medicine and Surgery, doi: <https://core.ac.uk/download/588362120.pdf>
- Ahmed, Mohamed Mustaf, Lawal, Azeez Okikiola, Lucero-Prisno, Don Eliseo, Manirambona, et al. 2025, "Innovative laboratory techniques shaping cancer diagnosis and treatment in developing countries." Springer Science and Business Media LLC, doi: <https://core.ac.uk/download/640800175.pdf>
- Bandara, Shehani, Raveendran, Sreejith 2025, "Current Landscape and Future Directions in Cancer Immunotherapy: Therapies, Trials, and Challenges" doi: <https://core.ac.uk/download/651439974.pdf>