



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

En el cuarto número del año, en la sección **Desde la UAM**, nos adentramos en la extraordinaria investigación médica que se realiza en la Casa Abierta al Tiempo, con miras a la apertura de la nueva Licenciatura en Medicina en la UAM Iztapalapa en 2027.

En el artículo titulado **El enemigo invisible de tu corazón: lo que la diabetes le puede hacer a tus latidos**, la doctora Julieta Anabell Díaz Juárez y su equipo abordan cómo la diabetes daña de manera silenciosa la función del corazón hasta desencadenar miocardiopatía diabética e insuficiencia cardíaca. Más allá de subrayar la importancia del estilo de vida y la prevención, se presentan las investigaciones más recientes del Departamento de Atención a la Salud de la UAM: una propuesta terapéutica innovadora que recurre al uso de nanopartículas (exosomas) y terapia génica para recuperar la fuerza de contracción del tejido cardíaco de forma precisa y poco invasiva.

Luis Enrique Gómez Quiroz y su equipo abordan en **La revolución de la medicina traslacional, una nueva esperanza**, el papel fundamental de la medicina traslacional como un puente directo y bidireccional entre los descubrimientos de laboratorio y la cama del paciente. A través del análisis de herramientas moleculares de vanguardia –tales como la secuenciación de nueva generación, la edición genética CRISPR/Cas9, las terapias dirigidas, la inmunoterapia CAR-T y las biopsias líquidas–, ilustran cómo la investigación básica transforma de manera radical el diagnóstico temprano y el tratamiento personalizado de enfermedades complejas como el cáncer.

En **¿Qué más pone en riesgo el corazón de los mexicanos? El descubrimiento de nuevos factores de riesgo cardiovascular**, Luis Manuel Amezcua Guerra ahonda en los resultados obtenidos en el estudio de cohorte Tlalpan 2020 en conjunto con el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. El artículo explora factores biológicos no convencionales que influyen en el desarrollo de afecciones cardiovasculares en adultos mexicanos. Asimismo, el texto analiza detalladamente el papel de la lipoproteína(a), el urato sérico y el óxido de trimetilamina para demostrar cómo la herencia genética, el estado metabólico y la microbiota intestinal aportan información clave sobre la salud de las arterias, destacando la relevancia de generar evidencia médica adaptada a las características de nuestra población.

Finalmente, Arturo Simoni-Nieves, con su colaboración titulada **Inmunoterapia: la nueva esperanza contra el cáncer alimentado por la obesidad**, expone cómo el entorno inflamatorio provocado por la obesidad protege a las células tumorales e interfiere con los tratamientos convencionales contra el cáncer. Para contrarrestar esta problemática, el autor describe el funcionamiento de los anticuerpos biespecíficos: moléculas diseñadas para unir de manera precisa las células tumorales con los linfocitos T del sistema inmunitario, ofreciendo alternativas prometedoras y de alta especificidad para combatir tumores de hígado, pulmón y ovario.

DR. MARIO DE LEO WINKLER
Director de Comunicación del Conocimiento, UAM



Julieta Anabell Díaz Juárez, Leoncio Morel Díaz y Arizbell Morel Díaz



El enemigo invisible de tu corazón: lo que la diabetes le puede hacer a tus latidos

Resumen

La diabetes es una *enfermedad metabólica* caracterizada por hiperglucemia. Cuando quienes la padecen no reciben un tratamiento oportuno y eficaz, aparecen complicaciones que afectan a varios órganos. De manera silenciosa el principal órgano perjudicado es el corazón. En este artículo se presenta una terapia innovadora con nanopartículas llamadas *exosomas*, así como la aplicación de la terapia génica dirigida a los sistemas enzimáticos dañados por la diabetes.

Abstract

Diabetes is a *metabolic disorder* characterized by hyperglycemia. When patients do not receive timely and effective treatment, complications affecting multiple organs arise. Silently, the primary organ affected is the heart. This review presents an innovative therapeutic approach utilizing nanoparticles called *exosomes*, alongside targeted gene therapy directed at the enzymatic systems impaired by diabetes, aiming to achieve a more efficacious treatment.

Introducción

En México, las enfermedades del corazón son la primera causa de muerte en adultos, y la diabetes ocupa el segundo lugar a nivel nacional, de acuerdo con las estadísticas realizadas en 2025, para ambos sexos, por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía. En el año 2021, el mismo Instituto registró que la principal causa de muerte en mujeres eran las enfermedades cardiovasculares, las cuales superaron las defunciones por COVID-19. Estos datos alarmantes han generado la necesidad de nuevos tratamientos que puedan contribuir a disminuir las causas que dañan el corazón.

La diabetes mellitus se caracteriza por **hiperglucemia** crónica que, cuando no se controla adecuadamente mediante modificaciones en el estilo de vida (dieta y

Hiperglucemia

Niveles altos de azúcar (glucosa) en la sangre.

ejercicio) o medicamentos, desencadena un proceso de eventos microscópicos nocivos. Estas pequeñas lesiones no se pueden detectar en una consulta médica ni con aparatos que puedan medirlas, sino hasta que provocan un daño macroscópico, es decir, visible y medible. Al ocurrir esto, el corazón –que funciona como una bomba– pierde la fuerza y el ritmo para expulsar la sangre a todo el cuerpo. Para entonces ya es muy tarde porque aparece la insuficiencia cardíaca por diabetes, también llamada miocardiopatía diabética. Esta enfermedad es el principal enemigo del corazón, ya que lo afecta de manera invisible, provocando que disminuyan los nutrientes y el oxígeno en todo el cuerpo. La persona que padece esta enfermedad comienza a manifestar una sensación de falta de aire y cansancio extremo (**Figura 1**), que en medicina se denomina *disnea*. Si la persona diabética permanece mucho tiempo inactiva (sedentarismo), no cambia la alimentación, no toma sus medicamentos o no se inyecta la insulina, la disnea puede progresar hasta el grado en que actividades diarias, como vestirse o comer, causan fatiga. Por el contrario, si a pesar de padecer diabetes, se siguen las medidas dietéticas, se realiza ejercicio y se lleva un estricto control médico, la posibilidad de daño cardíaco disminuye considerablemente. A pesar de los avances en el tratamiento convencional, surgen día a día nuevos casos de miocardiopatía diabética. Por este motivo es prioritario investigar tratamientos efectivos, dirigidos y poco invasivos para mejorar

la calidad de vida de las personas afectadas por esta enfermedad.

■ **Objetivo de la investigación**

■ La investigación que se realiza en la Universidad Autónoma Metropolitana en el área de salud pretende contribuir a la resolución de problemas prioritarios para el país. Dada la necesidad de frenar la enfermedad cardíaca por diabetes, en el Departamento de Atención a la Salud de la UAM estamos comprometidos con la sociedad para generar nuevas metodologías que contribuyan a disminuir la mortalidad por diabetes, por lo que el principal objetivo es investigar la eficacia de **nanopartículas**, como los **exosomas**, y la **terapia génica** dirigida a la producción de energía para mejorar la contractilidad cardíaca en el corazón diabético.

■ **Metodologías de la investigación**

■ Para contraerse, el corazón requiere de energía que se obtiene de las mitocondrias. Una mitocondria es un orgánulo que se encuentra dentro de la célula y su función es producir gran parte de la energía que el cuerpo necesita para funcionar. Además, para que el músculo cardíaco se contraiga adecuadamente, es necesario un control preciso del calcio dentro de las células del corazón. Diversas proteínas participan en este proceso al permitir la entrada, liberación y recap-

◀ **Nanopartículas**

Estructuras microscópicas extremadamente pequeñas.

Exosomas

Pequeñas vesículas, no visibles, que son liberadas por las células. Sirven como mensajeros que transportan proteínas, lípidos y material genético para regenerar tejidos, para estimular el crecimiento y para mantener viva a la célula.

Terapia génica

Técnica de medicina experimental que modifica genes dentro de las células de una persona para el tratamiento y curación de una enfermedad.

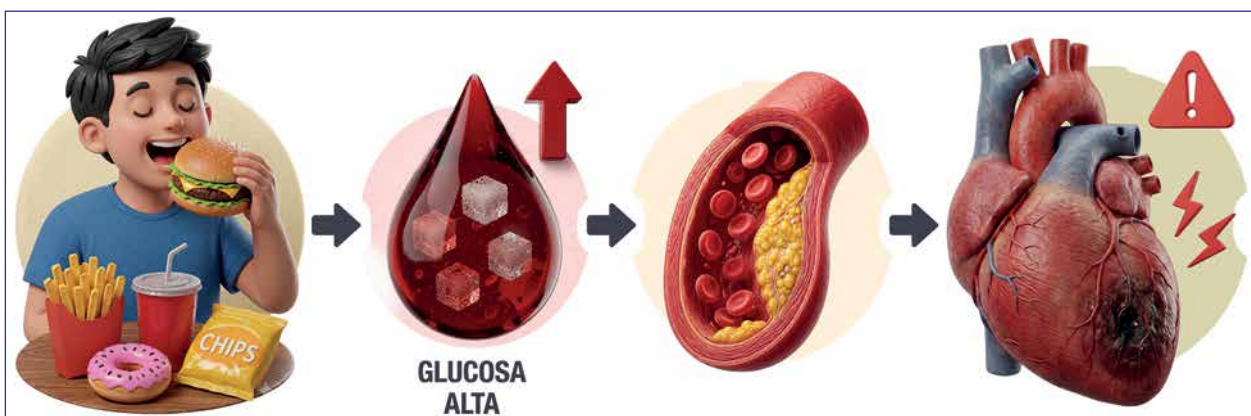


Figura 1. Relación entre una alimentación poco saludable, el aumento de la glucosa en sangre, el daño de los vasos sanguíneos y las alteraciones cardíacas asociadas con la diabetes. La hiperglucemia sostenida puede favorecer cambios en los vasos sanguíneos y contribuir al daño cardiovascular. Imagen: Anabell Díaz Juárez y Joaquín González Vázquez, con apoyo de inteligencia artificial.

Adenovirus
 Virus de material genético, de tamaño mediano, que pueden llevar sustancias sanas al interior de las células.

tación del calcio; cuando este mecanismo se altera, la fuerza de contracción del corazón puede disminuir.

En nuestra investigación se utilizaron animales de laboratorio a los cuales se les provocó diabetes.

Posteriormente, se administró un **adenovirus** modificado que se utilizó como vehículo para introducir material genético de interés en las células. Estos vectores pueden introducir genes en células del corazón sin integrarse al material genético de la célula y, en este tipo de investigación, permiten estudiar los efectos de modificar la producción de determinadas proteínas. Después, se midieron las proteínas contráctiles, es decir, proteínas como la actina y la miosina que permiten que las células musculares del corazón se acorten y generen fuerza. Estas proteínas son fundamentales para que el corazón pueda contraerse y bombear sangre adecuadamente.

También se obtuvieron exosomas de animales sanos y se administraron a los animales con diabetes. Los exosomas son pequeñas vesículas que las células utilizan para comunicarse y que pueden transportar proteínas, lípidos y material genético; por ello, los exosomas provenientes de células sanas pueden llevar moléculas capaces de modificar procesos celulares alterados por la diabetes.

En conjunto, los resultados mostraron una mejoría en el bombeo del corazón después de ambos tratamientos. En el caso de los exosomas, su posible efecto beneficioso se relaciona con su capacidad para transportar moléculas que participan en la comunicación entre células y que pueden ayudar a recuperar procesos alterados en el corazón diabético, entre ellos el manejo del calcio y otros mecanismos relacionados con la contracción cardíaca.

Innovación de la investigación

La aplicación de exosomas y de terapia génica dirigida a tratar moléculas afectadas por la diabetes es un cambio en la medicina convencional que explora una nueva manera de abordaje terapéutico, basado en la aplicación de metodologías de investigación biomédica para mejorar la calidad de vida y el pronóstico de los pacientes diabéticos en México y en el resto del mundo.

Incidencia social

Debido a que la diabetes es una enfermedad cuyo desarrollo se caracteriza por ser un proceso lento y sigiloso, la detección y prevención es fundamental. De ahí que la mejor manera de tratar este trastorno sea evitarlo. Pero ¿cómo podemos prevenir un padecimiento que no vemos? ¿Cómo nos afecta colectivamente que no se hable de diabetes?

Para contestar la primera pregunta, es necesario tener en cuenta que la manera más eficiente de evitar la diabetes es con un estilo de vida saludable; es decir, comer verduras, frutas, proteínas suficientes; tomar agua; realizar actividad física constante y evitar lo más posible el consumo de azúcares procesadas en nuestro día a día. Si bien no se trata de eliminar por completo aquellos alimentos que nos producen placer, es primordial restringir su ingesta en grandes cantidades. Una rebanada de pastel no es garantía de enfermedad, pero un postre familiar completo cada dos días sí que lo es. Asimismo, las bebidas azucaradas como refrescos, *frappés* o *smoothies* también contienen un exceso de edulcorantes que a largo plazo provocan diabetes y, por lo tanto, daños al corazón. De ahí que llevar una dieta balanceada sea una de las mejores formas de prevención que existen. No obstante, es importante recordar que la asesoría profesional es vital cuando se realiza un



cambio tan drástico en la alimentación: eliminar alimentos de la dieta tampoco es necesariamente garantía de salud.

Ahora bien, respecto a la actividad física, es relevante recordar que gran parte de los trabajos actuales conllevan un estilo de vida sedentario. Por esta razón, es primordial recalcar la importancia de realizar actividad física constante. Si bien la cantidad de movimiento varía de acuerdo con la edad, el peso y el estilo de vida, incrementar la frecuencia de la activación física es fundamental en la prevención de enfermedades como la diabetes.

■ Conclusión

■ Los tratamientos con exosomas y terapia génica son una alternativa menos invasiva y más precisa para mejorar la contractilidad cardíaca en la diabetes, con el potencial de reducir las complicaciones por esta enfermedad. Sin embargo, su implementación en el área clínica aún enfrenta varios desafíos que disminuirán a medida que se desarrolle investigación de frontera para administrar una terapia eficaz y segura.

Julietta Anabell Díaz Juárez

Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco.
jdiazj@correo.xoc.uam.mx

Leoncio Morel Díaz

Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México.
leoncio.moreldiaz@gmail.com

Arizbell Morel Díaz

Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco.
al2243804606@azc.uam.mx



Lecturas recomendadas

Canal Diabetes (s. f.), “El corazón diabético”, *Canal Diabetes* [en línea]. Disponible en: <<https://canaldiabetes.com/el-corazon-diabetico/>>, consultado el 30 de agosto de 2026.

Crowe, A. (s. f.), “La diabetes afecta el riesgo de insuficiencia cardíaca y su progresión”, *American Diabetes Association* [en línea]. Disponible en: <<https://diabetes.org/es/salud-bienestar/diabetes-y-corazon/la-diabetes-afecta-la-insuficiencia-cardiaca>>, consultado el 30 de agosto de 2026.

Federación Mexicana de Diabetes (2018), “Corazón y diabetes”, *Federación Mexicana de Diabetes A. C.* [en línea]. Disponible en: <<https://fmdiabetes.org/corazon-y-diabetes/>>, consultado el 30 de agosto de 2026.

González-Manzanares, R. (2026), “Insuficiencia cardíaca y diabetes mellitus: comprendiendo esta estrecha relación y el nuevo paradigma de tratamiento”, *Diabetes*, 99. Disponible en: <<https://www.revistadiabetes.org/wp-content/uploads/Insuficiencia-Cardiaca-y-Diabetes-Mellitus-comprendiendo-esta-e.pdf>>, consultado el 30 de agosto de 2026.



Jaqueline Quevedo Ocampo, Maciel Juárez Ángeles y Luis E. Gómez Quiroz



La revolución de la medicina traslacional, una nueva esperanza

Resumen

Para ofrecer mejores beneficios a los pacientes con enfermedades complejas como el cáncer, la ciencia básica y la clínica deben colaborar estrechamente. Aunque el trabajo comienza en un laboratorio de investigación, responde a una necesidad clínica. Los avances recientes en medicina han seguido esta lógica, ahora conocida como medicina traslacional. No es una ciencia nueva en sí, sino una forma más estructurada de aplicar los descubrimientos científicos en la atención del paciente. En este trabajo, se presentan algunos de los avances más recientes en esta disciplina.

Abstract

To provide better benefits to patients with complex diseases like cancer, basic science and clinical practice must work closely together. Although the work begins in a research laboratory, it responds to a clinical need. Recent advances in medicine have followed this logic, now known as translational medicine. It is not a new science *per se*, but a more structured way of applying scientific discoveries to patient care. In this article, some of the most recent advances in this discipline are presented.

Introducción

Imagina que estás en un laberinto oscuro y tienes dos opciones: intentar salir corriendo a ciegas, esperando tener suerte, o encender una linterna que revele las paredes y, con el tiempo, la puerta de salida. Durante décadas, la lucha contra enfermedades complejas como el cáncer se pareció mucho a la primera opción. Los médicos aplicaban, como única opción, tratamientos generalizados –como la quimioterapia tradicional– que atacaban tanto las células malignas –las cuales se duplican rápidamente– como las sanas, con serios efectos secundarios.

Hoy la historia es distinta gracias a una aliada silenciosa pero implacable: la ciencia básica. Cuando una persona científica –un especialista en biología expe-

rimental, por ejemplo— pasa años estudiando el comportamiento de una proteína empleando tubitos, geles, células en platos de Petri, está, en realidad, fabricando las baterías que darán energía a esa linterna.

El puente que conecta esos descubrimientos abstractos de laboratorio con el tratamiento que recibe un paciente en el hospital se conoce como *medicina traslacional*.

Del laboratorio a la cama del paciente: el poder de la medicina traslacional

La medicina traslacional debe entenderse como una disciplina que, desde su origen, busca aplicar el conocimiento en la práctica clínica. No consiste en hacer ciencia básica primero y luego buscar su aplicación. La investigación más eficaz en medicina es aquella que lleva rápidamente sus avances a la persona paciente para resolver su problema. Para lograr esto, es crucial que, desde las primeras etapas, la investigación tenga claro este objetivo, ya que así se pueden identificar posibles problemas y anticipar la utilización de modelos adecuados para

aplicar los descubrimientos con prontitud. Además, es importante destacar que la comunicación en este proceso debe ser bidireccional (**Figura 1**): lo observado en la clínica debe regresar al laboratorio, lo que permite realizar ajustes que mejoren los tratamientos, los métodos de diagnóstico temprano o la precisión de los pronósticos. Otra característica de la medicina traslacional es que se nutre de distintas visiones; es decir, es interdisciplinaria, no es una ciencia aislada.

En los últimos años, gracias a los avances en genómica —es decir, en el estudio de los genes y sus implicaciones biológicas— y en medicina molecular, este puente ha convertido al cáncer, que antes constituía una sentencia casi inevitable, en un problema de ingeniería biológica que estamos empezando a resolver.

La revolución genómica: enfoquémonos en las moléculas

Históricamente, el cáncer se clasificaba y trataba según el órgano en el que aparecía: cáncer de pulmón, de mama, de colon. Actualmente, las pla-

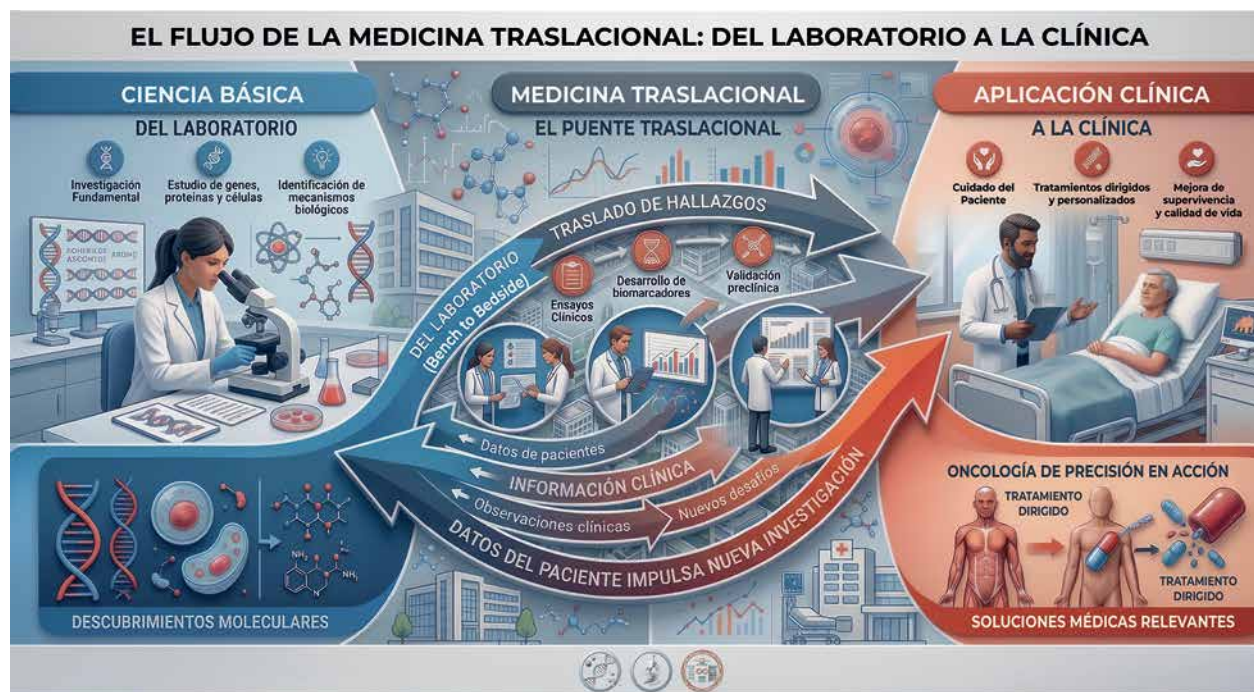


Figura 1. El flujo de la medicina traslacional: del laboratorio a la clínica y su retorno a la investigación básica. Imagen: Luis E. Gómez Quiroz y Joaquín González, con la asistencia de inteligencia artificial.



KRAS

Gen que codifica la proteína homóloga del oncogén viral del sarcoma de rata de Kirsten. Un oncogén codifica una proteína que confiere ventajas a la célula cancerosa, como la proliferación o la resistencia a la muerte celular.

taformas de secuenciación de última generación (NGS, *next-generation sequencing*) pueden leer el orden preciso de nucleótidos del genoma completo de un tumor en sólo unas horas y a una fracción del costo que representaba hace diez años. La secuenciación del ADN o del ARN (su intermediario molecular antes de convertirse en una proteína funcional) nos ha revelado que dos tumores en el mismo órgano pueden ser completamente diferentes entre sí. Gracias a la secuenciación, sabemos que un cáncer de colon y uno de vesícula biliar pueden compartir una huella o un perfil molecular muy similares, lo que permite emplear terapias igualmente similares.

Actualmente, secuenciamos el ADN o el ARN de los tumores para identificar sus vulnerabilidades y fortalezas. Ya no dirigimos el enfoque terapéutico al órgano, sino a la mutación o a los genes descontrolados. Por otro lado, la medicina contemporánea también busca anticiparse a la enfermedad y personalizar el tratamiento según la huella molecular específica de cada paciente.

A modo de ejemplo, destacamos algunos avances de la medicina molecular para un diagnóstico oportuno y una terapia de precisión.

CRISPR

Del inglés *clustered regularly interspaced short palindromic repeats*. Secuencias palindrómicas cortas, es decir, que se leen igual en un sentido o en el otro. Estas secuencias se repiten y se agrupan regularmente.

CRISPR/Cas9: reescribiendo el código genético

Si hay una tecnología que encabeza esta revolución, es la edición genética mediante CRISPR/Cas9.

Nacida como un sistema de defensa bacteriano, hoy funciona como unas tijeras moleculares que editan el ADN con altísima precisión, ayudando a la investigación y a la búsqueda de mejores tratamientos para enfermedades.

Los últimos avances en esta tecnología van más allá de cortar el ADN: ahora incluyen edición de alta calidad y alta especificidad. En la práctica, esto está abriendo la puerta a curas definitivas para enfermedades monogénicas —es decir, que se deben a fallos en un solo gen, como la anemia falciforme o la distrofia muscular— y permitiendo desactivar oncogenes específicos —genes que favorecen el cáncer cuando se alteran, como **KRAS**, que regula la duplicación celular anómala— en tumores antes considerados intratables.

En la Universidad Autónoma Metropolitana, en el área de medicina experimental y traslacional, se utiliza la tecnología CRISPR /Cas9 para inhibir una enzima implicada en el ciclo de moléculas llamadas folatos. Estas moléculas regulan diversos procesos esenciales para la resistencia a morir de la célula cancerosa, lo que ofrece ventajas para el tratamiento del cáncer de hígado, especialmente en los casos en que presenta exceso de grasa (esteatosis). Los resultados en organismos vivos han sido muy positivos; aunque todavía en fase preclínica, la investigación ha sido diseñada desde el principio con la intención de llegar a pacientes lo antes posible.

Terapias dirigidas

En lugar de bombardear todo el cuerpo, como lo hacen la radio o la quimioterapia, las y los científicos han identificado los receptores específicos que las células cancerosas utilizan para multiplicarse sin control. Esto se basa en medicamentos que actúan como “llaves maestras” y bloquean las moléculas que confieren ventajas al tumor. Por ejemplo, en ciertos tipos de cáncer de pulmón, estos medicamentos logran reducir específicamente los tumores, con efectos secundarios mínimos en comparación con la quimioterapia, que también afecta a las células sanas. La persona se toma una pastilla en casa en lugar de pasar horas conectada a una infusión intravenosa en el hospital.

Inmunoterapia y células CAR-T: reprogramando nuestras defensas

El cáncer es hábil para adaptarse cuando es atacado y para evitar que el sistema inmunitario lo detecte. La ciencia básica ha revelado cómo funciona este mecanismo de camuflaje, conocido como “puntos de control inmunitario”. El progreso en este campo de investigación consiste en inhibidores de PD-1/PD-L1, que eliminan esa capa de invisibilidad, lo que permite que nuestro sistema inmunitario destruya el tumor.

Por otro lado, la terapia conocida como células **CAR-T** lleva la personalización al extremo: se extraen del propio paciente linfocitos T (glóbulos blancos del sistema inmune), se envían al laboratorio, donde un científico los modifica mediante ingeniería genética para que expresen un receptor específico contra el cáncer, y luego se regresan al paciente. Es literalmente un ejército de células personalizadas y programadas para cazar el tumor. Ya es el tratamiento estándar para varias leucemias y linfomas que antes se consideraban incurables.

Biopsias líquidas: rastrear el cáncer en una gota de sangre

Las biopsias líquidas representan un avance en el tratamiento temprano, ya que ofrecen una alterna-

tiva menos invasiva y más precisa que las biopsias de tejido tradicionales, que son dolorosas y, a veces, peligrosas. La base de esta técnica es que las células tumorales, al morir, liberan fragmentos de ADN en la sangre u otros fluidos. Con un simple análisis de sangre, es posible detectar un cáncer meses antes de que sea visible en radiografías o tomografías, además de monitorear en tiempo real si el tumor está mutando y desarrollando resistencia al tratamiento, lo que permite al profesional médico ajustar la estrategia de inmediato.

Desafíos para el futuro próximo

A pesar de estos éxitos rotundos, la medicina traslacional se enfrenta a su propio cuello de botella. El principal reto actual no es la falta de ideas en el laboratorio, sino la accesibilidad y la resistencia tumoral.

El cáncer está en constante evolución; cuando se le bloquea una vía, suele encontrar otra para seguir creciendo. Por ello, la ciencia experimental actual se concentra en descifrar los mecanismos de resistencia antes de que aparezcan, diseñando cócteles de medicamentos que cerquen el tumor por todos los frentes.

Asimismo, democratizar el acceso a la secuenciación genómica y a terapias avanzadas, como las células CAR-T, sigue siendo una prioridad global, ya

CAR-T

Del inglés *chimeric antigen receptor T-cell*. Linfocito T modificado con una proteína (receptor) artificial, creado en el laboratorio (quimérico), que reconoce células cancerosas.



que sus costos de producción siguen siendo elevados. La ciencia también busca, de alguna forma, bajar los costos.

■ **Conclusión: la ciencia básica no es un lujo, es el inicio del tratamiento**

■ Sin la ciencia básica, la medicina se estancaría. No podemos tratar lo que no entendemos. Para diseñar un medicamento eficaz, primero necesitamos saber exactamente qué le va mal a la célula. Aquí es donde la revolución molecular ha cambiado las reglas del juego.

Muchas veces se considera que la investigación científica básica es sólo un ejercicio académico alejado de la realidad; sin embargo, esto no es cierto. Cada terapia que hoy salva vidas en un hospital empezó como una pregunta de investigación en el laboratorio, motivada por la curiosidad de un científico.

La medicina traslacional ha demostrado que la brecha entre un experimento en un plato de Petri

y la curación de un paciente es sólo una cuestión de tiempo, inversión y colaboración que permitan un cruce óptimo del puente traslacional.

Gracias a esta alianza, ya no avanzamos a ciegas en el laberinto. Ahora contamos con una luz encendida y el mapa genético en la mano, con lo que estamos aprendiendo a ganar la batalla.

Jaqueline Quevedo Ocampo

Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa.
cbs2223803096@xanum.uam.mx

Maciel Juárez Ángeles

Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa.
macieljr16@gmail.com

Luis E. Gómez Quiroz

Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa.
legq@xanum.uam.mx

Lecturas recomendadas

Ayuso, C. (2024), "Retos actuales de la medicina genómica", *Anales de la Real Academia Nacional de Medicina de España*, 141(2):142-145. Disponible en: https://analesranm.es/wp-content/uploads/2024/numero_141_02/pdfs/ar14102_rev05.pdf, consultado el 30 de agosto de 2026.

Lagunas Rangel, F. A. (2019), "Sistema CRISPR/Cas", *Ciencia*, 70(4):1-5. Disponible en: https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/online/X2_70_4_1200_CRISPR_L.pdf, consultado el 30 de agosto de 2026.

Perez-Velilla, M. A., P. Toffoletti y L. D. Garlissi (2025), "La medicina traslacional, nueva competencia del siglo XXI, y su relación con la biofísica médica", *Gaceta Médica de México*, 161(2):210-220. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/gmm/v161n2/2696-1288-gmm-161-2-219.pdf>, consultado el 30 de agosto de 2026.



¿Qué más pone en riesgo el corazón de los mexicanos?

El descubrimiento de nuevos factores de riesgo cardiovascular

Resumen

Las enfermedades del corazón siguen siendo la principal causa de muerte en México. Aunque el colesterol elevado, la hipertensión arterial y la diabetes son factores de riesgo conocidos, en los últimos años, diversas investigaciones han demostrado que en la salud cardiovascular también influye la inflamación persistente, la microbiota intestinal y distintas moléculas que circulan en el torrente sanguíneo. Investigaciones realizadas en la cohorte Tlalpan 2020 han permitido identificar nuevos marcadores de riesgo cardiovascular, hallazgos que sientan las bases para desarrollar estrategias de prevención y tratamiento adaptadas a las características de nuestra población.

Abstract

Cardiovascular diseases remain the leading cause of death in Mexico. Although high cholesterol, hypertension, and diabetes are well-established risk factors, in recent years, evidence has shown that cardiovascular health is also influenced by persistent inflammation, the gut microbiota, and a variety of molecules circulating in the bloodstream. Research from Tlalpan 2020 cohort has identified emerging cardiovascular risk markers, findings that lay the foundations for developing prevention and treatment strategies tailored to the Mexican population.

Introducción

Las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte en México. Este grupo de padecimientos, que incluye el infarto del miocardio y la enfermedad vascular cerebral, ocasiona cerca de 190 000 defunciones anuales y representa uno de los mayores retos para nuestro sistema de salud. En la mayoría

de los casos, su origen es la aterosclerosis, un proceso donde el colesterol, las células inflamatorias y otras sustancias presentes en la sangre se acumulan en la pared de las arterias formando placas que reducen progresivamente el flujo sanguíneo. Este proceso permanece silencioso hasta que una de estas placas se rompe y desencadena un evento potencialmente mortal. Por ello, la prevención cardiovascular depende, en gran medida, de identificar a las personas con mayor riesgo antes de que aparezcan las primeras manifestaciones.

Tradicionalmente, la evaluación del riesgo cardiovascular se ha basado en factores como la obesidad, la hipertensión arterial, la diabetes, las alteraciones del colesterol, el tabaquismo y el sedentarismo. Sin embargo, México enfrenta un panorama especialmente complejo: tres de cada cuatro adultos viven con sobrepeso u obesidad, alrededor de la mitad presenta hipertensión y uno de cada seis tiene diabetes. El dato más alarmante es que más de la mitad de la población reúne los criterios del síndrome cardiometabólico. Esto significa que no padecen una alteración aislada, sino la coincidencia simultánea de grasa abdominal, presión elevada y desajustes en la glucosa y el colesterol, todo ello impulsado por la resistencia a la insulina.

Este escenario plantea una pregunta importante: si estos factores de riesgo son tan frecuentes, ¿por qué algunas personas desarrollan enfermedad cardiovascular a edades tempranas mientras que otras permanecen sanas pese a compartir un perfil de riesgo similar? La respuesta parece encontrarse, al menos en parte, en otros procesos biológicos que hasta hace poco habían recibido poca atención. En los últimos años ha surgido un interés por identificar nuevos **biomarcadores cardiovasculares**, es decir, moléculas presentes en la sangre que reflejan la predisposición genética, la inflamación, las alteraciones del metabolismo o la interacción entre la microbiota intestinal y el organismo.

La mayor parte del conocimiento sobre estos biomarcadores proviene de estudios realizados en Europa, Norteamérica y Asia. Sin embargo, las diferencias genéticas, ambientales, culturales y dietéticas entre estas poblaciones y la mexicana hacen que sus resultados no siempre puedan aplicarse de manera directa. Por ello, conocer cuáles son los valores habituales de estos marcadores en nuestra población y entender su relación con el riesgo cardiovascular constituye un paso fundamental para desarrollar estrategias de prevención más precisas y adaptadas a las necesidades de los mexicanos.

Biomarcadores cardiovasculares
Sustancias biológicas que se encuentran y miden en la sangre para evaluar el estado de salud del corazón y los vasos sanguíneos.



■ El proyecto Tlalpan 2020

■ Con este propósito nació el proyecto Tlalpan 2020, un **estudio de cohorte** realizado en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Su objetivo original fue identificar los factores asociados con la aparición de hipertensión arterial en adultos mexicanos sanos. A diferencia de las investigaciones que incluyen personas con enfermedad cardiovascular ya establecida, este tipo de estudio permite seguir a individuos sanos durante varios años y observar qué cambios ocurren antes de que aparezca la enfermedad.

El estudio comenzó en 2014 con el reclutamiento de cerca de 4 000 mujeres y hombres de entre 20 y 50 años, residentes de la Ciudad de México, sin antecedentes de hipertensión, diabetes ni enfermedad cardiovascular. Además de documentar los factores de riesgo tradicionales, el proyecto incorporó el análisis de nuevos biomarcadores capaces de revelar procesos biológicos que no pueden detectarse mediante las evaluaciones clínicas habituales.

Entre estos biomarcadores destacan tres con mecanismos biológicos muy distintos. El primero es la lipoproteína(a) o Lp(a), una variante de la lipoproteína de baja densidad (LDL) cuya concentración depende casi por completo de la herencia genética. A diferencia del colesterol convencional, la alimentación o el ejercicio tienen poca influencia sobre sus niveles. El segundo biomarcador es el urato sérico. Aunque antes se le consideró únicamente responsable de la gota, hoy se sabe que también puede reflejar alteraciones metabólicas relacionadas con la resistencia a la insulina y el daño de los vasos sanguíneos. El tercero es el óxido de trimetilamina (TMAO), una molécula que ilustra la estrecha relación entre la alimentación, las bacterias que habitan nuestro intestino y la salud cardiovascular. El TMAO se produce cuando las bacterias del intestino metabolizan nutrientes presentes en alimentos como las carnes rojas y los huevos; posteriormente, el hígado transforma esos compuestos en TMAO, que pasa a la sangre. Las concentraciones elevadas de esta molécula se asocian con un mayor riesgo de aterosclerosis, trombosis y enfermedades cardiovasculares.

■ Principales hallazgos de Tlalpan 2020

■ Una de las principales contribuciones del proyecto Tlalpan 2020 ha sido generar evidencia sobre estos biomarcadores cardiovasculares en la población mexicana. Aunque estas moléculas han sido estudiadas en Europa, Norteamérica y Asia, se desconocía cuál era su comportamiento en México.

La Lp(a) fue uno de los biomarcadores con resultados más relevantes. Observamos que las mujeres presentaron concentraciones más elevadas que los hombres y que aproximadamente uno de cada siete adultos sanos tenía niveles considerados de alto riesgo cardiovascular. Además, quienes presentaban concentraciones elevadas de Lp(a) también mostraban mayores niveles de colesterol LDL, una combinación que favorece el desarrollo de aterosclerosis y que identifica a un grupo de personas que podría beneficiarse de estrategias preventivas intensivas.

Los hallazgos relacionados con el urato sérico también fueron reveladores. La hiperuricemia estuvo presente en 16.8% de la población, con una frecuencia considerablemente mayor en los hombres (28.4%) que en las mujeres (10%). Además, los factores asociados con el aumento del urato fueron diferentes en ambos sexos. En los hombres predominó la influencia de la función renal, el perfil de lípidos, los antecedentes familiares de gota y diabetes, así como el consumo de alimentos ricos en fructosa, carnes procesadas y bebidas azucaradas. En las mujeres, en cambio, el urato sérico mostró una asociación más estrecha con alteraciones cardiometabólicas, antecedentes familiares de trastornos metabólicos y factores relacionados con el estilo de vida, como el tabaquismo pasivo y la calidad del sueño. Estos resultados sugieren que el urato sérico constituye un indicador sensible del estado metabólico y podría contribuir a identificar personas con riesgo cardiometabólico incluso antes de la aparición de hipertensión o diabetes.

El tercer biomarcador fue el TMAO. A diferencia de lo descrito en otras regiones del mundo, encontramos que muy pocos participantes (1%) presentaban concentraciones asociadas con alto riesgo cardiovascular y que no existían diferencias importantes entre mujeres y hombres. Las concentraciones altas

◀ Estudio de cohorte

Tipo de investigación que evalúa a un grupo de personas sanas a lo largo del tiempo para determinar cómo la dieta, el estilo de vida o los niveles de un biomarcador influyen en la aparición de una enfermedad.

de TMAO se asociaron con niveles elevados de triglicéridos. Estos resultados indican que la población mexicana presenta niveles de TMAO inferiores a los observados en poblaciones afrodescendientes y europeas, asemejándose más a las poblaciones asiáticas, probablemente como consecuencia de diferencias en la dieta, la composición de la microbiota intestinal y otros factores ambientales.

En conjunto, estos hallazgos muestran que el riesgo cardiovascular no depende de un solo mecanismo biológico. La Lp(a) refleja principalmente la contribución de la herencia genética; el urato sérico integra información sobre el estado metabólico y los hábitos de vida; y el TMAO revela la participación de la microbiota intestinal y la alimentación. Analizados de manera complementaria, estos biomarcadores ofrecen una visión más completa de la enfermedad cardiovascular y ayudan a entender por qué algunas personas desarrollan enfermedad cardiovascular aun cuando los factores de riesgo tradicionales no parecen suficientes para explicarlo.

Incidencia social

Las enfermedades cardiovasculares continúan siendo la principal causa de muerte en México. Frente a este panorama, la mayor aportación del proyecto Tlalpan 2020 ha sido generar conocimiento que permita actuar antes de que aparezca la enfermedad. Conocer cuáles son los niveles habituales de biomarcadores cardiovasculares en la población mexicana representa un paso fundamental para interpretar correctamente estas pruebas y evitar depender exclusivamente de valores obtenidos en poblaciones con características genéticas, ambientales y dietéticas diferentes a las nuestras.

Los resultados también muestran que el riesgo cardiovascular no es igual para todas las personas. Mientras algunas presentan una mayor predisposición hereditaria, como ocurre con la Lp(a), otras desarrollan alteraciones relacionadas con el metabo-

lismo o con la interacción entre la alimentación y la microbiota intestinal.

Más allá de sus aportaciones científicas, Tlalpan 2020 demuestra la importancia de realizar investigación en nuestra propia población. La evidencia generada en México fortalece la toma de decisiones en salud pública, contribuye al desarrollo de guías clínicas adaptadas a nuestra realidad y acerca la posibilidad de ofrecer una prevención cardiovascular cada vez más precisa y efectiva.

Conclusiones

Durante décadas, la prevención cardiovascular se ha centrado en controlar la hipertensión, la diabetes, la obesidad, las alteraciones del colesterol y el tabaquismo. Aunque estos factores continúan siendo fundamentales, hoy sabemos que no explican por sí solos la complejidad biológica de las enfermedades cardiovasculares.

Los hallazgos del proyecto Tlalpan 2020 muestran que biomarcadores como la Lp(a), el urato sérico y el TMAO aportan información complementaria sobre distintos mecanismos involucrados, desde la predisposición genética hasta las alteraciones metabólicas y la influencia de la microbiota intestinal. Al mismo tiempo, ponen de manifiesto que estos biomarcadores deben interpretarse utilizando valores obtenidos en la población en que serán aplicados.

Más allá de describir nuevos factores de riesgo, el proyecto Tlalpan 2020 demuestra que generar conocimiento en nuestro propio contexto es indispensable para comprender mejor las enfermedades cardiovasculares y diseñar estrategias de prevención que respondan a las necesidades reales de nuestro país.

Luis Manuel Amezcua Guerra

Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco.

lamezcua@correo.xoc.uam.mx

Arturo Simoni-Nieves



Inmunoterapia: la nueva esperanza contra el cáncer alimentado por la obesidad

Resumen

La obesidad no sólo aumenta el riesgo de desarrollar cáncer, sino que también crea un entorno que dificulta su tratamiento. Los anticuerpos *biespecíficos*, una innovadora terapia inmunológica, están demostrando ser una herramienta prometedora para combatir tumores hepáticos, pulmonares y de ovario, incluso en pacientes con obesidad. Este artículo explora cómo funcionan estas moléculas “inteligentes” y por qué representan una esperanza real para quienes enfrentan este doble desafío.

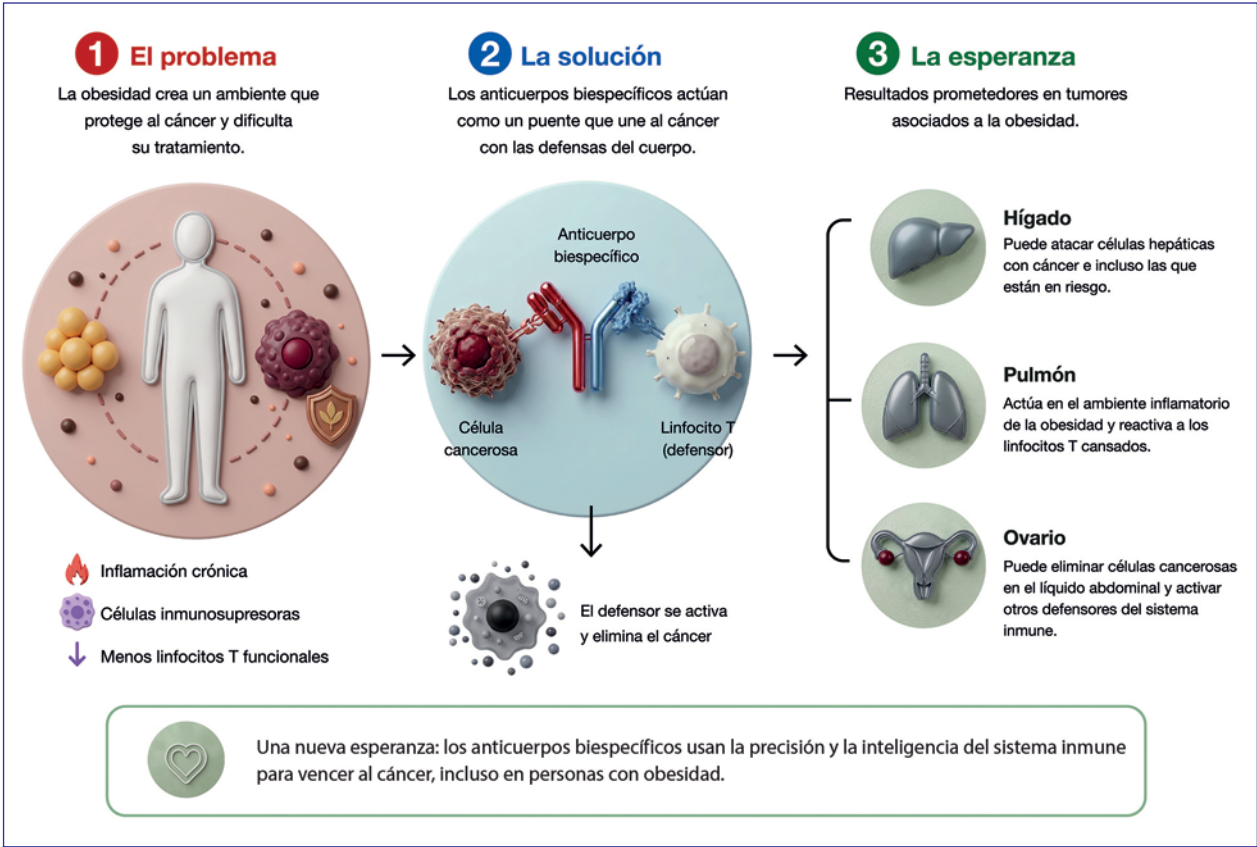
Abstract

Obesity not only increases the risk of developing cancer but also creates an environment that complicates treatment. *Bispecific* antibodies, an innovative immunotherapy, are proving to be a promising tool to combat liver, lung, and ovarian tumors, even in patients with obesity. This article explores how these “smart” molecules work and why they represent real hope for those facing this dual challenge.

La obesidad se ha convertido en un problema de salud que va mucho más allá del peso. Quienes la padecen no sólo enfrentan riesgos cardiovasculares o metabólicos, sino que también tienen más probabilidades de desarrollar ciertos tipos de cáncer. Y cuando el cáncer llega, la obesidad complica aún más las cosas. Los tumores de hígado, pulmón y ovario son especialmente sensibles a este entorno desfavorable. Pero ¿por qué la obesidad hace más difícil tratar el cáncer? La respuesta está en el **microambiente tumoral**. El exceso de grasa en el cuerpo genera inflamación constante, como si hubiera un incendio que nunca se apaga (**Figura 1**). Esta inflamación altera las defensas naturales del organismo y, en lugar de atacar al cáncer, las protege y les da un ambiente ideal para crecer. Es como si la grasa construyera un escudo alrededor de las células cancerosas.

Microambiente tumoral

El “vecindario” que rodea a un tumor, que incluye células, vasos sanguíneos y tejidos que pueden ayudar o dificultar el crecimiento del cáncer.



Anticuerpo biespecífico
Molécula artificial con dos brazos: uno se agarra a la célula cancerosa y el otro activa una célula defensora del cuerpo para que destruya el tumor.

Linfocito T
Tipo de célula del sistema inmune que combate infecciones y tumores.

Figura 1. Representación esquemática del efecto de la obesidad sobre el microambiente tumoral y del mecanismo de acción de los anticuerpos biespecíficos. La obesidad favorece un entorno inmunosupresor que limita la respuesta antitumoral. Los anticuerpos biespecíficos actúan como un puente entre las células tumorales y los linfocitos T promoviendo su activación y la eliminación de las células cancerosas. Se ilustran ejemplos de aplicaciones potenciales en tumores de hígado, pulmón y ovario. Imagen: Arturo Simoni y Joaquín González Vázquez, con apoyo de inteligencia artificial.

Frente a este problema, la ciencia ha creado una herramienta revolucionaria: los **anticuerpos biespecíficos**. Para entenderlos, imaginemos un puente con dos brazos. Uno de esos brazos reconoce y se agarra a la célula cancerosa, el otro brazo engancha a un “soldado” del sistema inmune, llamado **linfocito T**, y lo activa para que destruya el tumor. Es como si el anticuerpo tomara de la mano al canceroso y al defensor, y los obligara a enfrentarse. Esta estrategia es muy inteligente por varias razones. Primero, no necesita que la célula tumoral muestre una “identificación” que los cánceres suelen esconder para engañar al sistema inmune. Segundo, puede activar a los defensores, aunque sean pocos, algo muy útil porque dentro de los tumores suele haber muy pocos linfocitos T disponibles. Tercero, ataca puntos muy específicos del cáncer, como si tuviera una mira láser que sólo apunta a lo malo sin dañar lo sano.

En el cáncer de pulmón, especialmente en el tipo más común, la ciencia ha hecho un descubrimiento muy interesante. Uno de los problemas para curar este tipo de cáncer es que, con el tiempo, el tumor se vuelve resistente a los medicamentos. Es como si las células cancerosas aprendieran a esquivar los tratamientos. Los equipos de investigación descubrieron que una proteína llamada **AXL** actúa como un “escudo” que protege a las células cancerosas. Cuando un medicamento muy efectivo, llamado **Osimertinib**, ataca al cáncer, las células que sobreviven usan esa proteína **AXL** para hacerse fuertes y volver a crecer. Los investigadores decidieron entonces atacar por dos frentes: por un lado, usaron el **Osimertinib** para frenar el crecimiento del cáncer; por otro lado, diseñaron un anticuerpo biespecífico –es decir, un puente con dos brazos– que ataca a dos proteínas a la vez: una llamada **EGFR**, que es el blanco del medi-

camento, y la proteína AXL, que es el escudo protector del cáncer. Es como si, además de usar un cañón contra el enemigo, le quitáramos su escudo para que no pueda defenderse. Los resultados fueron sorprendentes. En experimentos con ratones con cáncer de pulmón, el tratamiento combinado logró que los tumores desaparecieran y no volvieran a aparecer durante mucho tiempo. En algunos casos, los animales se mantuvieron sin cáncer durante más de seis meses después de terminar el tratamiento. Esto es muy importante porque, normalmente, el cáncer de pulmón suele regresar después de un tiempo.

Las investigaciones compararon dos formas de bloquear la proteína AXL. Una consistía en usar un medicamento tradicional que inhibe su función; la otra usaba el anticuerpo biespecífico. Descubrieron que el anticuerpo era mucho más efectivo porque no sólo bloqueaba la proteína, sino que la “eliminaba” de la superficie de las células cancerosas. Además, el anticuerpo ayudaba a que el sistema inmune reconociera y atacara mejor el tumor. Otra ventaja clave es que los medicamentos tradicionales pueden ser más tóxicos para el cuerpo, mientras que los anticuerpos son más específicos y causan menos efectos secundarios. Esto es especialmente importante en pacientes

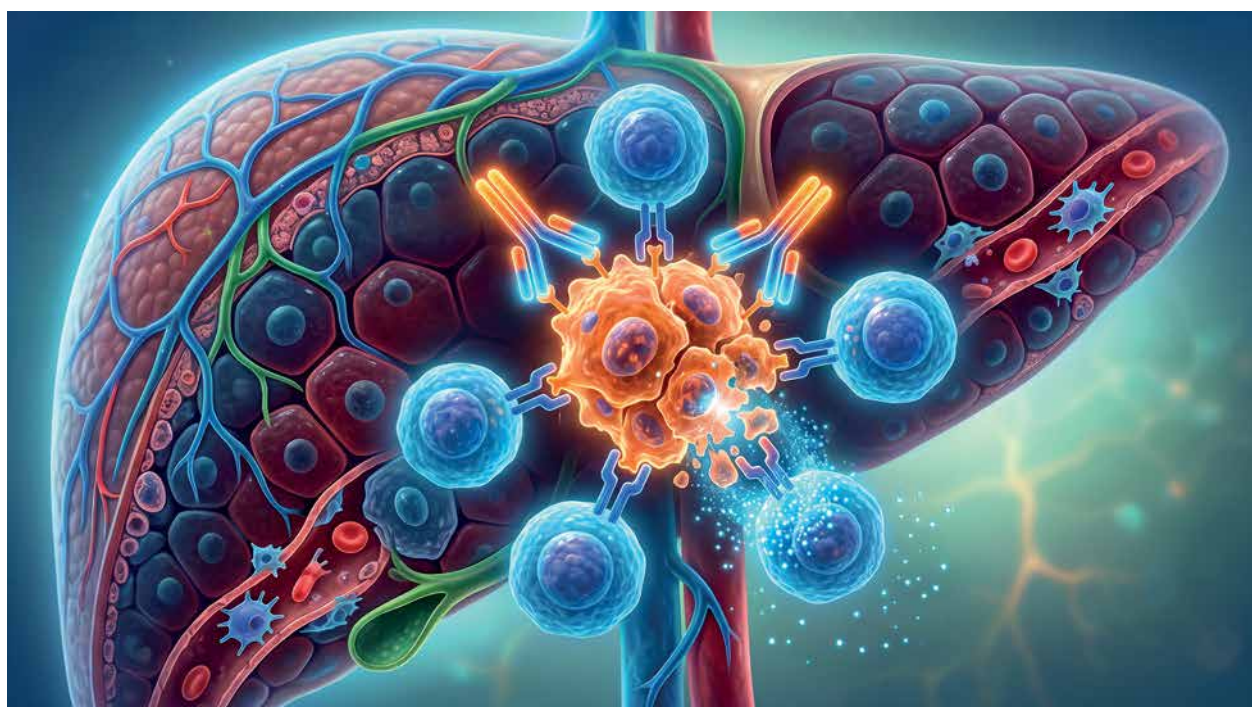
con obesidad, donde el cuerpo ya está inflamado y cualquier tratamiento agresivo puede ser más difícil de tolerar.

En el cáncer de hígado, que está aumentando mucho debido a la obesidad y al **hígado graso**, los anticuerpos biespecíficos también están mostrando resultados prometedores. Se están probando anticuerpos que reconocen dos proteínas diferentes al mismo tiempo en las células tumorales del hígado, lo que aumenta la precisión y reduce la posibilidad de que el cáncer se vuelva resistente. Además, se están diseñando versiones de estos anticuerpos que duren más tiempo en el cuerpo, para que los pacientes necesiten menos dosis.

En el cáncer de ovario, los primeros ensayos con estos anticuerpos dieron resultados sorprendentes. En un estudio, una paciente con cáncer de ovario muy avanzado tenía líquido acumulado en el abdomen, algo muy común y doloroso. Después de recibir el tratamiento con anticuerpos biespecíficos directamente en esa zona, las células cancerosas desaparecieron del líquido y la paciente estuvo seis meses sin necesitar que le drenaran el abdomen nuevamente. Esto fue posible porque estos anticuerpos pueden reconocer proteínas que abundan en las células de

◀ Hígado graso

Acumulación excesiva de grasa en las células del hígado, muy relacionada con la obesidad y que puede llevar a inflamación y daño hepático.



cáncer de ovario y, además, activan no sólo a los linfocitos T, sino también a otros soldados del sistema inmune, como los macrófagos, que trabajan en equipo para eliminar el tumor.

La obesidad no es sólo un factor que aumenta el riesgo de cáncer, también cambia la forma en que los tratamientos funcionan. Las células de grasa producen sustancias que protegen a los tumores y dificultan que los medicamentos lleguen a ellos. Incluso pueden atrapar algunos fármacos y evitar que lleguen a su destino. Pero los anticuerpos biespecíficos están diseñados para ser más pequeños y ágiles que otros tratamientos, por lo que pueden penetrar mejor en los tejidos, incluso en aquellos rodeados de grasa. Además, al activar los linfocitos T justo donde está el tumor, evitan muchas de las trampas que la obesidad les tiende.

Las investigaciones no se detienen aquí. En el Laboratorio de Fisiología Celular y Medicina Tradicional del Departamento de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, ya se están empleando anticuerpos biespecíficos que no sólo atacan al cáncer, sino que también bloquean las señales inflamatorias que produce la grasa. Es decir, son moléculas con dos funciones: eliminar el tumor y, al mismo tiempo, apagar el incendio inflamatorio que la obesidad mantiene encendido. Estos diseños de próxima generación podrían ser especialmente útiles para pacientes que enfrentan ambos problemas.

Los anticuerpos biespecíficos representan una de las estrategias más innovadoras en la lucha contra el cáncer en pacientes con obesidad. Al reconectar el sistema de defensa del cuerpo y atacar directamente los tumores de hígado, pulmón y ovario, ofrecen esperanza donde otros tratamientos han fallado. Aún

hay desafíos por resolver, pero los resultados iniciales son muy alentadores. La ciencia avanza hacia terapias cada vez más personalizadas, capaces de adaptarse a la realidad de cada paciente, especialmente de aquellos que enfrentan el doble reto de la obesidad y el cáncer.

Arturo Simoni-Nieves

Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa.

snar@xanum.uam.mx

Lecturas recomendadas

- Asociación Española Contra el Cáncer (s. f.), "Cáncer de hígado", *Asociación Española Contra el Cáncer* [en línea]. Disponible en: <<https://www.contraelcancer.es/es/todo-sobre-cancer/tipos-cancer/cancer-higado>>, consultado el 30 de agosto de 2026.
- Gallardo Rincón, D., G. C. Alamilla García, R. A. Salcedo Hernández, A. Bahena González, R. M. Álvarez Gómez *et al.* (2020), "Oncoguía de cáncer de ovario 2020", *Latin American Journal of Clinical Sciences and Medical Technology* [en línea]. Disponible en: <<https://doi.org/10.34141/LJCS6107311>>.
- Mayo Clinic (2026), "Tratamiento con anticuerpos biespecíficos", *Mayo Clinic* [en línea]. Disponible en: <<https://www.mayoclinic.org/es/tests-procedures/bispecific-antibody-therapy/about/pac-20594103>>, consultado el 30 de agosto de 2026.
- OMS (2025), "Obesidad y sobrepeso", *Organización Mundial de la Salud* [en línea]. Disponible en: <<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>>, consultado el 30 de agosto de 2026.
- Remon, J. (2022), "La inmunoterapia del cáncer", *Sociedad Española de Oncología Médica* [en línea]. Disponible en: <<https://www.seom.org/100317-informacion-al-publico-guia-de-tratamientos/inmunoterapia-del-cancer>>, consultado el 30 de agosto de 2026.