

*Dónde tus dudas encuentran respuesta
y se despierta tu curiosidad*

Número 6
Septiembre, 2024



 **ASI**
SOCIETAT MEXICANA DE INMUNOLOGIA A.C.

**SMI**
SOCIETAT MEXICANA DE INMUNOLOGIA A.C.

Revista de Divulgación
de la Sociedad Mexicana
de Inmunología

Descripción de la portada

La portada representa la lucha existente de las células de nuestro sistema inmune contra las células cancerígenas. Por lo mismo, la idea fue representar un escenario de ring de lucha libre en el que los luchadores tienen esta batalla y que se transmite desde una pantalla gigante. En el público podemos encontrar diversos tipos de células con muchas expresiones y de diversos colores para indicar la complejidad de esta enfermedad. Además, las distintas células representan la diversidad de las infancias y el apoyo en su lucha contra el cáncer.

Finalmente el árbitro del encuentro es el tlacuache, ya que es un personaje elegido por la comunidad de ASI Leucemia Infantil.

Este trabajo fue realizado por Felipe G. Serrano, biólogo e ilustrador científico. Para más información sobre su proyecto y obra puedes visitar su sitio web [Illustrative Science](https://www.illustrative-science.com) y su cuenta de Instagram [@biologo_ilustrador](https://www.instagram.com/biologo_ilustrador).

Felipe G. Serrano

Illustrative Science y Proyecto *Biólogo Ilustrador*.
Valdivia, Chile.



Editorial

Más que fuegos artificiales

Septiembre es muy significativo para las y los mexicanos, por razones que no necesito enlistar porque seguramente aún nos estamos saboreando los festejos. Pero este mes es importante internacionalmente, ya que septiembre también es el mes de la [Concientización sobre el Cáncer Infantil](#). El cáncer es la principal causa de pérdida de la vida por enfermedad en niños menores de 14 años, por lo que hablar de este tema es, literalmente, algo de vida o muerte.

En *El infocito* quisimos abordarlo con toda la fuerza y energía que merece, por lo que colaboramos con 14 mentes creativas del grupo [ASI Leucemia Infantil](#) que, tomando inspiración en la lucha libre mexicana, una metáfora de resistencia, agilidad y estrategia, te traemos una edición que rinde homenaje a los pequeños guerreros y guerreras que enfrentan esta batalla, al igual que a sus familias y a los equipos médicos y científicos que los acompañan en cada round.

Para inaugurar la función, tenemos Lucero y Jairo nos transportan al contexto histórico de la leucemia y nos recuerdan la importancia de un buen diagnóstico para salir victorioso en esta batalla. Luego, Laura y Julián nos explican el origen de todo: cómo las células que dan origen a las células sanguíneas pueden salirse de control y perder la batalla *A dos de tres caídas*.

En la arena, todas las partes son importantes; por eso Lourdes y Briceida nos recuerdan lo importante que es tener los ojos bien abiertos a los primeros signos de la enfermedad, pues contar con un "réferi" vigilante puede marcar la diferencia en el resultado del combate. Por otro lado, Anaclara y Dalia nos ayudan a comprender cómo las madres y los padres pueden acompañar a sus peques en esta difícil batalla, ofreciéndonos una visión clara sobre los tratamientos y los retos que enfrentan.

Sabemos que en las luchas existen bandos e identificarlos para ver a quién dedicaremos nuestros gritos más entusiastas resulta indispensable.

De a misma manera, identificar de forma precisa el tipo de células leucémicas que enfrentamos es esencial para un buen tratamiento y requiere de herramientas como el inmunofenotipo por citometría, del que te contamos, Bety y yo en nuestro artículo. Y hablando de tratamientos, Alberto, Karla y Ana Paola nos traen uno de los desarrollos más emocionantes en la lucha contra el cáncer: la terapia con células CAR-T, una esperanza renovada para quienes han agotado otras opciones.

Y así como el trabajo en equipo en la arena hace que la función sea más interesante, en la lucha contra la leucemia es esencial la participación de todos los equipos pero, sobre todo, ¡que se comuniquen la estrategia entre sí! No te pierdas el artículo de Gina y Lulú, que nos explican como es que *ASI luchamos mejor contra el cáncer*.

Para cerrar, como no se puede hablar de los chiquis sin los chiquis, en este número te presentamos algunos de los dibujos con los que niñas y niños respondieron a la pregunta "¿Cómo luchas contra el cáncer?". No te pierdas estas obras al final de la revista y nuestro suplemento especial. Y en la sección para infancias, el tlacuache de ASI nos habla de algunas características de esas células que se han salido de control.

Esperamos que este número te inspire y te brinde información valiosa sobre el cáncer infantil y las formas de enfrentarlo. Como en el ring, la lucha es ardua, pero en conjunto, podemos vencer.

Gracias por acompañarnos nuevamente en este viaje, no te olvides de contarnos qué te pareció.

Abrazos,



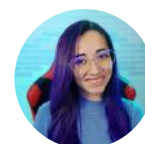
Jessica Lakshmi Prieto Chávez

Editora en Jefe de *El infocito* y

Equipo Operativo de ASI Leucemia Infantil

Ciudad de México, México.

Contacto: elinfocito@gmail.com





SOCIEDAD MEXICANA
DE INMUNOLOGÍA

En la lucha contra las enfermedades
infecciosas, autoinmunes, alergias y el cáncer

Presidenta

Yvonne Jane Rosenstein Azoulay

Vicepresidenta

Eva María Salinas Miralles

Secretaria

Diana Patricia Portales Pérez

Prosecretaria

Marion E. G. Brunck



Editora en jefe

Jessica Lakshmi Prieto Chávez

Editor ejecutivo

Jesús Marvin Rivera Jiménez

Comité editorial

Libier Cabrera Rivera,

Daniel Rivera Mendoza,

Diana C. Villalpando Sánchez

El infocito es una publicación electrónica trimestral, editada y distribuida por la Sociedad Mexicana de Inmunología, A.C., con domicilio en Av. Álvaro Obregón 151, Despacho 1301, Of. 5, Alcaldía Cuauhtémoc, Ciudad de México, C.P. 06700.

Teléfono: (+52) 55 7162 2116 ext. 105,
sociadmxicanadeinmunologia.org/el-infocito,
elinfocito@sociadmxicanadeinmunologia.org

Editora responsable: Jessica Lakshmi Prieto Chávez.
Reserva de derechos al uso exclusivo del título: en trámite, ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Año 2, número 6, septiembre de 2024

El contenido de los artículos publicados en El infocito es responsabilidad exclusiva de las y los autores, por lo que esta revista se deslinda de cualquier situación legal derivada por plagios, copias parciales o totales de artículos ya publicados y la responsabilidad legal recaerá directamente en las y los autores del artículo. Asimismo, los artículos no reflejan necesariamente el punto de vista de la SMI. Se autoriza la reproducción de los contenidos de esta revista siempre y cuando se cite explícitamente la fuente y se solicite vía correo electrónico la autorización correspondiente.

Índice

02 ¡Rudos vs. Técnicos!: ¿Lucharán sin límite de tiempo?

Lucero López García y Jairo Villanueva Toledo

06 A dos de tres caídas: Hematopoyesis y leucemia

Laura Cecilia Zárraga Vargas y Julián Grandvallet Contreras

10 El combate de la historia: Entendiendo la leucemia infantil desde el ring

Jebea Anaclara López Blanco y Dalia Ramírez- Ramírez

14 Cuándo la leucemia sube al ring, ¿tienes un réferi atento?

Lourdes Vega Vega y Briceida López Martínez

18 ¡Están fuera de control!: Estrategias de las células cancerosas

Texto: Jessica Lakshmi. Ilustración: Felipe Serrano.

20 Desenmascarando a las células leucémicas

Jessica Lakshmi Prieto Chávez y Beatriz Pérez Romano

24 Una lucha microscópica: Las células CAR-T vs. Las Rudas Células Cancerosas

Alberto Olaya Vargas, Karla Guadarrama Escutia y Ana Paola Gómez Ocampo

28 ASI luchamos mejor contra el cáncer

Lourdes A. Arriaga Pizano y Gina Martinez Flisser

32 Glosario

34 Boletín especial: ¿Cómo luchas contra el cáncer?

38 Agradecimientos

¡Rudos vs. Técnicos!

¿Lucharán sin límite de tiempo?

LUCERO LÓPEZ GARCÍA Y JAIRO VILLANUEVA TOLEDO

¿Alguna vez te has preguntado qué tienen en común la lucha libre mexicana y la leucemia?

Suena extraño, ¿verdad? Pero dentro de nuestro cuerpo ocurren batallas que podrían compararse con un espectáculo de lucha libre. En el caso de la **leucemia**, por ejemplo, nuestro sistema inmune protagoniza grandes enfrentamientos, como si nuestro cuerpo fuera una arena llena de acción.

En este escenario, las células que nos defienden —los técnicos— se enfrentan a los blastos leucémicos —los rudos—. Lo curioso es que estos en algún momento debutaron como técnicos, como blastos, pero decidieron ignorar las reglas y comenzaron a comportarse de manera rebelde.

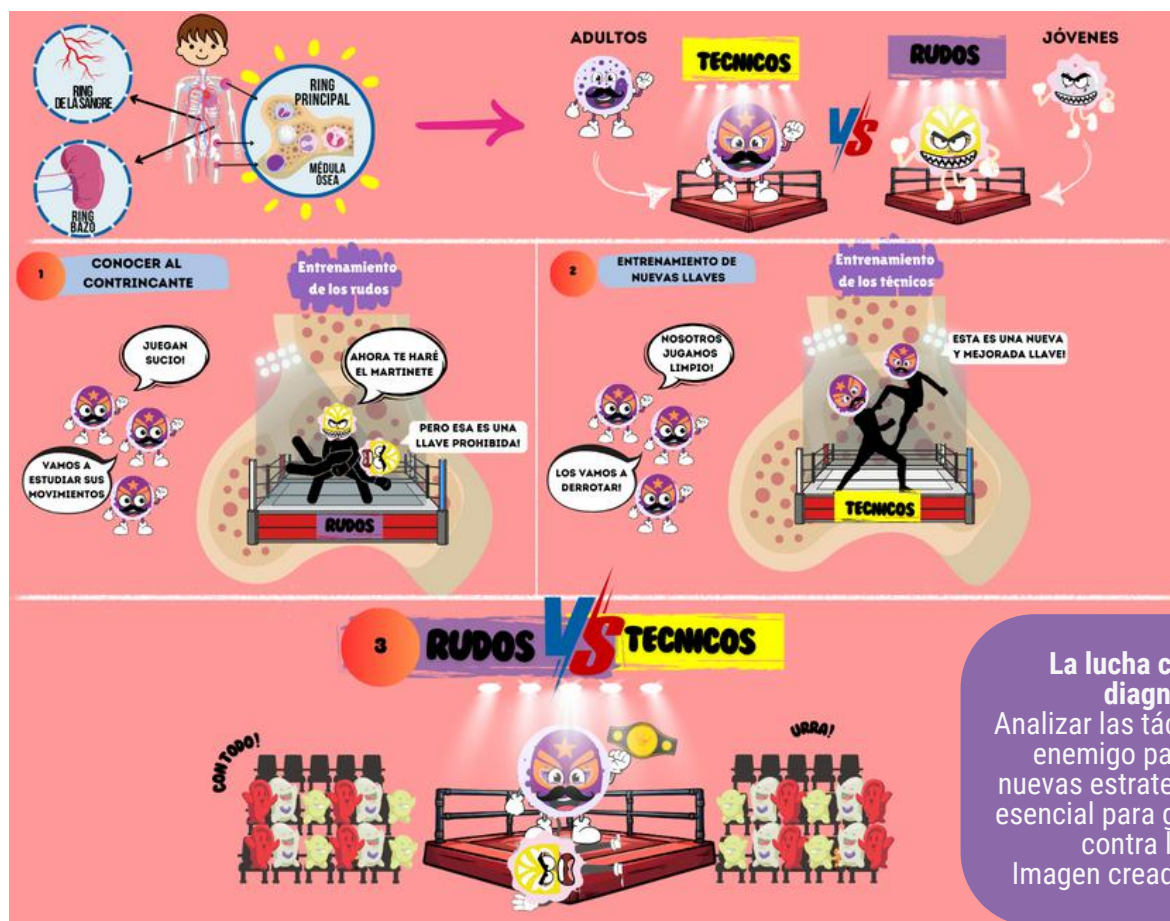
Las luchas pueden darse en diferentes "rings" dentro del cuerpo. Los más comunes en el caso de la leucemia son el bazo, la sangre y la médula ósea, siendo esta última como la Arena México de nuestro cuerpo. Al igual que en la famosa catedral de la lucha libre, en la médula ósea es donde las células nacen, crecen y se entrenan para convertirse en luchadores preparados. Una vez listas, se lanzan al ring en busca de campeonatos y nuevas peleas en otras partes del cuerpo.

El origen del bando de los Rudos

El descubrimiento de células anormales, como las que causan leucemia, comenzó en el siglo XVII. Con el paso del tiempo, las personas que dedicadas al estudio de este tema notaron que, cuando había un aumento significativo de estas células en comparación con las que defienden el cuerpo, se empezaba a desarrollar lo que conocemos como leucemia. Este incremento de "los rudos", los blastos leucémicos, se da en uno de los "rings" más importantes: la sangre. Pero, ¿cómo podemos identificar cuándo estos rudos están aumentando o saber quién es rudo y quién técnico?

En un inicio, no era posible distinguir entre las células defensoras y las células problemáticas. Fue necesario utilizar herramientas que nos permitieran observarlas más de cerca. Una técnica clave fue el uso de tinciones celulares, que funcionaron como si observáramos los detalles de los trajes de los luchadores: su color, textura, y efectos especiales. A través de esto, se pudo identificar a las células problemáticas y catalogarlas, clasificándolas según su nivel de peligrosidad o capacidad para dañar al organismo.

Uno de los principales retos siempre ha sido obtener la mayor cantidad de información sobre estas células dañinas. Un ejemplo ocurrió en los años 90, cuando un niño llamado Robert fue diagnosticado con



leucemia. Se detectó un gran número de células anormales tanto en su médula ósea como en su sangre. Robert presentaba síntomas como palidez, debilidad y numerosos moretones en los brazos y piernas, causados por el conflicto entre las células sanas y las células malignas dentro de su cuerpo. La pregunta entonces fue: ¿cómo podemos ayudar a sus células defensoras?

Gracias a los estudios y la información que se tenía sobre estas células malignas, se encontró un tratamiento que fortaleció a las células sanas de Robert y les dio nuevas herramientas para luchar contra las células dañinas. Así como cuando un luchador aprende nuevas llaves para la pelea. Como resultado, después de dos meses de tratamiento, Robert pudo volver a caminar.

Pero, así como hay batallas que no se ganan sólo con nuevas llaves, hay casos en los que un tipo de tratamiento no es suficiente.

En la leucemia, las células malignas no solo invaden el cuerpo, sino que también se apoderan de la médula ósea, el lugar donde se generan todas las células sanguíneas. Allí, las células dañinas pueden incluso influir en las células jóvenes para que adopten un comportamiento anormal. Una solución eficaz para estos casos es el trasplante de médula ósea, que reemplaza la médula afectada por una sana, permitiendo que se desarrollen nuevas células normales. Esto es equivalente a eliminar el problema de raíz, como sacar a los rudos de la arena antes de que causen más problemas.

Es importante destacar que esta batalla ha sido larga y que, en muchas ocasiones, el mayor enemigo es el **mal diagnóstico**. Aunque existen herramientas para identificar y clasificar a las células malignas, si no se diagnostica correctamente el tipo de leucemia, las estrategias de tratamiento pueden no ser efectivas.

¿Qué pasa si confundimos al enemigo?

Un mal diagnóstico puede llevar a muchas complicaciones, por lo que es importante identificar desde el principio a qué tipo de células malignas nos enfrentamos. Al igual que en un combate de lucha libre, no es lo mismo enfrentarse a Blue Demon que a La Parka, ya que ambos luchadores tienen tácticas y estilos de pelea distintos, por lo que tal vez querríamos adaptar nuestro entrenamiento. Conocer bien al enemigo es clave para decidir el tipo de tratamiento y apoyo que necesitarán las células sanas del cuerpo para poder vencer a las células malignas.

Imaginemos una situación: en ocasiones, un luchador enmascarado parece estar del lado de los buenos, pero en el momento menos esperado traiciona a su equipo y lucha en su contra. Esto es similar a lo que ocurre cuando una célula parece inofensiva, pero en realidad está actuando de manera peligrosa. Si creemos que conocemos al enemigo sin haber hecho un buen diagnóstico —es decir, sin desenmascarar por completo sus intenciones—, podríamos aplicar un tratamiento equivocado que no será lo suficientemente efectivo para derrotar a todas las células malignas. Puede que eliminemos algunas, pero otras podrían sobrevivir, lo que lleva a una recaída de la enfermedad. En este escenario, las células malignas que no fueron erradicadas resurgen, tomando nuevamente el control de la médula ósea, el "ring" más importante del cuerpo.

Tal como en la lucha libre, no se aplica la misma técnica de combate a todos los rivales. Algunas estrategias, como una "quebradora" o una "nelson", son efectivas en ciertos casos, pero ineficaces en otros. De la misma forma, los tratamientos contra la leucemia varían según el tipo de enfermedad, y es crucial seleccionar el adecuado para

vencer a las células malignas. Además, es importante saber qué tipo de apoyo adicional podemos ofrecer a las células sanas. A veces, al igual que en una lucha extrema donde se usan sillas o mesas, se administran medicamentos poderosos para ayudar a combatir a las células malignas. Sin embargo, si se usan en exceso o de manera inadecuada, estos medicamentos pueden terminar dañando también a las células sanas, lo que se conoce como toxicidad por medicamento.

En resumen, si no proporcionamos las herramientas necesarias y no preparamos adecuadamente a las células sanas, las células malignas ganarán terreno, expandiéndose hacia otros órganos como la sangre o el bazo. Por eso, es fundamental "desenmascarar" al enemigo, entender sus tácticas y aplicar el tratamiento correcto para que las células sanas desarrollen las habilidades y estrategias necesarias para derrotar a las células malignas.

La lucha contra la leucemia, y contra los errores de diagnóstico, es intensa y requiere una determinación semejante a la de un combate de "máscara contra cabellera". Con el conocimiento adecuado, precisión y un monitoreo constante, podremos ayudar a que más pacientes salgan victoriosos en esta batalla, regresando con la esperanza renovada y la salud restaurada.

PARA SABER MÁS

1. Ortiz C. "Notas sobre la historia de la leucemia". *Patología Revista* (2013). Consúltalo en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/patrevlat/rlp-2013/rlp131l.pdf>
2. Terwilliger T, et. al. "Acute lymphoblastic leukemia: a comprehensive review and 2017 update". *Blood Cancer* (2017). Consúltalo en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5520400/>
3. Rodríguez MJM, et. al. "Leucemia linfoblástica aguda diagnóstico". *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento* (2020). Consúltalo en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7591561>

LAS MENTES CREATIVAS

Lucero López García

Centro de Investigación Biomédica de Oriente, IMSS
Atlixco, Puebla, México.



Jairo Villanueva Toledo

HRAEPY-IMSS Bienestar.

Mérida, Yucatán, México.

Contacto: jvillanuevat@conahcyt.mx



Editado por: Libier C.



A dos de tres caídas: Hematopoyesis y leucemia

LAURA CECILIA ZÁRRAGA VARGAS Y JULIÁN GRANDVALLET CONTRERAS

Apreciable público, para una mejor experiencia de lectura, le sugerimos poner de fondo la canción "Los Luchadores". Ya sea la versión del Conjunto África o la versión más reciente, de Moderatto. La elección es suya. Y ahora sí... ¡Lucharán a dos de tres caídas, sin límite de tiempo!

En esta esquina: ¡los técnicos!

La arena está de bote en bote... Y en este caso, la arena será la médula ósea, una especie de ambiente esponjoso dentro de nuestros huesos. Este lugar es ideal para que se generen las células que forman nuestra sangre, las cuales se renuevan constantemente. Este proceso, en el que se producen las células de la sangre, se conoce como hematopoyesis. Todo comienza con un pequeñísimo grupo de células inmaduras conocidas como **células troncales hematopoyéticas (CTH)**. Estas células tienen habilidades especiales, como clonarse a sí mismas y generar cada uno de los distintos tipos de células sanguíneas.

Para que esto ocurra, las CTH, que son algo así como aprendices de luchador; deben de recibir de su entorno, las señales químicas y físicas adecuadas. Estas señales les permiten adquirir y perfeccionar un conjunto de habilidades que las diferencian de otras CTH y que ayudan a mantener el equilibrio en la sangre. Es como cuando Mil Máscaras cambiaba el diseño de su máscara según las sugerencias de sus fanáticos, o cuando el público les grita a los luchadores en el ring: "¡Métele la Wilson!", "¡Quítate el candado!", o "¡Hazle la Mecedora!".

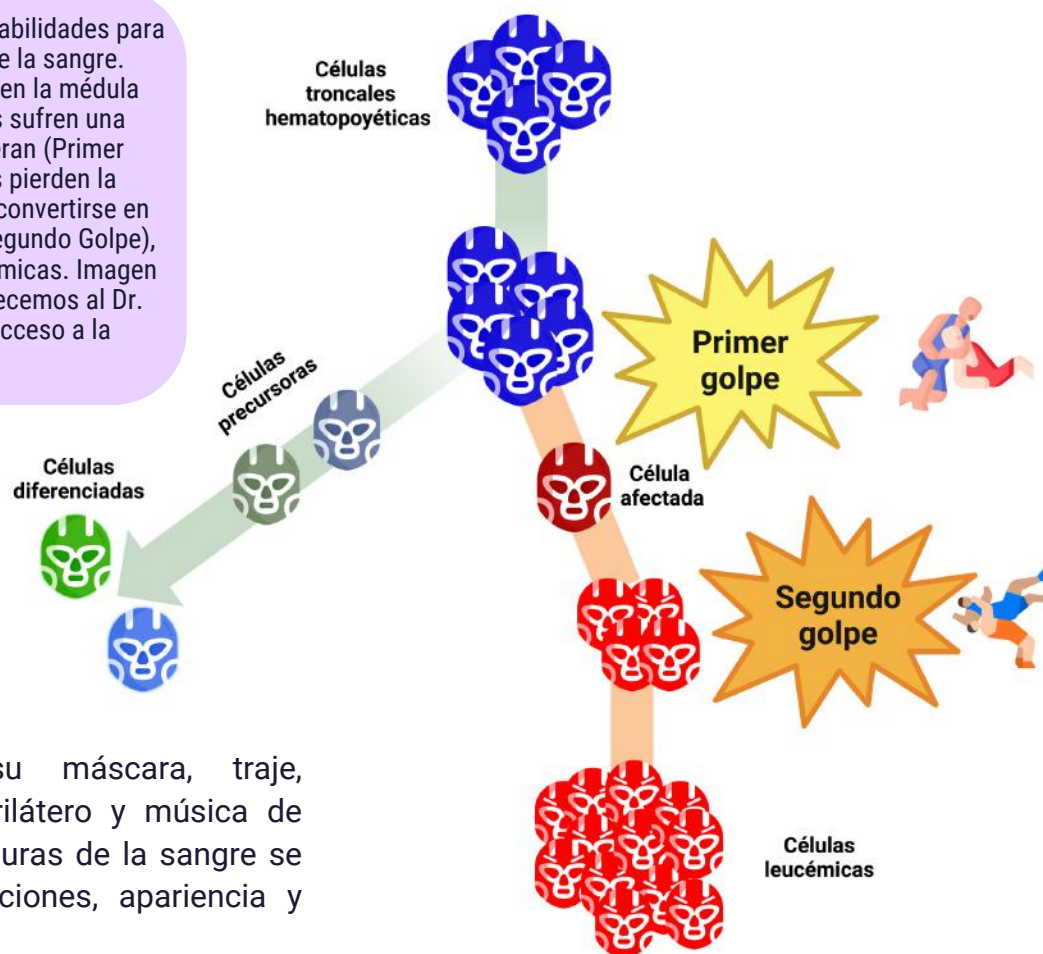
Sin embargo, convertirse en una leyenda de la lucha libre, con un nombre que cause admiración, no es algo que suceda de la noche a la mañana. Requiere pasar por muchos niveles de entrenamiento, probar varios nombres, cambiar diseños de máscara y ganar numerosas peleas. De manera similar, las **CTH**, después de alcanzar ciertas habilidades y de reducir la facilidad con la que se duplican, pasan a formar parte de un grupo más amplio y diverso de células llamadas células precursoras.

Las **células precursoras**, en esta fase de la hematopoyesis, se parecen a un grupo diverso de luchadores de nivel intermedio, con diferentes grados de experiencia. Estas células continúan diferenciándose en la médula ósea, adquiriendo habilidades que están especializadas en una cierta función o área, según las señales que reciban de su entorno.

Esta súper especialización permite que, en algún momento, las células precursoras puedan migrar a otros órganos o lugares del cuerpo donde perfeccionarán sus habilidades. Allí se unirán a grupos de células similares y, finalmente, circularán por la sangre como **células maduras** o diferenciadas. Al igual que los luchadores consagrados, que son fáciles

Izquierda: Las CTH adquieren habilidades para formar las distintas células de la sangre.

Derecha: Durante su estancia en la médula ósea, las células precursoras sufren una alteración que evita que mueran (Primer Golpe). Luego, estas células pierden la capacidad de especializarse y convertirse en células útiles para la sangre (Segundo Golpe), convirtiéndose en células leucémicas. Imagen creada en BioRender®. Agradecemos al Dr. Matthew Witkowski por el acceso a la plataforma.



de identificar por su máscara, traje, habilidades en el cuadrilátero y música de entrada, las células maduras de la sangre se distinguen por sus funciones, apariencia y nombre.

Así, habrá células precursoras que darán origen a **células especializadas** en llevar oxígeno por todo el cuerpo, otras que se convertirán en células maduras capaces de devorar bacterias, y algunas más que generarán moléculas para defendernos de bacterias y virus.

En esta otra: ¡los rudos!

Así como en la lucha libre, donde el referí intenta mantener el orden en el cuadrilátero con ojo de águila sobre cada movimiento de los luchadores, la hematopoyesis también es un proceso muy vigilado. Cuando una célula no sigue las reglas, es rápidamente marcada para ser eliminada. Sin embargo, en ocasiones, las **células precursoras** comienzan a adoptar comportamientos rebeldes y los repiten constantemente. Se vuelven tan habilidosas que, a pesar de su mal comportamiento, logran mantenerse en la

médula ósea. Es como si pasaran de ser células técnicas a células rudas... y no cualquier rudo, ¡nos referimos a unos muy rudos, como El Cavernario Galindo!

Por ejemplo, estas células rudas ignoran las señales que les indican que no deben hacer tantas copias de sí mismas. Esto provoca que la médula ósea se llene de células precursoras rebeldes, como cuando el Hijo del Perro Aguayo entraba a la arena acompañado por Los Perros del Mal. Además, estas células consumen más rápido los recursos disponibles en la médula ósea y, aunque intentan realizar tareas más avanzadas, no logran perfeccionarlas. Aun así, pasan estas habilidades incompletas a las copias que generan de sí mismas.

Este comportamiento rebelde y la incapacidad de eliminar a estas células rudas generan enfermedades como la leucemia, un tipo de cáncer en el que se pierde el equilibrio de funciones y tipos de células en la médula ósea y en la sangre. Las células precursoras rudas, ahora llamadas **células leucémicas**, llenan la médula ósea con sus copias, que tienen el mismo o peor comportamiento. Con el tiempo, estas células desplazan a las células precursoras normales, hasta el punto de escapar de la médula ósea e invadir otras áreas. Al haber menos células precursoras normales, el cuerpo no puede producir suficientes células maduras, lo que genera serios problemas en la sangre.

Esta falta de células maduras se manifiesta en el cuerpo como la aparición de moretones, grandes y pequeños, sin haber recibido golpes. También se presentan sangrados frecuentes, cansancio o mareos debido a la falta de células que transportan oxígeno, o enfermedades recurrentes porque no hay suficientes células que nos protejan de bacterias y virus.

Aunque todavía no se entiende completamente por qué las células precursoras adoptan este comportamiento rudo, existe una teoría conocida como la "teoría de los dos hits", que sugiere cómo las células precursoras pueden ser incitadas a comportarse de esta manera en la médula ósea.

Dos de tres caídas: el origen de las habilidades rudas

Cuando un luchador permanece más de tres segundos con la espalda sobre el piso, se dice que ha sufrido una caída. Para perder la pelea, se necesitan dos de tres caídas. De manera similar, la **teoría de los dos hits** sugiere que, para que una célula se convierta en una célula leucémica, debe experimentar al menos dos

eventos transformantes o "golpes" que afecten su funcionamiento.

Ahora, ¿qué ocurre en el primer golpe? Según esta teoría, la célula primero adquiere una ventaja para sobrevivir, algo así como cuando un luchador consigue meter un objeto prohibido al ring sin que el réferi se dé cuenta. En el caso de las células, esta ventaja puede ser la capacidad de obtener energía más rápido, de usar fuentes de energía no convencionales, de duplicarse más velozmente, o de evitar su propia destrucción.

¿Alguna vez han visto a un luchador que, tras hacer varias trampas, es bloqueado o amonestado? Pues, en el segundo golpe que sufren las células, ocurre algo similar. La célula pierde la capacidad de diferenciarse, es decir, ya no puede convertirse en una célula madura de la sangre.

Estas habilidades hacen que las células leucémicas sean difíciles de eliminar. De hecho, se ha observado que, en condiciones adversas dentro de la médula ósea, donde normalmente otras células morirían, las células leucémicas logran aumentar su capacidad de supervivencia. Algunas pueden caer, pero otras se vuelven aún más rudas. Por eso, tanto especialistas en salud como investigadoras e investigadores siguen buscando las mejores estrategias para identificar a tiempo cuando una célula empieza a comportarse como un rudo y para bloquear sus habilidades. Su objetivo es lograr una victoria definitiva, como si aplicaran una llave maestra que, al final, saque a las células leucémicas del ring.

PARA SABER MÁS

1. Valencia-González H, et al. "Las células troncales y el cáncer". *Ciencia* (2023). Consúltalo en:
<https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/index.php/vol-74-numero-1/341-novedades-cientificas/999-las-celulas-troncales-y-el-cancer>
2. Lagunas-Rangel F. "Virus y cáncer". *Ciencia* (2018). Consúltalo en:
<https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/index.php/ediciones-antteriores/articulos-fuera-de-los-volumenes-publicados-online/310-virus-y-cancer>

LAS MENTES CREATIVAS

Julián Grandvallet Contreras

Universidad de Colorado Anschutz Medical Campus.
Aurora, Colorado, EEUU.



Laura Cecilia Zárraga Vargas

Facultad de Medicina, UAEM, Hospital del Niño Morelense y ASI leucemia infantil (PRONAI 303064).
Morelos, México.
Contacto: lczarzagav@gmail.com



El combate de la historia: Entendiendo la leucemia infantil desde el ring

JEBEA ANACLARA LÓPEZ BLANCO Y DALIA RAMÍREZ- RAMÍREZ

Cáncer, seis letras juntas que nadie quiere escuchar y mucho menos cuando se dirigen a nuestros hijos. El escritor Bernard Shaw menciona que “la única obligación de un niño es ser feliz”, pero ¿cómo mantener la felicidad cuando esa enfermedad toca a la puerta? Escuchar la palabra **leucemia**, el llamado “cáncer de la sangre”, genera un torbellino de emociones. Porque, seamos honestos, esta pelea que los padres están a punto de enfrentar con sus hijos es una de las más difíciles, como un combate que parece no tener fin.

Desde el primer signo de alerta -un moretón misterioso o un cansancio inexplicable-, comienza el enfrentamiento en el ring. La pérdida de peso en poco tiempo, sangrado de encías y fiebres sin razón conocida. Como si fuera un luchador que aparece de sorpresa, la leucemia llega sin avisar, obligando a padres y madres a convertirse en una especie de El Santo o Blue Demon, enfrentando la batalla más importante de su vida.

Cada síntoma, cada visita al hospital, y cada punción en la médula ósea se convierte en un nuevo round. La médula ósea, ese lugar donde se forman las células de la sangre y por tanto es el cuadrilátero donde se establece una batalla entre las células del sistema inmunológico del paciente y los blastos leucémicos. Pero en este caso, algunas de esas células, que deberían

proteger al cuerpo, se han transformado en los villanos de la lucha: los rudos. Quienes intentan ganar el combate causando daño a la salud.

Es aquí cuando las criaturas, hijos o hijas, se convierten en el verdadero protagonista: : los valientes guerreros y guerreras que, a pesar de los golpes, sigue en pie. Como en las mejores peleas de lucha libre, hay momentos en los que parece que todo está perdido, pero siempre hay espacio para una contrallave que puede cambiar el rumbo de la batalla y llevarlos a la victoria. En este caso, las habilidades secretas son los **tratamientos médicos**, como la quimioterapia, transfusiones y cuidados constantes, estos se vuelven los aliados del protagonista en su esfuerzo por someter al adversario, los temibles rudos.

En cada paso, cada momento difícil, tu hijo no está solo en el ring. El personal de salud, los amigos y amigas y, sobre todo, mamá y papá, son su esquina de apoyo. Esa esquina del ring donde el luchador recibirá consejos, respaldo y, sobre todo, fuerza. Ustedes son los entrenadores, aquellos que le darán el aliento necesario para seguir luchando, incluso cuando la batalla parezca interminable.

No se trata solo de ganar o perder, sino de resistir, de mantenerse firme, y de demostrar que, aunque la leucemia sea un adversario

fuerte, no es invencible. Como en los grandes combates de la lucha libre, el verdadero héroe es quien nunca deja de luchar, quien sigue adelante sin importar cuántos rounds queden por delante.

Los buenos del ring: los técnicos.

Así como en la lucha libre, existen movimientos especiales en la batalla contra la leucemia. Las células del sistema inmune, que son los luchadores técnicos dentro de las niñas, niños y adolescentes con leucemia, cuentan con muchas estrategias para luchar contra el tumor. Por ejemplo, los osteocitos y osteoclastos, que forman la estructura de los huesos, la casa de la médula ósea, lanzan señales de apoyo a los luchadores en el ring permitiendo que se activen con más fuerza para atacar al tumor.

Entre los luchadores se destacan las defensoras enmascaradas del sistema inmune: *Natural Killer*, unas feroces luchadoras. Haciendo equipo con ellas, tenemos a **la quimioterapia** -que se asemeja a una llave también conocida como "Plancha aérea", la Voladora- y son las movidas estrellas en el ring. Llegando desde lo alto, este tratamiento es el más común en la lucha contra la leucemia infantil y, como un luchador que se lanza desde la tercera cuerda, su objetivo es impactar de lleno a las células cancerosas. Los medicamentos que se suministran viajan por todo el cuerpo a través del torrente sanguíneo, golpeando a las células malignas dondequiera que se escondan. Es impredecible y contundente, como la plancha de un luchador legendario como lo fue El Santo, que sabía que para



La batalla de los técnicos contra los rudos por la victoria de la médula ósea. La victoria es la destrucción de los blastos leucémicos por las células del sistema inmune del paciente en un round donde la red de apoyo del paciente es fundamental para eliminar al tumor. Imagen creada con BioRender®.

debilitar al adversario tenía que ir con todo. Sin embargo, como toda movida aérea, no solo daña al oponente, sino que también puede afectar a las células sanas. Por eso, después de este gran movimiento, el cuerpo puede sentirse agotado y vulnerable, pero es necesario para ganar la pelea a largo plazo.

Mientras los medicamentos hacen lo suyo, las *Natural Killer* atacan a las células cancerosas para evitar su propagación, causando lo que se conoce como “la masacre blástica”, que es la eliminación del tumor. Es decir, de los rudos.

La **inmunoterapia**, así como La Cavernaria, sorprende al rival al atacarlo por la espalda con fuerza. En esta técnica, el sistema inmune del paciente se convierte en el protagonista, siendo entrenado para reconocer y atacar las células malignas. Aquí entran en escena los gemelos *Linfo B* y *Linfo T*, luchadores temibles que trabajan juntos. *Linfo B* usa anticuerpos como guantes pegajosos para atrapar y debilitar a sus oponentes; mientras que *Linfo T* tiene un receptor, que es parecido a una antena, para reconocer perfectamente y atacar a los rudos blastos leucémicos.

La inmunoterapia usa los propios mecanismos de defensa del cuerpo, como el luchador que coloca los pies en las coyunturas de las rodillas de su oponente, lo sujeta del mentón y lo jala hacia atrás para hacerlo rendir. Igual que en la llave, la inmunoterapia ataca desde adentro, tirando de los puntos débiles del cáncer, debilitándolo lentamente hasta que se quiebra. Es una técnica que requiere precisión y tiempo, pero puede ser decisiva para someter a las células malignas.

También está el **trasplante de médula ósea**, equivalente a La de a Caballo, una llave donde el luchador se sienta sobre la espalda del rival y lo toma de la barbilla, jalándolo hacia atrás hasta provocar la rendición.

En el trasplante de médula, el proceso de reemplazar la médula dañada por células madre sanas es como reconstruir la columna vertebral del sistema inmunológico.

La médula ósea nueva es la que va a sostener el cuerpo del paciente y permitirá que se recupere. Es una movida arriesgada, como cuando el luchador técnico jala con fuerza al oponente para romper su resistencia. Si el trasplante es exitoso, la médula ósea nueva actúa como una columna firme que restaura el sistema de defensa del cuerpo, permitiendo que se levante de nuevo para continuar la lucha.

La historia continua pero la pelea apenas comienza

En el interior del cuerpo de los niños y adolescentes con leucemia se libra una batalla por el control de la médula ósea. Aunque las células del sistema inmune, los luchadores técnicos, poseen una enorme capacidad para combatir esta enfermedad, puede que no sea suficiente. Necesitamos de ellas para darle fuerza al cuerpo y sobrevivir a este gran reto, pero no podemos dejarles todo el trabajo. Así como en la lucha libre, no todo depende de los y las luchadoras en solitario. En el tratamiento contra la leucemia necesitamos entrenadores, compañeros de equipo y fanáticos que los apoyen en cada movimiento. De manera similar, los niños con leucemia tienen un equipo formidable a su alrededor: médicos, enfermeras, terapeutas, investigadores y, lo más importante, su familia que nunca los deja solos, y que son la mejor esquina que puede tener un luchador en el ring.

Aunque las batallas son largas, el ring no está vacío. Hay una gran arena llena de personas apoyando para brindar apoyo emocional, motivación y amor incondicional. Y como bien dice, esta historia continuará por la victoria de la eliminación del tumor.

PARA SABER MÁS

1. "Leucemia linfoblástica aguda". *St. Jude Children's Research Hospital* (2024). Consúltalo en: <https://www.stjude.org/es/cuidado-tratamiento/enfermedades-que-tratamos/leucemia-linfoblastica-aguda.html>
2. "Leucemia (Para padres)". *Neumors KidsHealth* (2024). Consúltalo en: <https://kidshealth.org/es/parents/cancer-leukemia.html>

LAS MENTES CREATIVAS

Jebea Anaclara López Blanco

Laboratorio de Oncoinmunología y Citómica del Cáncer Infantil, Centro de Investigación Biomédica de Oriente (CIBIOR). Atlixco, Puebla, México.



Dalia Ramírez- Ramírez

Laboratorio de Oncoinmunología y Citómica del Cáncer Infantil, Centro de Investigación Biomédica de Oriente (CIBIOR). Atlixco, Puebla, México.



Contacto: dalramz0224@gmail.com

Editado por: Daniel R.



Cuando la leucemia sube al ring, ¿tienes un réferi atento?

LOURDES VEGA VEGA Y BRICEIDA LÓPEZ MARTÍNEZ

Este artículo tiene dedicatoria especial para los seguidores de la lucha libre, pero a quienes les gusta no solo disfrutan viendo a los luchadores, sino que también prestan atención a otros personajes en el ring que, al hacer bien su trabajo, pueden cambiar el resultado de la pelea. Ese personaje es el réferi, y en esta ocasión, será el protagonista de nuestra historia. Aquí, el réferi representa la detección temprana, esa observación constante, oportuna y cuidadosa que puede marcar la diferencia frente a una enfermedad como la leucemia.

En la lucha libre, la pelea ocurre en el ring. En un niño con cáncer, esa batalla se da en su cuerpo, porque la leucemia es una enfermedad que ataca todo el organismo. En ese "ring" interno, el cuerpo combate continuamente contra enemigos como bacterias o virus, pero también puede pelear contra células que no siguen las reglas. Nuestras células sanas juegan el papel de los técnicos, aquellos que respetan las normas y luchan para deshacerse de células transformadas, peligrosas y destructivas, como las células de la leucemia. La leucemia es un tipo de cáncer que afecta la sangre, produciendo de manera excesiva glóbulos blancos anormales y malignos, que impiden el funcionamiento normal de las células sanguíneas.

Uno de los personajes más importantes en la

lucha libre, es el réferi. Él es el guardián, el vigilante del ring, y su trabajo es asegurarse de que se cumplan las reglas. No puede perder de vista ningún movimiento de los luchadores, porque es la única manera de garantizar que la pelea siga su curso y que ninguno de los contendientes esté haciendo trampa o rompiendo las reglas. El réferi es el custodio del reglamento y tiene la autoridad para advertir o incluso detener la pelea si es necesario. Cuando el réferi hace bien su trabajo, se mantiene siempre atento, participando activamente en la contienda.

La detección temprana de la leucemia es como el trabajo del réferi en la lucha libre. El réferi está ahí para identificar cuando algo no va bien, cuando hay señales que muestran que algo está afectando la salud. Estas señales, conocidas como signos y síntomas, pueden aparecer en diferentes partes del cuerpo. Cuando las notamos a tiempo, es posible dar el siguiente paso hacia un diagnóstico que permita iniciar el tratamiento adecuado.

Avisos para el réferi

Los **signos** son aquellas señales que se pueden observar durante la revisión médica, incluso si el paciente no siente molestias. En la leucemia, algunos de los signos pueden ser palidez, pérdida de peso, o pequeños moretones que aparecen sin motivo en la piel, además de sangrado en la nariz o las encías.



¿Cuáles son estos signos y cómo actuar ante ellos?

Escucha a tu hijo/a, si se queja de cansancio o de no tener hambre, le duele la cabeza todo el tiempo o le duelen los huesos.

Observa a tu hijo/a para estos signos de alerta

- Mancha blanca en el ojo
- Puntos rojos en el cuerpo
- Palidez marcada

Revisa a tu hijo/a para ver si tiene

- Bultos o hinchazón especialmente en el cuello, las axilas o la ingle
- Hinchazón en la panza o moretones en la piel
- Perdida de peso o fiebre sin que tenga una infección

Si ves algunos de estos signos acude a su médico

Signos y síntomas a los que debemos poner atención para acudir a una revisión oportuna.

Agradecemos a Gina Martínez Flisser por la generación de esta imagen.

El crecimiento de los ganglios linfáticos es otro signo clave. Esto se nota como pequeños bultos que aparecen en el cuello, las axilas o las ingles. Los ganglios son parte del sistema linfático, que es como una red que ayuda al cuerpo a eliminar virus y bacterias, combatiendo infecciones. Sin embargo, cuando las células malignas, como las de la leucemia, invaden los ganglios, estos pueden aumentar de tamaño.

Pero no todo lo que es importante puede verse. Hay veces que el paciente siente cambios que también son importantes y se llaman **síntomas**. Estos síntomas no siempre son visibles para los demás, pero el paciente puede notarlos. Por ejemplo, puede sentirse débil, mareado o mucho más cansado de lo normal al hacer actividades diarias. Esto suele deberse a una disminución de los glóbulos rojos, que son las células encargadas de llevar oxígeno a todo el cuerpo. Cuando hay menos glóbulos rojos de lo normal, se produce lo que conocemos como anemia.

Refuerzos para el réferi: Exámenes de laboratorio

Cuando un paciente presenta signos o síntomas que podrían indicar leucemia, es urgente realizar exámenes de laboratorio. El más importante es la **biometría hemática**, un análisis de sangre que permite evaluar si la cantidad y el tipo de células sanguíneas son normales o si hay alteraciones que sugieren leucemia. Lo más común es encontrar anemia (bajos niveles de glóbulos rojos), un número elevado de glóbulos blancos, y una disminución en el número de plaquetas, que son las células encargadas de la coagulación.

Un punto clave en este examen es verificar si aparecen células anormales llamadas blastos leucémicos, que son células malignas. Los blastos leucémicos no sirven al organismo porque son células cancerosas que se multiplican sin control y viajan por la sangre, invadiendo otras partes del cuerpo, especialmente el hígado, el bazo o el cerebro.

En el laboratorio, hay una herramienta fundamental para confirmar si un paciente tiene leucemia: el **microscopio**. Este aparato nos permite observar las células aumentadas para determinar si son células sanas o si tienen alteraciones que confirmen la presencia de leucemia.

Además, otro examen que se utiliza para apoyar el diagnóstico es el **inmunofenotipo por citometría de flujo**. Esta técnica permite identificar con mayor precisión el tipo de células malignas presentes en la sangre o en la médula ósea. Gracias a este estudio, se pueden distinguir diferentes tipos de leucemia, lo que es clave para seleccionar el tratamiento más adecuado para cada paciente.

El réferi no está solo: El trabajo en equipo nos fortalece

Así como en la lucha libre el réferi no está solo y cuenta con el apoyo de entrenadores y médicos, en la lucha contra la leucemia también hay un equipo de profesionales de la salud que trabaja en conjunto. Este equipo incluye médicos, enfermeras, laboratoristas y especialistas de diferentes áreas, todas y todos unidos con un objetivo: diagnosticar a tiempo para evitar que la leucemia provoque complicaciones graves, que pueden ser fatales. El diagnóstico oportuno es lo que nos permite salvar vidas.

Es importante recordar que cualquier niña, niño o adolescente puede desarrollar leucemia, por eso conocer los **signos** y **síntomas** es fundamental para que tanto la familia como los médicos puedan detectarla a tiempo. Además, es esencial que los niños tengan revisiones médicas periódicas y que todos estemos atentos a las señales de alarma. De esta manera, podemos ayudar a que más niños salgan victoriosos en su lucha contra esta enfermedad.

Mantengámonos siempre vigilantes. Así como un buen réferi puede cambiar el rumbo de una pelea, la detección temprana marca la diferencia en el resultado para un niño que está luchando por su vida.

PARA SABER MÁS

1. "Diagnóstico precoz del cáncer infantil". OPS/OMS. Consúltalo en: <https://www.paho.org/es/campanas/diagnostico-precoz-cancer-infantil>
2. "Leucemia linfoblástica aguda en niños y adolescentes: Información para pacientes y cuidadores". *Leukemia & Lymphoma Society*. (2022). Consúltalo en: https://lls.org/sites/default/files/2022-12/PS37S_PediatricALL_2022_Spanish.pdf

LAS MENTES CREATIVAS

Briceida López Martínez

Hospital Infantil de México Federico Gómez.
Ciudad de México, México.



Lourdes Vega Vega

Hospital Infantil Teletón de Oncología.
Santiago de Querétaro, Querétaro, México.
Contacto: lourdes.vega@hospitalteleton.org.mx



Editado por: Marvin R.





*¿Sabías que dentro de tu cuerpo existen superheroínas en miniatura? Y podrían ayudar en tratamientos contra el cáncer.
Conócelas aquí.*



¡Están fuera de control!

Te quiero presentar unas células especiales, pero no porque sean buenas... ¡sino porque hacen cosas que no deberían!: Las células cancerígenas.

Pueden escapar de las defensas del cuerpo



Son capaces de invadir otras partes del cuerpo



Hacen daño causando inflamación



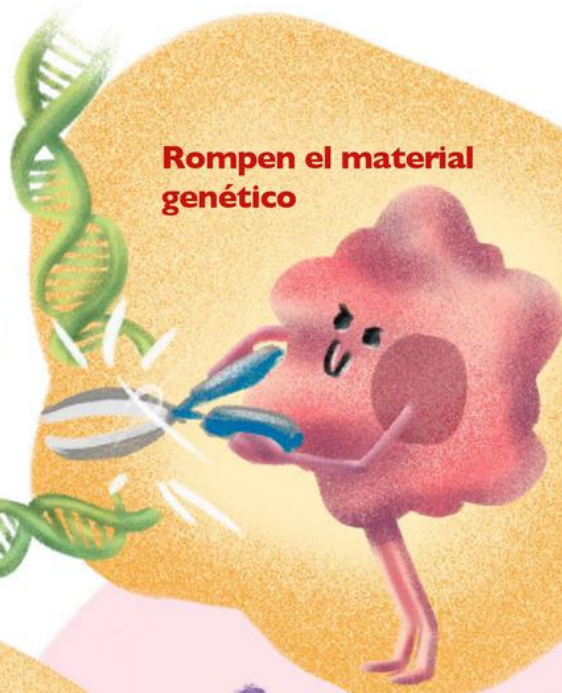
Estrategias de las células cancerosas

Alteran cómo las células obtienen energía



Pueden causar distintos tipos de cáncer, como la leucemia, donde invaden el lugar donde se producen las células de la sangre. Esto hace más difícil la producción de células sanas.

Rompen el material genético



Se comportan de forma muy diferente a las células normales, lo que las hace peligrosas y difíciles de controlar.



Hacen nuevos caminos para que llegue más sangre, facilitando su propagación



Es muy importante conocer cómo funcionan. ¡Mientras más sepamos, mejor podremos enfrentarlas!



Desenmascarando a las células leucémicas

JESSICA LAKSHMI PRIETO CHÁVEZ Y BEATRIZ PÉREZ ROMANO

Si alguna vez te has adentrado en el mundo de la lucha libre, habrás visto casos en los que un luchador que siempre había sido de los técnicos, este grupo de luchadores buenos que siempre siguen las reglas, de pronto cambia de bando y se vuelve rudo: de los malos. Esos que hacen llaves prohibidas a espaldas del réferi para ganar la pelea. Este cambio de bando puede empezar poco a poco y con señales muy sutiles. Se requiere de una sensibilidad especial para identificar esta transición en un luchador en particular cuando hay tantas otras cosas pasando en la arena.

Pasa algo similar con los métodos de análisis con los que diferenciamos a las células normales, que siempre siguen las reglas, de las células leucémicas, células de cáncer que son como los rudos que se salen de control. Existen distintas formas de evaluar a las células. La microscopía, que se parece a lo que sería una fotografía aérea del ring durante la pelea, donde vemos a todos los luchadores al mismo tiempo y cómo interactúan unos con otros. Aunque esto puede ser muy ilustrativo, sólo nos permite ver una parte de la información.

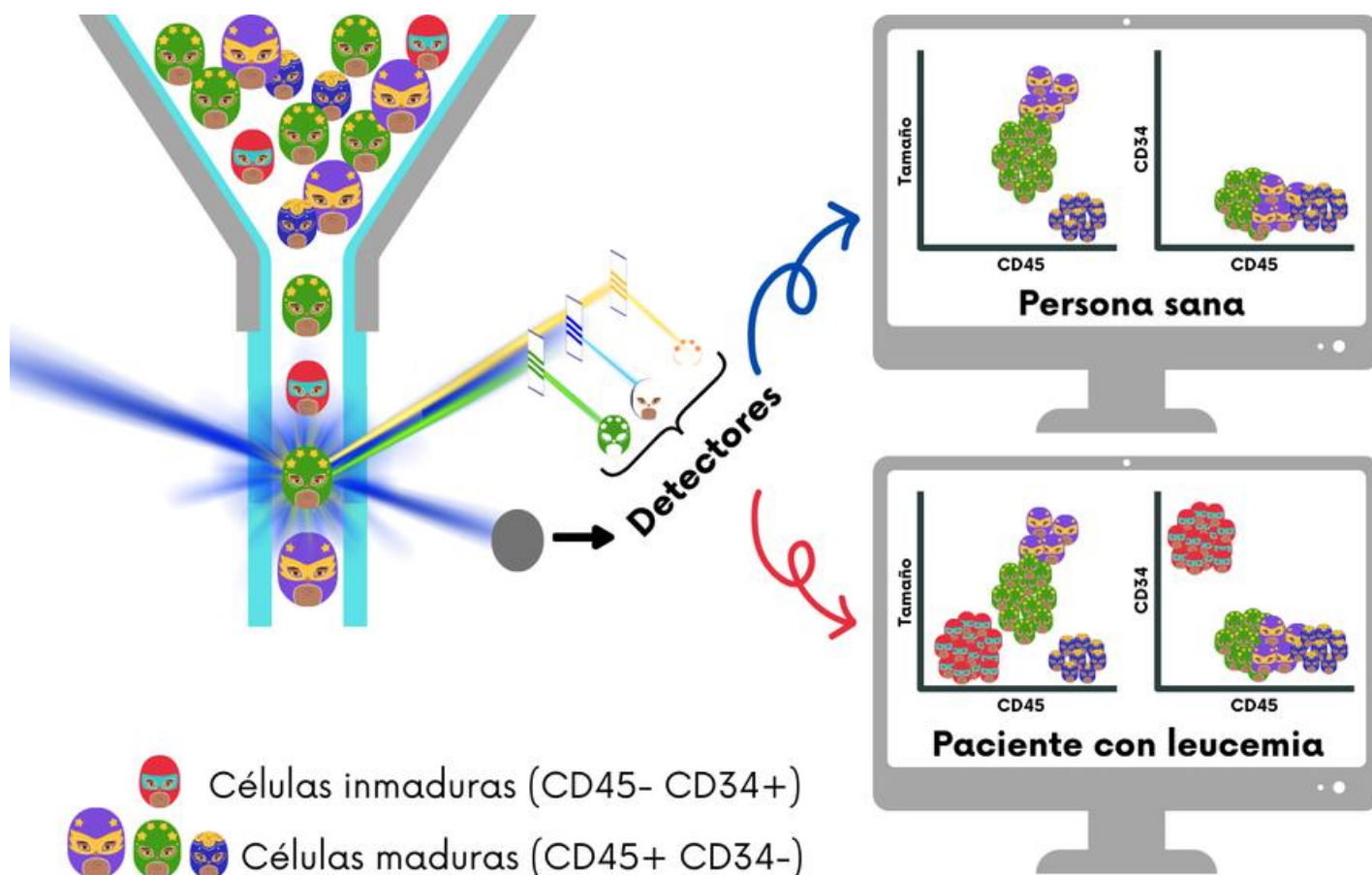
Afortunadamente contamos con otros métodos con los que podemos obtener información de miles de células en unos pocos segundos. La **citometría** es uno de ellos y, ¿cómo podemos aprovecharla en el diagnóstico de enfermedades como la leucemia? Vamos para allá...

Grandes luces para ver cada detalle

Así como la lucha libre tiene sus orígenes en la antigua Grecia, la palabra citometría proviene de las palabras griegas *kytos*, que significa célula, y *metrón*, que significa medida. Entonces podemos decir que la citometría es una técnica con la que podemos “medir a las células”, pero no, no usamos una regla microscópica para ver de qué tamaño son.

Para entender el análisis por citometría podemos pensar en que cada célula es como un luchador a punto de entrar a la pelea. Aunque las y los luchadores sean parte de un equipo, para entrar al ring pasarán de uno por uno a través de una tarima estrecha donde diferentes juegos de luces les irán enfocando, con las que podremos ver a detalle sus máscaras y coloridos trajes.

En los citómetros, las células son forzadas a ordenarse en una zona llamada **celda de flujo**, para que los grupos que puedan estar formando se separen y puedan pasar en fila, como en las luchas, de una por una frente a las luces, que en este caso son láseres de diferentes colores. Cuando las células se atraviesan en el camino de los láseres, dispersan la luz en todas direcciones y emiten sus propias señales, que serán captadas por detectores ubicados a los lados o al frente de los láseres, como los aficionados a los lados del pasillo de entrada al ring.



En el citómetro, las células marcadas con anticuerpos fluorocromados, representadas aquí con las máscaras, son obligadas a pasar una por una frente a los láseres. Al interactuar con el láser, generan señales luminosas que son detectadas por separado y después nos permiten organizar a las células de acuerdo con las características que comparten, lo que conforma el inmunofenotipo que nos da información para el diagnóstico. Imagen creada en Canva®.

El citómetro de flujo es como la arena donde se realizan las contiendas de lucha y la muestra es como los diferentes equipos de rudos y técnicos, una población muy diversa de células que podemos identificar, caracterizar y cuantificar individualmente gracias al trabajo coordinado de los componentes del instrumento y, cuando es el caso, atrapar a los técnicos que se estén cambiando al bando de los rudos.

La vestimenta es muy importante

Te preguntarás: ¿Y cómo es que analizamos miles de células por segundo? Para esto es muy importante que las células estén separadas unas de otras y flotando en un medio líquido, es decir, en suspensión.

Estas suspensiones celulares pueden pasar por el citómetro a altas velocidades y podemos analizar hasta 10,000 células por segundo. Así que, en dos minutos, podríamos obtener la información de un millón doscientas mil células, que es la cantidad de células del sistema inmune contenidas en sólo tres gotas de sangre.

Existen tejidos en el cuerpo, como la sangre y la médula ósea, en los que las células viven naturalmente en suspensión, por lo que podemos analizar células en estas muestras sin necesidad de separarlas unas de otras. Sin embargo, para obtener información de ellas, necesitamos prepararlas antes de entrar al citómetro.

Antes de entrar a la arena, los luchadores se ponen máscaras, botas y se visten con trajes de colores fluorescentes de tal manera que, al ser iluminados por las potentes lámparas del ring, podemos diferenciarlos fácilmente. De la misma forma, las muestras para clasificar a las leucemias, que pueden ser de sangre o médula ósea, llevan un proceso antes de ser analizadas. Este proceso incluye mezclarlas con **anticuerpos fluorocromados**, que son como etiquetas fluorescentes que se unen específicamente a moléculas presentes en las células. Muchas de estas moléculas se conocen como CD (del inglés **cluster of differentiation**); la presencia o ausencia de estos CD nos permite conocer la identidad única de las poblaciones celulares, lo que se asemeja al reconocimiento de los atuendos coloridos y llamativos que usan los luchadores.

A los CD también les llamamos marcadores y al conjunto de CD que tiene una célula en particular se conoce como fenotipo. Como la unión de los anticuerpos fluorocromados a los marcadores se da gracias al mismo tipo de reconocimiento que hacen los anticuerpos del sistema inmune cuando se encuentran con un agente extraño, al proceso de usar estas etiquetas fluorescentes para identificar y caracterizar células se le conoce como **inmunofenotipificación**. Una palabra muy larga pero que tiene sentido, ¿no?

Clanes distintos, características especiales

En el citómetro de flujo, los detectores actúan como esa fanática que registra cada movimiento y llave, recogiendo la luz de las señales fluorescentes, lo que nos da información sobre la presencia y cantidad de diferentes moléculas en cada célula.

Las señales captadas por los detectores son digitalizadas para convertirlas en números; se

se guarda un valor por cada marcador en cada célula analizada. Si volvemos al ejemplo de las células del sistema inmune contenidas en tres gotas de sangre y en cada célula buscáramos ocho marcadores, tendríamos al final una gran tabla de casi 10 millones de números. Pero no nos preocupamos, porque para el análisis utilizamos programas diseñados para procesar estas grandes listas de números y agruparlos, de manera que podamos visualizar más fácilmente a las células que se parecen entre sí de acuerdo con los marcadores que expresan. De esta forma, aunque las interrogamos por separado, al final se agruparán con base a sus características, como las facciones clásicas de la lucha libre al llegar al ring.

Así como hay muchos luchadores y clanes, hay un gran número de marcadores y poblaciones celulares que definen a los distintos tipos de leucemias. Por ejemplo, una característica muy útil para diferenciar a las células de cáncer de las normales es su nivel de madurez, que podemos determinar mediante su inmunofenotipo, ya que muchas células leucémicas tienden a ser más “inmaduras” que las células normales. Por ejemplo, un marcador clásico que nos ayuda a inmunofenotipificar a las células es el CD45, que van adquiriendo las células del sistema inmunológico a medida que maduran. Otro marcador muy utilizado es CD34, que se presenta comúnmente en las células más inmaduras. Así, como se muestra en la imagen, podríamos encontrar en una muestra de sangre de un paciente a un grupo de células que tiene mucho CD34 y sólo un poco o nada de CD45 y, si al compararla con la muestra de una persona sana, en esta no vemos esta población más inmadura, podríamos pensar que el paciente está presentando algún tipo de leucemia.

La inmunofenotipificación por citometría es

tan emocionante como un gran campeonato de lucha libre, donde los rudos pueden perder la máscara y se revele su identidad, así como los y las expertas en citometría desenmascaran a las células leucémicas. Cuando la citometría y la medicina trabajan en comunicación cercana y constante, se obtienen los mejores resultados, que se traducen en un mejor y más oportuno tratamiento para quien lo necesita.

PARA SABER MÁS

1. Dircio Maldonado R, et. al. "Uso de la citometría de flujo como herramienta útil en el diagnóstico de patologías hematológicas". *PACAL MedLab* (2017). Consúltalo en: <https://www.pacal.org/n/Datos/documentos/MEDLAB%202017%209-2.pdf>
2. PRONAI ASI leucemia Infantil. "8° WEBINAR ASI - Entendiendo lo Básico: Leucemia Infantil y Apoyo Diagnóstico". *YouTube* (2023). Consúltalo en: <https://www.youtube.com/live/VMHNoW5G2m8>

LAS MENTES CREATIVAS

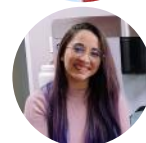
Beatriz Pérez Romano

ASI Leucemia Infantil (PRONAI 303064).
Ciudad de Puebla, Puebla.



Jessica Lakshmi Prieto Chávez

Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)
y ASI Leucemia Infantil (PRONAI 303064).
Ciudad de México, México.
Contacto: lakishimishi@gmail.com



Una lucha microscópica: Las Células CAR-T vs. Las Rudas Células Cancerosas

ALBERTO OLAYA VARGAS, KARLA GUADARRAMA ESCUTIA Y ANA PAOLA GÓMEZ OCAMPO

Imagina que tu cuerpo es la arena de lucha libre más importante del mundo, ahí pelean todo tipo de luchadores, desde los más técnicos hasta los más rudos. Estos luchadores son tus células, que a lo largo de tu vida tienen distintos trabajos dependiendo de tus necesidades.

Uno de los equipos más temidos en el ring es el de **Las Rudas Células Cancerosas**, que está compuesto por células que presentan alteraciones que no les permiten funcionar como normalmente deberían, por lo que se convierten en células malas y comienzan a crear problemas en su lugar de origen o incluso en otras partes del cuerpo. Por otro lado, tenemos a uno de los equipos más poderosos, **Las Células Inmunitarias**, conformado por valientes y fuertes luchadores técnicos encargados de defender el ring. El equipo de Las Células Inmunitarias está conformado por distintos integrantes, entre los que destacan los linfocitos T, especialistas en la eliminación de células cancerosas. En ocasiones, **Las Rudas Células Cancerosas** son muy difíciles de vencer, ya que no sólo se salen con la suya con trampas, sino que también lastiman gravemente a Las Células Inmunitarias, quienes pelean limpiamente.

En la lucha contra **Las Rudas Células Cancerosas**, uno de los principales tratamientos es la quimioterapia; este método utiliza potentes medicamentos para eliminarlas. A pesar de ser efectivo en

muchos casos, la quimioterapia no distingue entre las células cancerosas y las células sanas, lo que puede dañar a **Las Células Inmunitarias** y a otras células con papeles importantes en el cuerpo. En el caso de la leucemia, un tipo de cáncer que afecta a las células de la sangre, otro tratamiento común es el trasplante de médula ósea, que reemplaza las células enfermas por células madre sanas.

Sin embargo, a pesar de los avances en estos tratamientos, en algunos casos **Las Rudas Células Cancerosas** logran esquivar los golpes de la quimioterapia y siguen causando problemas. Esto ha generado la necesidad de desarrollar tratamientos más específicos y efectivos que no sólo sean capaces de eliminar el cáncer de manera más precisa, sino que también reduzcan los efectos secundarios sobre las células sanas. Así, la investigación científica ha encontrado nuevas maneras de darle ventaja al equipo de **Las Células Inmunitarias**, ayudándoles a ser más eficaces en su pelea contra el cáncer, mientras que se minimizan los daños colaterales en el cuerpo.

Un aliado inesperado: CAR-T

Para poder vencer al equipo de **Las Rudas Células Cancerosas**, diferentes especialistas de la ciencia y la medicina idearon un plan especial que consiste en entrenar a los linfocitos T del equipo de **Las Células Inmunitarias**, permitiéndoles

desarrollar capacidades especiales que les ayuden en la batalla contra **Las Rudas Células Cancerosas**. Pero claro que no podían dejarlas con el mismo nombre, tenían que buscarles uno más original, y así fue como las llamaron **Células CAR-T**.

Convertir a los linfocitos T en células CAR-T no es tarea fácil, ya que requiere instalaciones especiales y un equipo médico altamente capacitado. Los linfocitos T se extraen del cuerpo del paciente y se llevan a un laboratorio, donde son modificados genéticamente con la ayuda de un virus para dotarlos de nuevas habilidades. Es como si los entrenadores sacaran a los luchadores linfocitos T del ring y los llevaran a otro gimnasio para entrenarlos y darles nuevas máscaras, llamadas receptores de antígeno quimérico (por sus siglas en inglés, Chimeric Antigen Receptor, CAR).

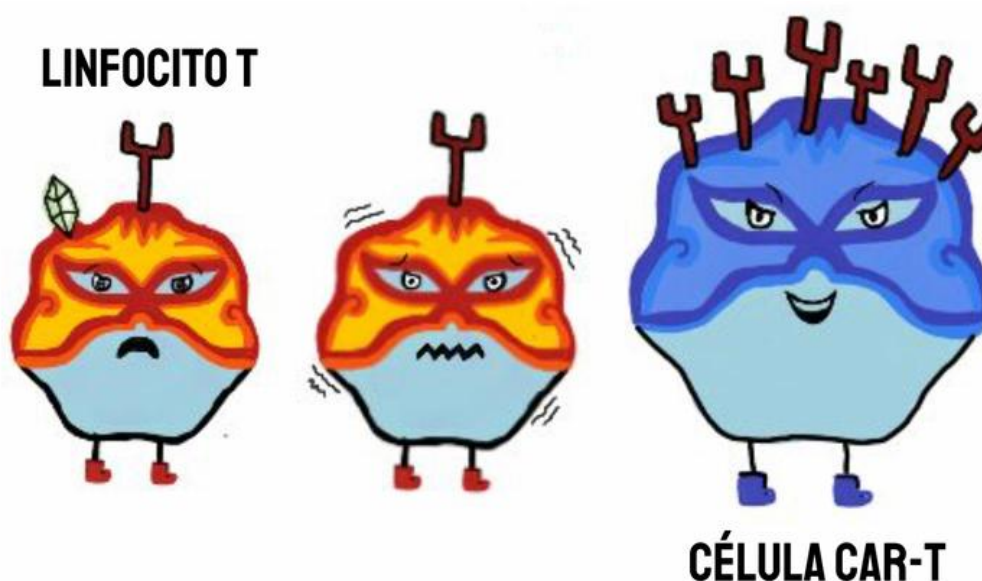
El CAR funciona como un radar. Está formado por diferentes piezas, tomadas de otras células inmunitarias, y le permite a los linfocitos T detectar unas proteínas específicas que se encuentran en la superficie de las células cancerosas.

Estas proteínas son como marcas específicas en las máscaras de **Las Rudas Células Cancerosas** que, sin saberlo, llevan consigo. Cuando el CAR de las **Células CAR-T** detecta una de estas marcas, se activa y lanza un ataque directo. Así, en lugar de atacar a cualquier célula que se cruce en su camino, las células CAR-T van específicamente contra las células malignas, aplicando las llaves más efectivas para derrotarlas.

Este antígeno quimérico es clave, ya que transforma a las células CAR-T en luchadores más inteligentes y letales. No solo pelean con fuerza, sino que saben exactamente a quién atacar y cuándo hacerlo, dándoles una ventaja considerable en la batalla contra el cáncer.

La última pelea en el ring

Una vez que los linfocitos T se modifican para convertirse en Células CAR-T y son reingresados al cuerpo, la última pelea en el ring comienza. Estas células luchan valientemente, atacando a **Las Rudas Células Cancerosas** y a medida que avanza la pelea, el cuerpo empieza a mostrar mejoría. Las funciones corporales que estaban



Los linfocitos T son entrenados para convertirse en Células CAR-T, a través de un virus que les otorga "una nueva máscara" llamada receptor de antígeno quimérico, haciéndolas capaces de identificar y vencer a Las Rudas Células Cancerosas.

comprometidas por el cáncer comienzan a recuperarse, y el temor a las trampas y ataques de las células malignas disminuye. Sin embargo, aunque este tratamiento ha demostrado mejorar la salud de muchos pacientes, no siempre garantiza una victoria total. Cada persona responde de manera diferente, dependiendo de factores individuales como el tipo y estadio del cáncer, la respuesta del sistema inmunológico y las condiciones generales del paciente.

Si bien cada caso es único, lo que todas estas historias comparten es la valentía de las células CAR-T, que se convierten en verdaderas leyendas dentro del cuerpo, y la dedicación de las y los médicos que, con gran satisfacción, observan el progreso. El camino no es sencillo, pero el impacto de las Células CAR-T ha sido revolucionario.

Una de las mayores ventajas de las **Células CAR-T** es su capacidad para ofrecer resultados prometedores, especialmente en aquellos pacientes con formas avanzadas de cáncer en la sangre que ya no tenían otras opciones de tratamiento. A futuro, se busca expandir esta tecnología para enfrentar otros tipos de cáncer, como los que generan tumores sólidos, lo que abriría una nueva frontera en la lucha contra el cáncer. La posibilidad de que estas células puedan también atacar cáncer en órganos como el hígado, pulmones o páncreas sería un avance monumental en la medicina.

Hoy en día, muchas personas en el mundo se están beneficiando de tener a estas valientes **Células CAR-T** luchando en sus cuerpos, protegiéndolos de **Las Rudas Células Cancerosas**. Nos enseñan que, con valentía, innovación y un impulso de la ciencia, incluso los adversarios más poderosos pueden ser vencidos, marcando un antes y un después en la batalla contra el cáncer.

PARA SABER MÁS

1. Gomez De Leon, et. al. "Perspectivas sobre la terapia CAR-T en México." *Revista Mexicana de Medicina Transfusional*. (2022). Consúltalo en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/transfusional/mt-2022/mts221ae.pdf>
2. Manel Juan, et. al. "¿Que son las terapias CARS-T contra el cáncer?" *Blog: El Futuro de la salud*. (2023). Consúltalo en: <https://blog.caixaresearch.org/que-son-las-terapias-car-t-contra-el-cancer/>
3. Julian Hernandez, et. al. "Inmunoterapia de células CAR T: una nueva alternativa para el cáncer." *Ciencias Naturales de la Salud. Zona Abierta*. (2024). Consúltalo en: <https://avanceyperspectiva.cinvestav.mx/inmunoterapia-de-celulas-car-t-una-nueva-alternativa-para-el-cancer/>

LAS MENTES CREATIVAS

Karla Guadarrama Escutia

Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Ciudad de México, México.



Ana Paola Gómez Ocampo

Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Ciudad de México, México.



Alberto Olaya Vargas

Unidad de trasplante de células progenitoras hematopoyéticas, Instituto Nacional de Pediatría. Ciudad de México, México.
Contacto: alberto.olaya@yahoo.com.mx



Editado por: Diana V.





*Las células cancerosas
pueden viajar y causar
problemas en sitios
lejanos. Mira cómo lo
hacen.*



Yass a ponernos
de acuerdo:

ASI luchamos mejor contra el cncer

LOURDES A. ARRIAGA PIZANO
Y GINA MARTINEZ FLISSER

¿Te ha pasado que, cuando tú o tu equipo favorito empiezan a ganar un partido, de repente te cambian las reglas del juego?

¿A poco no es súper frustrante? Por eso es muy importante que en cualquier deporte, incluida la lucha libre, las reglas estén muy claras y se respeten, para que quienes participan lo disfruten y se sientan bien con el resultado.

Lucharán a dos de tres caídas... y otras reglas requeridas

Las reglas existen para que quienes luchan en el ring no se lastimen gravemente (porque la idea es entretenerse, no lastimarse) y para que quede claro quién gana y por qué. Así que hay llaves permitidas, como la "cavernaria" o la "huracarrana", y otras prohibidísimas, como el "martinete". Además, cuando el réferi cuenta "uno, dos, tres" y alguien tiene la espalda contra la lona, sabemos que ha perdido.

Al principio, estas reglas nacieron de manera informal, como un acuerdo de "qué se vale y qué no". Con el tiempo, se formalizaron

y ahora forman parte de los reglamentos oficiales de la lucha libre, que básicamente dicen quién sí puede luchar en las diferentes categorías y cómo hacerlo bien.

De manera similar, los y las especialistas que trabajan con citometría en los laboratorios clínicos y los equipos médicos deben **trabajar en conjunto** para saber de forma más precisa qué tipo de leucemia puede tener un paciente. Esto es fundamental para poder darle el mejor tratamiento. Quienes en el laboratorio realicen los inmunofenotipos (una forma de etiquetar a las células) deben recibir la información y muestra adecuada, y a su vez, deben hacer todo el proceso de manera precisa. De esa forma, pueden generar un reporte que sea útil para las y los médicos, quienes usarán esa información para luchar mejor contra las células cancerosas.

"Machincuepas" seguras: Llegar a acuerdos para seguir las reglas

Para que la lucha libre sea justa y emocionante, todos deben respetar las reglas establecidas. Por ejemplo, si un luchador usa una llave prohibida, será descalificado, y el réferi no puede cambiar las reglas a mitad del combate, como contar hasta veinte en lugar de tres para dar la victoria a alguien. Estas reglas las define una comisión o consejo de

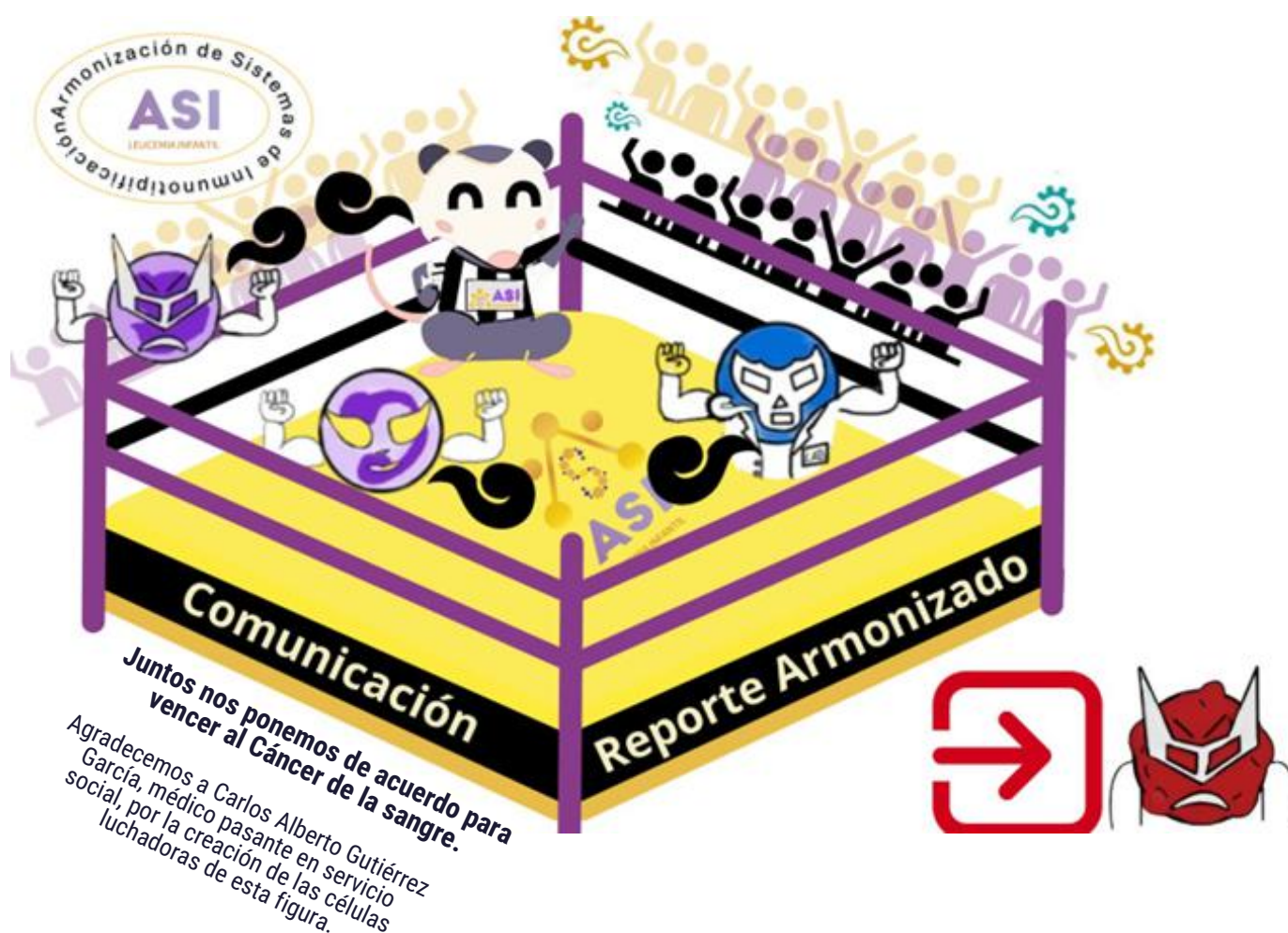
lucha libre, y es importante que tanto el réferi, los luchadores y el público las conozcan muy bien, para que cada enfrentamiento se desarrolle de manera armoniosa.

De manera similar, en el diagnóstico de leucemia mediante el **inmunofenotipo**, es fundamental seguir procedimientos claros y uniformes. No es lo mismo analizar una muestra de médula ósea que una de sangre periférica. Los citometristas, que son los especialistas que realizan estos análisis, deben reportar todos los marcadores de manera precisa y en las unidades correctas. Los médicos, por su parte, no deberían pedir que estos resultados se presenten de manera diferente, ya que esto podría generar confusión y afectar tanto el diagnóstico como el tratamiento del paciente.

Un buen espectáculo se hace en equipo

La vigencia y fama de las grandes figuras de la lucha libre, tanto si forman parte del bando Rudo o Técnico, dependen de dos cosas: que sean atletas que luchan bien y sigan las reglas, y que quienes administran las arenas ofrezcan un espacio seguro para luchadores y espectadores. Si lo vemos en el campo del inmunofenotipo para la leucemia, es importante que todas las personas involucradas: citometristas, especialistas médicos, pacientes y sus familias, entiendan y respeten las reglas del proceso, e incluso ayuden a mejorarlas cuando sea necesario.

Como hablando se entiende la gente, en el **programa ASI** (siglas de “Armonización en Sistemas de Inmunofenotipificación”),



entrevistamos a especialistas para conocer las barreras y problemas que enfrentan al realizar un buen inmunofenotipo para la leucemia en México. Descubrimos que a veces solo se pueden rastrear seis marcadores, mientras que otras veces se reportan más de cincuenta. En algunos laboratorios, una sola persona hace todo el trabajo, mientras que en otros, hasta cinco personas diferentes procesan, capturan y reportan los hallazgos. Además, encontramos que los médicos a veces entienden los reportes y otras veces no, lo cual es peligrosísimo, ya que puede llevar a decisiones incorrectas en el tratamiento.

Nos reunimos de forma presencial y a distancia para revisar qué se considera esencial en un buen reporte de inmunofenotipo y establecimos un listado de requisitos mínimos. Así como nadie disfrutaría ver a dos luchadores en el ring haciendo solo "vencidas o fuercitas", un reporte que solo mencione células CD45+ CD38- (es decir, que tienen el marcador CD45 pero no el CD38) no será suficiente para tomar decisiones de tratamiento, ya que solo sabremos que es un leucocito en general, pero no de qué tipo ni con qué grado de madurez, lo cual es información clave para decidir el tratamiento adecuado. Y, al igual que nadie esperaría ver un gol durante una lucha libre, los médicos no deben esperar que el reporte de inmunofenotipo solo indique si hay o no leucemia, sino que les dé toda la información necesaria para la atención de sus pacientes.

Una vez que establecimos las reglas en manuales y hablamos con el mayor número de personas posible, empezamos a trabajar en formas de asegurarnos de que todos los equipos se comuniquen y tengan la misma información. Creamos grupos para enfrentar las preguntas más difíciles.

Imagina un evento de lucha libre: cada participante tiene información sobre los demás. El réferi conoce las reglas y a los luchadores; los luchadores dominan las técnicas, las acrobacias, las reglas y el folklore mexicano; los espectadores saben quiénes son los rivales y en qué bando luchan. Para que todo esto funcione, es necesario que todos los involucrados lleguen a acuerdos. Del mismo modo, en el diagnóstico de leucemia por citometría de flujo, todos tienen que estar de acuerdo y comunicarse adecuadamente.

No hay peor lucha que la que no se hace... bueno, tal vez la que se hace mal

Un buen espectáculo de lucha libre necesita atletas entrenados que respeten las reglas, un réferi que las haga cumplir y espacios seguros donde la lucha se desarrolle sin que los asistentes corran peligro por las condiciones del lugar o el comportamiento del público. De forma similar, un buen **reporte de inmunofenotipo** para leucemia debe seguir protocolos bien definidos, y tanto la redacción como la interpretación del informe requieren capacitación, tanto para quienes solicitan la prueba como para quienes la realizan. Esto también debe ser comprendido por los pacientes y sus familias, porque, así como nadie puede subirse al ring solo por ponerse una máscara de luchador, no cualquiera puede realizar un inmunofenotipo correctamente.

Al final, aunque en la lucha libre "dos de tres caídas" sea emocionante, en la lucha contra la leucemia, ganar en la "primera caída" es un gran triunfo de vida, y solo se logra trabajando en conjunto, de manera armónica y coordinada.

PARA SABER MÁS

1. PRONAI 303064, ASI leucemia Infantil. "Nosotros". Facebook (2022). Consúltalo en: <https://www.facebook.com/watch/?v=540448524277467>
2. PRONAI 303064, ASI leucemia Infantil. "8° WEBINAR ASI - Entendiendo lo Básico: Leucemia Infantil y Apoyo Diagnóstico". YouTube (2023). Consúltalo en: <https://www.youtube.com/live/VMHNoW5G2m8>

LAS MENTES CREATIVAS

Gina Martínez Flisser

ASI Leucemia Infantil (PRONAI 303064).
Ciudad de México, México.



Lourdes Andrea Arriaga Pizano

Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)
y ASI Leucemia Infantil (PRONAI 303064).
Ciudad de México, México.
Contacto: asi.pronai@gmail.com



Glosario

Anticuerpo fluorocromado

Es un anticuerpo al que se le ha unido una sustancia llamada fluorocromo, la cual emite luz cuando se ilumina con un lser. El anticuerpo se unir a alguna molcula de inters y la luz que emita el fluorocromo nos permite visualizar y rastrear al anticuerpo y, por lo tanto, a la molcula de inters.

Blasto

Celula inmadura que se forma en la mdula sea, estos pueden ser linfoblastos que dan origen a clulas del sistema inmune como un linfocito T, B o NK, o mieloblastos que se convierten en clulas maduras como los neutrfilos, basfilos y eosinfilos.

Blasto leucmico

Son clulas inmaduras anormales que se encuentran en la sangre o la mdula sea en personas con leucemia.

Celulas malignas

Tambin conocidas como clulas cancerosas, son clulas que se multiplican de manera descontrolada, pudiendo invadir y destruir los tejidos del cuerpo.

Citometristas

Personas que trabajan en los laboratorios manejando los citmetros, que son instrumentos que interrogan a las clulas, utilizando luz para obtener informacin de ellas.

Clster de diferenciación

Tambin conocido por sus siglas "CD", son un sistema de clasificacin usado para identificar y diferenciar distintos tipos de clulas en el sistema inmunolgico. Desde el CD1a al CD371, cada nmero corresponde a una molcula especfica en la superficie de las clulas, lo que nos ayuda a entender mejor sus funciones.

Diferenciación

Proceso secuencial por el cual una clula troncal cambia su estructura de manera que pueda realizar una funcin especfica.

Estadio del cncer

Es la etapa en la que se encuentra el cncer, que es determinada mediante pruebas de laboratorio, radiografas y otros procedimientos mdicos.



Evento transformante

Cuando hablamos de cáncer, hace referencia a que las células sufrieron modificaciones o daños en su ADN que afectan su función normal. Estas modificaciones o daños pueden ser consecuencia de la exposición a contaminantes o incluso a algunos virus.

Ganglios linfáticos

Pequeñas estructuras del sistema linfático que tenemos a lo largo del cuerpo, que actúan como filtros para atrapar virus, bacterias y otras sustancias dañinas, ayudando al cuerpo a combatir infecciones. Pueden ser infiltrados por células malignas.

Inmunofenotipo

Se trata de un listado de marcadores en las células que se detectan usando anticuerpos específicos. En el caso de la leucemia, este inmunofenotipo nos sirve para saber si las células en la muestra de alguien son normales o leucémicas, y de qué subtipo en ambos casos.

Leucemia

Es un tipo de cáncer que afecta a la sangre, en el cual se producen demasiados glóbulos blancos anormales, lo que impide la función normal de células sanguíneas.

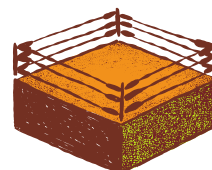
Médula ósea

El Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida es una enfermedad causada por el virus VIH que debilita el sistema inmunológico, haciendo que el cuerpo sea más vulnerable a infecciones y ciertos tipos de cáncer. Sin tratamiento, el SIDA puede ser mortal.

Quimioterapia

Es un tratamiento médico que utiliza medicamentos potentes para eliminar las células cancerosas en el cuerpo. Aunque puede afectar a otras células sanas, su objetivo principal es detener el crecimiento y la reproducción de las células malignas.

¿CÓMO LUCHAS CONTRA EL CÁNCER?



En esta sección especial, te presentamos los dibujos de niñas, niños y adolescentes que están luchando valientemente contra el cáncer. A través de su creatividad, nos comparten cómo enfrentan esta batalla, convirtiendo su experiencia en una fuente de inspiración. Cada trazo y color refleja su fortaleza, resiliencia y esperanza, mostrando que, a pesar de los desafíos, nunca dejan de luchar.



"Mi inspiración", la red de apoyo que me motiva a seguir mi lucha.
- Shirley Xiomary, 12 años



En la batalla contra el Cáncer en todo el mundo.
- Antony Atala, 11 años



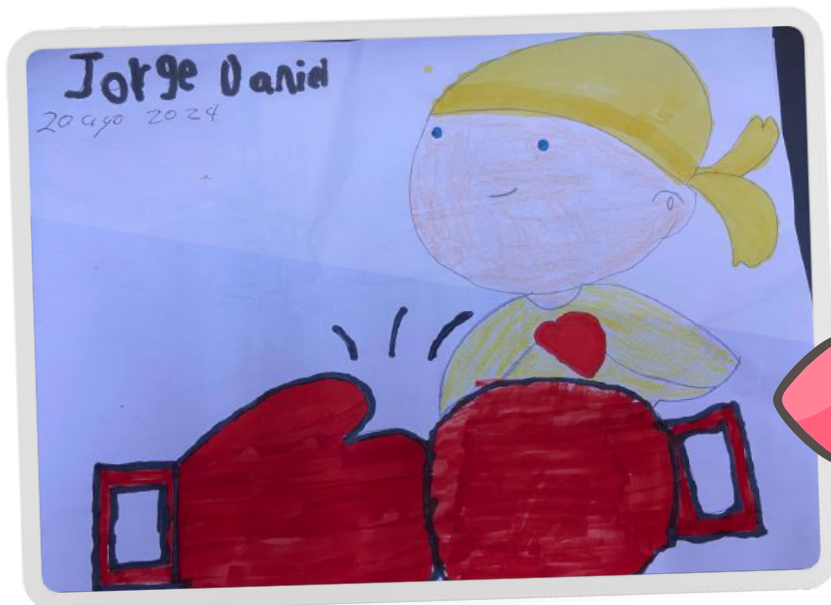


Lucho contra la Leucemia Linfoblastica aguda con riesgo por edad. En este momento de mi tratamiento estoy pasando por una situación que tengo que luchar entre la enfermedad y mi mente.

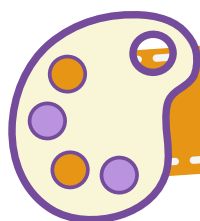
- Gerardo Yael, 16 años

Día de quimio.

- Ángel Balcázar, 16 años



Un guantazo al cancer
- Jorge Daniel, 11 años



Soy un Guerrero de Colores
- Jesus Arturo, 6 años



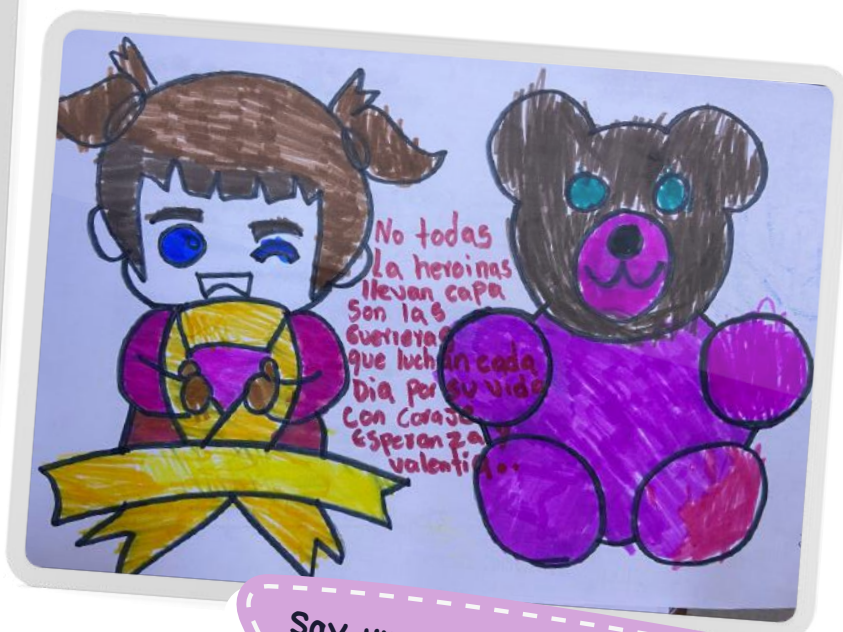
Peleando con todas mis
fuerzas contra el Cáncer,
para vivir cada día mejor
- Francisca Rodríguez,
17 años



La princesa Guerrera
- Amy Espinoza, 4 años



Alto al cáncer
- Rogelio Said, 9 años



Soy una gran guerrera con
corazón gigante como un oso
- Alys Joana, 6 años



Superheroína
- Emma Lucía, 6 años



¡Gracias a todos y todas las artistas
por participar en nuestra
convocatoria!



Encuentra todos los
dibujos en nuestro
suplemento especial



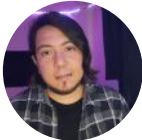
Agradecimientos

Comité Editorial



Jessica Lakshmi Prieto Chávez
IMSS | Lakishimishi
Editora en jefe

J. Marvin Rivera Jiménez
Facultad de Medicina, UNAM
Editor ejecutivo



Daniel Rivera Mendoza
CICESE | El Dan sp



Diana C. Villalpando Sánchez
HIMFG | INCAN



Libier Cabrera Rivera
ENCB, IPN

El presente número de *El infocito*

Consistió en una colaboración con el equipo de [ASI Leucemia Infantil](#) (PRONAI 303064).

En este número también nos apoyaron:

Diana Casique Aguirre - CONAHCyT
Fernando Gómez Chávez - IPN
Jairo Villanueva Toledo - CONAHCyT
Pedro Zárate Rodríguez - DIAGNOMOL

Víctor Adrián Cortés Morales - IMSS
Wendy Aguilera Caldera - IMSS
Yair Omar Chávez Estrada - UANL

¡Están fuera de control!

La historia de esta sección nació en los sueños de Felipe G. Serrano y Jessica Lakshmi.

Portada e ilustración

La portada de este número y la ilustración de la sección *¡Están fuera de control!* fueron realizadas por Felipe G. Serrano ([@biologo_ilustrador](#)).

Diseño editorial

El diseño editorial de este número fue realizado por Jessica Lakshmi ([@Lakishimishi](#)).

Las imágenes originales de cada artículo fueron proporcionadas por sus mismos autores y autoras.

Agradecemos a la Mesa Directiva 2023 - 2025
de la Sociedad Mexicana de Inmunología por apoyar este proyecto

