EL IMPACTO DE LOS SISTEMAS DE LIBERACIÓN EN LA EVOLUCIÓN DE LA TERAPÉUTICA FARMACÉUTICA

La rápida evolución de la investigación farmacéutica y la incansable búsqueda de terapias más efectivas han dado paso a los sistemas de liberación de fármacos como auténticos pioneros en la innovación terapéutica. Este enfoque estratégico no solo ha revolucionado la dinámica de la interacción entre medicamentos y el cuerpo, sino que también ha desempeñado un papel fundamental en el desarrollo de soluciones terapéuticas avanzadas.

REBECA ALONSO BARTOLOMÉ,
Directora Científica en Nalón Innova .

En un panorama donde la precisión y la eficacia son imperativas, los sistemas de liberación se erigen como arquitectos esenciales, permitiendo no solo la mejora de tratamientos existentes, sino también la creación de terapias personalizadas y altamente especializadas. Este cambio paradigmático abre las puertas a un nuevo horizonte en la medicina, donde la optimización terapéutica es impulsada por la capacidad de diseñar sistemas de liberación adaptados a las necesidades específicas de cada paciente y enfermedad.

La capacidad de diseñar sistemas de liberación específicos ha adquirido una relevancia sin precedentes, catalizando avances notables en la administración de fármacos. Desde las vacunas contra el COVID-19, que han revolucionado la respuesta global a la pandemia, hasta los tratamientos para enfermedades raras, donde la precisión y la eficacia son imperativas, los sistemas de liberación se erigen como herramientas clave en la optimización terapéutica.

La evolución de los sistemas de liberación no solo ha impulsado la eficacia de tratamientos tradicionales, sino que también ha allanado el camino para soluciones terapéuticas personalizadas y altamente especializadas. Desde la mejora de la biodisponibilidad hasta la capacidad de superar barreras biológicas, estos sistemas han demostrado su capacidad para moldear el futuro de la medicina, abriendo nuevas fronteras en la búsqueda de tratamientos más efectivos y accesibles.

Sin embargo, este proceso de desarrollo de sistemas de liberación eficaces no está exento de dificultades siendo necesario un proceso de diseño inteligente que permita generar nanomedicinas de precisión, capaces de liberar el fármaco de forma específica en su diana biológica. El diseño de los sistemas de liberación ha de tener en cuenta las numerosas barreras que ha de sortear con el objetivo de lograr una liberación efectiva:

1. Barreras en la Administración Sistémica

La administración sistémica de nanofármacos enfrenta desafíos complejos. La filtración hepática y la captura por parte del sistema retículoendotelial reducen su biodisponibilidad sistémica, mientras que la interacción con proteínas plasmáticas y la respuesta inmunológica impactan en su circulación y persistencia. Estos desafíos subrayan la importancia de estrategias de diseño inteligente para superar barreras biológicas y mejorar la eficacia terapéutica.

2. Efecto de los microambientes

Los microambientes asociados a un tejido influyen significativamente en la liberación de nanofármacos. Factores como la composición del tejido, la vascularización y la presión intersticial afectan la distribución y la eficacia terapéutica. Adaptar los nanofármacos para abordar estas características específicas es esencial para maximizar la eficacia de la liberación y mejorar los resultados terapéuticos en diferentes contextos tisulares.

Barreras en la Extravasación

La extravasación de nanofármacos desde el torrente sanguíneo hacia los tejidos diana se ve afectada por múltiples

barreras. Factores como el tamaño de las partículas, la presión intersticial y las barreras biológicas, como la barrera hematoencefálica, pueden perjudicar la llegada efectiva de nanofármacos a sus destinos terapéuticos. Diseñar nanofármacos inteligentes que aborden estas barreras es esencial para garantizar una administración eficaz y precisa de tratamientos farmacológicos.

Barreras Celulares e Intracelulares

Las barreras celulares e intracelulares añaden complejidad a la administración de nanofármacos. Las membranas celulares y las barreras intracelulares pueden limitar su penetración en células específicas. Adaptar la superficie de las nanopartículas para mejorar su interacción con estas membranas y diseñar estrategias que faciliten la liberación intracelular son pasos cruciales para superar estas barreras y garantizar la eficacia terapéutica en el nivel celular.

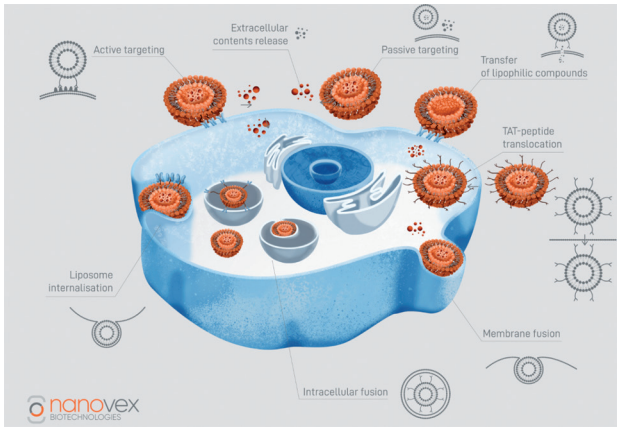
La importancia de diseñar un sistema de liberación específicamente pensado para minimizar el impacto de estas barreras no puede ser subestimada. Estrategias de diseño inteligente, que incluyen la modificación de superficies, la optimización del tamaño y formulación, son fundamentales para mejorar la circulación sistémica, reducir la captura por el sistema retículoendotelial y superar las barreras celulares e intracelulares. Además, adaptar nanofármacos para sortear la barrera hematoencefálica y resistir la filtración hepática es crucial para ampliar el alcance terapéutico y mejorar los resultados clínicos.

La eficacia terapéutica de los nanofármacos está directamente vinculada a la capacidad de superar estas barreras biológicas de manera eficiente y selectiva. En este sentido, el diseño de sistemas de liberación que aborden de manera específica estas barreras representa un enfoque innovador y necesario para avanzar en la administración de nanofármacos. La investigación continua y el desarrollo de estrategias de diseño mejoradas son esenciales para aprovechar plenamente el potencial de los nanofármacos en el tratamiento de diversas enfermedades, maximizando así su impacto positivo en la práctica clínica.

En la búsqueda constante por mejorar la administración de fármacos, las partículas lipídicas y poliméricas han surgido como sistemas de liberación altamente eficaces, ofreciendo una gama diversa de ventajas. Estos sistemas abordan desafíos clave en la entrega de fármacos, proporcionando soluciones innovadoras.

Una de las ventajas más destacadas es la mejora de la solubilidad de los fármacos, particularmente aquellos con limitaciones en su formulación original. Las partículas lipídicas y poliméricas actúan como vehículos eficientes, facilitando la administración de compuestos con baja solubilidad.

Además, estos sistemas ofrecen un control preciso de la liberación de fármacos, permitiendo una distribución



controlada y sostenida en el organismo. Esta característica no solo garantiza concentraciones terapéuticas óptimas, sino que también reduce la necesidad de administración frecuente.

La protección del fármaco es otra ventaja crucial proporcionada por las partículas lipídicas y poliméricas. Actuando como una capa protectora, estas partículas preservan los fármacos de la degradación enzimática y las condiciones adversas del entorno gastrointestinal, mejorando así su estabilidad.

La naturaleza lipofílica de estos sistemas favorece la interacción con las membranas celulares, facilitando la internalización de los fármacos en las células diana, un aspecto clave para mejorar la eficacia terapéutica.

Adicionalmente, estas partículas pueden ser diseñadas para dirigirse selectivamente a tejidos específicos, ofreciendo una direccionalidad terapéutica. Este enfoque no solo mejora la eficacia del tratamiento, sino que también reduce la exposición a tejidos no deseados, minimizando efectos secundarios.

Un punto esencial es la capacidad de estas partículas para adaptarse a barreras biológicas, como la barrera hematoencefálica. Este atributo permite una entrega eficaz a sitios terapéuticos específicos, superando obstáculos que podrían limitar la llegada a destinos críticos.

El diseño inteligente es una característica clave de estos sistemas, permitiendo la selección cuidadosa de lípidos o polímeros específicos, la funcionalización de superficies y la optimización del tamaño. Este enfoque estratégico mejora la eficacia terapéutica al minimizar las barreras biológicas.

La versatilidad en la formulación es otra ventaja a destacar, permitiendo la incorporación de diversos fármacos y adaptándose a diferentes requisitos terapéuticos. Esto amplía las posibilidades de aplicación y personalización de estos sistemas en función de las necesidades específicas de cada tratamiento.

Finalmente, la reducción de efectos secundarios es inherente a la liberación controlada y a la capacidad de dirigirse específicamente a células o tejidos. Estos sistemas minimizan la toxicidad y los efectos no deseados, contribuyendo a una administración más segura y efectiva de tratamientos farmacológicos.