

Del laboratorio a la clínica: Potencial biomédico de los polímeros imitadores de estructuras patogénicas

From the Laboratory to the Clinic: Biomedical Potential of Pathogen-Mimicking Polymers

Señor Editor:

La resistencia antimicrobiana y la emergencia de nuevos patógenos constituyen amenazas prioritarias para la salud pública mundial. Frente a este escenario, resulta necesario explorar estrategias terapéuticas y preventivas innovadoras que integren ciencia básica, nanotecnología y aplicaciones clínicas. En este contexto, los polímeros miméticos de patógenos, materiales sintéticos que emulan estructuras clave de virus y bacterias, han surgido como herramientas prometedoras en el desarrollo de vacunas, sistemas de diagnóstico y terapias dirigidas.

Desde una perspectiva química, los avances en la síntesis de polímeros funcionales han permitido diseñar materiales que replican aspectos moleculares clave de bacterias y virus. Estos polímeros, conocidos como pathogen-mimicking polymers, se construyen utilizando métodos de polimerización controlada, que permiten una arquitectura definida y la incorporación precisa de grupos funcionales bioactivos. Estas estructuras pueden autoensamblarse en nanopartículas, micelas o hidrogeles que reproducen patrones moleculares presentes en los microorganismos patógenos, como glicanos, péptidos o fragmentos lipídicos. Esta capacidad de imitación estructural permite

que los polímeros interactúen con receptores inmunológicos como los Toll-like receptors (TLRs), activando una respuesta del sistema inmune sin necesidad de utilizar agentes infecciosos vivos.

El interés biomédico por estas plataformas ha crecido de forma sostenida en la última década. En vacunología, por ejemplo, se han desarrollado nanopartículas poliméricas que presentan múltiples copias del dominio RBD de la proteína Spike del SARS-CoV-2, simulando la superficie del virus y generando respuestas inmunes comparables a las vacunas proteicas tradicionales. Estudios recientes han demostrado que estas vacunas viromiméticas inducen una fuerte respuesta humoral y celular en modelos animales, con perfiles de seguridad favorables y gran estabilidad frente a condiciones de almacenamiento adversas¹. En terapia antimicrobiana, los polímeros bioinspirados pueden actuar como vehículos de liberación dirigida de fármacos. Al ser funcionalizados con ligandos específicos, es posible dirigir antibióticos, antivirales o inmunomoduladores hacia tejidos infectados o tipos celulares específicos, mejorando su eficacia terapéutica y reduciendo los efectos adversos sistémicos. Un ejemplo de esto es el uso de glicopolímeros diseñados para evitar la adhesión de *Escherichia coli* al epitelio urinario, con aplicaciones en la profilaxis de infecciones urinarias recurrentes sin recurrir a tratamientos antibióticos prolongados^{2,3}.

A pesar de estos avances, la implementación clínica de estos materiales aún presenta desafíos. Entre ellos se incluyen la necesidad de validar su biocompatibilidad en modelos preclínicos, estandarizar su producción a escala industrial y establecer marcos regulatorios para su aprobación en uso humano. Además, el diseño racional de estos sistemas debe considerar su estabilidad en medios fisiológicos, su metabolismo y eliminación, así como su interacción con componentes del sistema inmune. En un escenario en que la eficacia de los antimicrobianos se ve comprometida por la resistencia bacteriana, y donde la aparición de nuevos virus plantea riesgos epidemiológicos impredecibles, resulta fundamental fomentar soluciones que combinen seguridad, especificidad y capacidad de respuesta inmunológica contro-

lada. Los polímeros bioinspirados representan una plataforma flexible y potente que puede ser

adaptada tanto a nuevas amenazas infecciosas como a problemas clínicos persistentes.

Sebastián A. Correa^{1,a,*}

¹Escuela de Química y Farmacia y Centro de Estudios e Investigaciones en Salud y Sociedad, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Bernardo O'Higgins, Santiago, Chile.

^aPhD Química.

*Correspondencia: Sebastián A. Correa / sebastian.correa@ubo.cl

Referencias

1. Huang Z, Zhuang X, Liu L, Zhao J, Ma S, Si X, et al. Modularized viromimetic polymer nanoparticle vaccines (VPNVaxs) to elicit durable and effective humoral immune responses. *National Science Review*. 2024; 11(3): nwad310. DOI: 10.1093/nsr/nwad310.
2. Martina CE, Crowe JE Jr, Meiler J. Glycan masking in vaccine design: Targets, immunogens and applications. *Front. Immunol.* 2023; 14: 1126034. DOI: 10.3389/fimmu.2023.1126034.
3. Green JJ, Elisseeff JH. Mimicking biological functionality with polymers for biomedical applications. *Nature*. 2016; 540: 386-394. DOI: 10.1038/nature21005.