

## Editorial

### Nanotecnología y nanomedicina: avances y promesas para la salud humana

El acelerado desarrollo del campo de la nanotecnología y su aplicación en la medicina, han generado nuevas alternativas para el diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades de mayor impacto en la población mundial gracias a los novedosos métodos de preparación, modificación y caracterización de materiales obtenidos con base en el conocimiento sobre el funcionamiento de la materia a nivel atómico y molecular. Esto ha permitido la creación de herramientas y procesos para observar, manipular y controlar las estructuras biológicas en una escala nunca antes alcanzada: estamos hablando de objetos entre 100 y 10.000 veces más pequeños que una célula de mamífero.

Los *National Institutes of Health* (NIH) de los Estados Unidos definen la nanotecnología como “la creación de materiales funcionales, dispositivos y sistemas mediante el control de la materia en una escala de 100 nm, y la explotación de las nuevas propiedades y fenómenos en dicha escala” (<http://www.nih.gov/science/nanotechnology/>), y la *European Science Foundation* define la nanomedicina como la aplicación de la nanotecnología a la medicina (<http://www.esf.org/home.html>). El reto de la nanomedicina es vigilar, controlar, construir, reparar y proteger todos los sistemas biológicos humanos mediante una intervención a escala molecular y nanométrica para beneficio de la salud de las personas (1).

¿Qué hace tan fascinante este nuevo campo de la ciencia y la tecnología aplicada a la medicina? La nanoescala revela nuevas propiedades físicas de la materia: ópticas, eléctricas y mecánicas, entre otras, desconocidas hasta ahora, las cuales tienen diferentes aplicaciones y permiten crear dispositivos más pequeños, portátiles, con menos consumo energético y múltiples funciones. La nanomedicina opera en la escala de las moléculas biológicas y las estructuras internas de las células, por lo que se interna en el origen mismo de los fenómenos biológicos. La utilización de dispositivos médicos más pequeños implica que los procesos son menos invasivos y, por lo tanto, afectan menos el cuerpo, pues disminuyen el tamaño de la muestra requerida para las pruebas diagnósticas y emplean métodos más focalizados.

Las “nanodrogas” pueden mejorar su eficacia optimizando la solubilidad, la biodisponibilidad, la permeabilidad, la especificidad y los efectos de retención de los medicamentos y la tolerancia del cuerpo (2). El mecanismo que subyace en el funcionamiento de estos innovadores medicamentos, es el bloqueo de las señales que permiten que las células malignas se desarrollen y multipliquen descontroladamente produciendo apoptosis, estimulando el sistema inmunitario o liberando los principios activos directamente sobre las células cancerosas, minimizando, así, la muerte de las células sanas y evitando los efectos secundarios. Son muchas las investigaciones que se vienen adelantando en torno al desarrollo de medicamentos para tratar el cáncer, pero solo unos cuantos han sido aprobados por la *Food and Drug Administration* (FDA) de los Estados Unidos (3). De los 40 medicamentos aprobados por la FDA entre el 2007 y el 2012, 30 tenían como blanco moléculas del cáncer; entre el 2012 y el 2014, se aprobaron otros 19, de los cuales 18 atacaban directamente las vías de transducción biológica o proteínas específicas del cáncer (3).

En varios estudios se señala que los radicales libres están implicados en la patofisiología de numerosas enfermedades, pues la superproducción de especies radicales muy reactivas o sus precursores es responsable de isquemias cardiovasculares, de la enfermedad de Alzheimer, la artritis, la diabetes y el cáncer, enfermedades para las cuales se estudia la combinación de diferentes nanopartículas con agentes antioxidantes, que pueden mejorar su absorción y su distribución y evitar la degradación,

dirigiendo su acción directamente al blanco de la enfermedad (4). Actualmente, las aplicaciones de la nanomedicina cubren enfermedades como el sida (5) y otras autoinmunitarias (6), y tienen usos en la salud oral (7) y en la cosmética (8).

Las imágenes moleculares son especialmente útiles cuando se trata de lograr un diagnóstico más preciso. La resonancia magnética provee imágenes con resoluciones entre 25  $\mu\text{m}$  y 1 mm y una precisa localización en el cuerpo, y no tiene los efectos nocivos de la radiación, lo que la convierte en una excelente alternativa para el diagnóstico de enfermedades. El reto ahora es mejorar la resolución de estas imágenes, para lo cual se recurre a técnicas que se basan en los sistemas de lípidos, los polímeros y las nanopartículas inorgánicas, con el fin de mejorar la detección de las lesiones cardiovasculares, por ejemplo. Los medios de contraste juegan un papel fundamental a la hora de detectar la estenosis y las áreas no irrigadas mediante sistemas que emplean nanopartículas superparamagnéticas para tener información sobre la activación de los tejidos (9).

Una ambiciosa meta de la nanomedicina es el desarrollo de la medicina personalizada y regenerativa, y el teranóstico (10). La primera tiene en cuenta que cada paciente manifiesta características únicas, por ejemplo, en cuanto a la expresión de enzimas, caso en el que el tratamiento de la enfermedad requeriría la utilización de enzimas intracelulares propias. Las terapias se diseñarían para cada individuo haciendo uso, por ejemplo, del ARN pequeño de interferencia conjugado con nanopartículas para el tratamiento del melanoma (11). Por su parte, el teranóstico pretende detectar la enfermedad y tratarla en el momento mismo de su hallazgo, mediante el uso de un mismo dispositivo para obtener las imágenes y liberar el principio activo. Con este fin se han diseñado nanopartículas funcionales, puntos cuánticos y nanotubos de carbono, entre otros (12).

Las expectativas creadas alrededor de la nanotecnología y la nanomedicina se hacen evidentes en las numerosas publicaciones que se encuentran en las más importantes bases de datos científicas y en las billonarias inversiones que los gobiernos de los países desarrollados hacen en proyectos relacionados con este campo. Aunque todavía están por resolverse asuntos como la seguridad para el paciente y los investigadores, así como los aspectos toxicológicos (13), éticos y de regulación (14), el fascinante mundo de la nanomedicina sigue avanzando a un ritmo frenético. Las distintas y variadas investigaciones que se encuentran en la fase de estudio clínico (15), los resultados exitosos y el buen número de patentes solicitadas (16), demuestran que, como ya lo han vaticinado muchos, el siglo XXI será el siglo de la nanotecnología y la nanomedicina, las cuales llegan con la promesa de extraordinarios beneficios para la humanidad en un futuro cercano. La pregunta, entonces, es cómo se prepara Colombia para estos nuevos retos.

Martha Elena Londoño

Docente e investigadora, Escuela de Ingeniería de Antioquia y Universidad CES, Medellín, Colombia

## Referencias

1. **Boisseau P, Loubaton B.** Nanomedicine, nanotechnology in medicine. *C R Phys.* 2011;12:620-36. <http://dx.doi.org/10.1016/j.crhy.2011.06.001>
2. **Stylianopoulos T, Jain RK.** Design considerations for nanotherapeutics in oncology. *Nanomedicine.* 2015;11:1893-1907. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nano.2015.07.015>
3. **Pérez-Herrero E, Fernández-Medarde A.** Advanced targeted therapies in cancer: Drug nanocarriers, the future of chemotherapy. *Eur J Pharm Biopharm.* 2015;93:52-79. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejpb.2015.03.018>
4. **Nash KM, Ahmed S.** Nanomedicine in the ROS-mediated pathophysiology: Applications and clinical advances. *Nanomedicine.* 2015;11:2033-40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nano.2015.07.003>
5. **Kumar N, Kumar R.** Human immunodeficiency virus (HIV) and acquired immunodeficiency syndrome (AIDS). En: Kumar N, Kumar R. (autores). *Nanotechnology and nanomaterials in the treatment of life-threatening diseases.* Oxford: William Andrew Publishing; 2014. p. 299-345.
6. **Gharagozloo M, Majewski S, Foldvari M.** Therapeutic applications of nanomedicine in autoimmune diseases: From immunosuppression to tolerance induction. *Nanomedicine.* 2015;11:1003-18. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nano.2014.12.003>
7. **Jain S, Jain AP, Jain S, Gupta ON, Vaidya A.** Nanotechnology: An emerging area in the field of dentistry. *J Dent Sci.* 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jds.2013.08.004>

8. **Pardeike J, Hommoss A, Müller RH.** Lipid nanoparticles (SLN, NLC) in cosmetic and pharmaceutical dermal products. *Int J Pharm.* 2009;366:170-84. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpharm.2008.10.003>
9. **Juenet M, Varna M, Aid-Launais R, Chauvierre C, Letourneur D.** Nanomedicine for the molecular diagnosis of cardiovascular pathologies. *Biochem Biophys Res Commun.* 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbrc.2015.06.138>
10. **Zhang L, Webster TJ.** Nanotechnology and nanomaterials: Promises for improved tissue regeneration. *Nano Today.* 2009;4:66-80. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nantod.2008.10.014>
11. **Zhang XQ, Xu X, Bertrand N, Pridgen E, Swami A, Farokhzad OC.** Interactions of nanomaterials and biological systems: Implications to personalized nanomedicine. *Adv Drug Deliv Rev.* 2012;64:1363-84. <http://dx.doi.org/10.1016/j.addr.2012.08.005>
12. **Thompson M, Blaszykowski C, Sheikh S, Romaschin A.** A true theranostic approach to medicine: Towards tandem sensor detection and removal of endotoxin in blood. *Biosens Bioelectron.* 2015;67:3-10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bios.2014.07.008>
13. **Farrera C, Fadeel B.** It takes two to tango: Understanding the interactions between engineered nanomaterials and the immune system. *Eur J Pharm Biopharm.* 2015;95:3-12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejpb.2015.03.007>
14. **Sainz V, Connot J, Matos AI, Peres C, Zupančič E, Moura L, et al.** Regulatory aspects on nanomedicines. *Biochem Biophys Res Commun.* 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbrc.2015.08.023>
15. **Murday JS, Siegel RW, Stein J, Wright JF.** Translational nanomedicine: Status assessment and opportunities. *Nanomedicine.* 2009;5:251-73. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nano.2009.06.001>
16. **Chen H, Roco MC, Li X, Lin Y.** Trends in nanotechnology patents. *Nat Nanotechnol.* 2008;3:123-5. <http://dx.doi.org/10.1038/nnano.2008.51>