

Plata a nanoescala para el control de infecciones

Bridgette C. Williams, MSN, RN, MAMS

LA NANOCIENCIA ES EL ESTUDIO de los objetos extremadamente pequeños, y la nanotecnología es la tecnología realizada a nanoescala, que es de alrededor de 1 a 100 nanómetros (nm)¹. Un nanómetro es la billonésima parte de un metro^{1,2}.

La nanomedicina es una división de la nanotecnología, definida como la intervención médica altamente específica a escala molecular para la cura de enfermedades o la reparación de tejidos dañados³. Hasta la fecha, se han desarrollado más de 245 avances de nanotamaño específicos de la nanomedicina. Este artículo se centra en uno de dichos avances: el uso de plata a nanoescala para destruir bacterias y virus⁴.

La plata como agente antimicrobiano

Además de sus propiedades altamente conductivas como metal, la plata (Ag) es un biocida natural, lo que significa que puede destruir microbios^{5,6}.

El uso documentado de la plata como antimicrobiano para prevenir el deterioro del agua o el vino almacenado en los barcos data de hace cientos de años, antes de que los microorganismos fueran visibles al microscopio⁷.

Cuatro formas diferentes de óxido de plata (Ag₀, Ag⁺, Ag₂⁺, Ag₃⁺) destruyen numerosos microbios, y Ag₀ y Ag⁺ son las más comunes⁸⁻¹⁰. No se conoce por completo el mecanismo exacto por el que el óxido de plata destruye los microbios, aunque se ha demostrado que elimina más de 650 tipos diferentes de microbios, motivo por el cual se utiliza para purificar el agua¹². El nitrato de plata (AgNO₃) es un compuesto derivado de la plata. Se aplica de manera tópica para el tratamiento de úlceras y verrugas^{5,11,13,14}.

En humanos, la plata se concentra en la piel, el hígado, el bazo y las glándulas suprarrenales¹⁵. Si se inhala, la plata irrita las vías respiratorias y los pulmones, y

origina problemas respiratorios¹⁵. En la sangre, la plata es detectable a bajas concentraciones, normalmente inferiores a 5 µg/dl^{6,16}. El contacto prolongado o el uso de la plata están asociados a la argiria, que origina la tinción grisácea o grisáceo-negruzca de la piel y de las membranas mucosas. Normalmente no provoca ningún efecto adverso grave para la salud¹⁶.

Tanto la plata como la plata a nanoescala liberan iones de óxido de plata (Ag⁺), que alteran y destruyen los microbios¹⁷. Sin embargo, las partículas de plata a nanoescala son diferentes si se comparan con su forma en bruto de mayor tamaño. La ratio gran superficie-volumen de las partículas de plata a nanoescala significa que cubren más parte del área de superficie de las estructuras y reaccionan de manera más rápida que la plata en su forma de mayor tamaño⁹. Cuanto más pequeña sea la partícula de plata a nanoescala, mayor es su efecto como agente antimicrobiano^{9,18}. El tamaño y la forma de las partículas difiere, lo que afecta a la cantidad e índice de liberación de Ag⁺ y al nivel de concentración en los órganos^{19,20}. Además, la plata a nanoescala libera Ag⁺ de manera continua durante un tiempo determinado¹⁹.

La plata a nanoescala se utiliza en la actualidad en más productos de consumo que cualquier otro nanomaterial¹⁸. Se ha fabricado y comercializado en prendas de vestir, contenedores alimentarios, utensilios de cocina, aerosoles, toallitas para bebés, juguetes, detergentes para lavandería, pintura para paredes, lavadoras, cosméticos, jabones, limpiadores, cepillos de dientes, pasta dentífrica y suavizantes, por sus propiedades antibacterianas^{9, 10,18,19,21-23}.

Usos en cuidados sanitarios

El incremento de los microbios resistentes a los antibióticos ha fomentado el interés por desarrollar la plata a nanoescala para uso en cuidados sanitarios e investigación médica¹⁷.

El recubrimiento de la superficie de determinados dispositivos médicos con plata a nanoescala puede ayudar a prevenir la formación de biopelículas, que es el crecimiento bacteriano ilimitado sobre una superficie; la capa de crecimiento inhibe el efecto de los agentes antimicrobianos^{9,10,24}. La plata a nanoescala es eficaz en la eliminación de hongos, virus y bacterias gramnegativas y grampositivas^{4,9,12,13}. Los apósitos para heridas que incorporan plata a nanoescala en las capas que los conforman se utilizan a menudo para reducir la carga bacteriana¹⁷. La resistencia bacteriana a la plata a nanoescala es rara, aunque puede ocurrir en circunstancias especiales^{12,14,19,25,26}.

La plata a nanoescala disminuye el tiempo de curación de las heridas y cicatrices, ya que disminuye la carga bacteriana y la inflamación en las heridas infectadas⁴. Algunos catéteres intratecales están recubiertos de partículas de plata a nanoescala^{6,26}.

Efectos accidentales

La toxicidad de la plata a nanoescala ha sido descrita en estudios *in vivo* e *in vitro*^{10,27-29}. La exposición acumulativa a los iones de plata es posible, debido a las múltiples aplicaciones en productos de consumo, productos médicos y purificación de aguas en el entorno^{13,28}. No se comprende de manera exacta el modo en que la plata a nanoescala puede causar toxicidad, pero, debido a su variación en tamaños extremadamente pequeños, la plata a nanoescala puede acumularse en órganos y tejidos tales como el hígado y el bazo, provocando cambios celulares adversos^{10,27,28}. La probabilidad de toxicidad por nanoplata está asociada a la exposición repetida. El hígado, los pulmones y el bazo tienen más probabilidad de retener las partículas de nanotamaño a medida que el cuerpo elimina la plata a nanoescala^{20,28}.

Mantenimiento seguro

Siga las instrucciones del fabricante para aportar cuidados óptimos al paciente con el uso de fármacos o dispositivos médicos basados en plata a nanoescala. Asegúrese de:

- Utilizar equipos de protección, según los dictados de la política del centro.
- Supervisar los niveles de plata sérica del paciente, según la prescripción.
- Obtener y supervisar los resultados de la plata en muestras de orina de 24 horas, según la prescripción.
- Evaluar la disfunción pulmonar, hepática y renal^{28,30}.

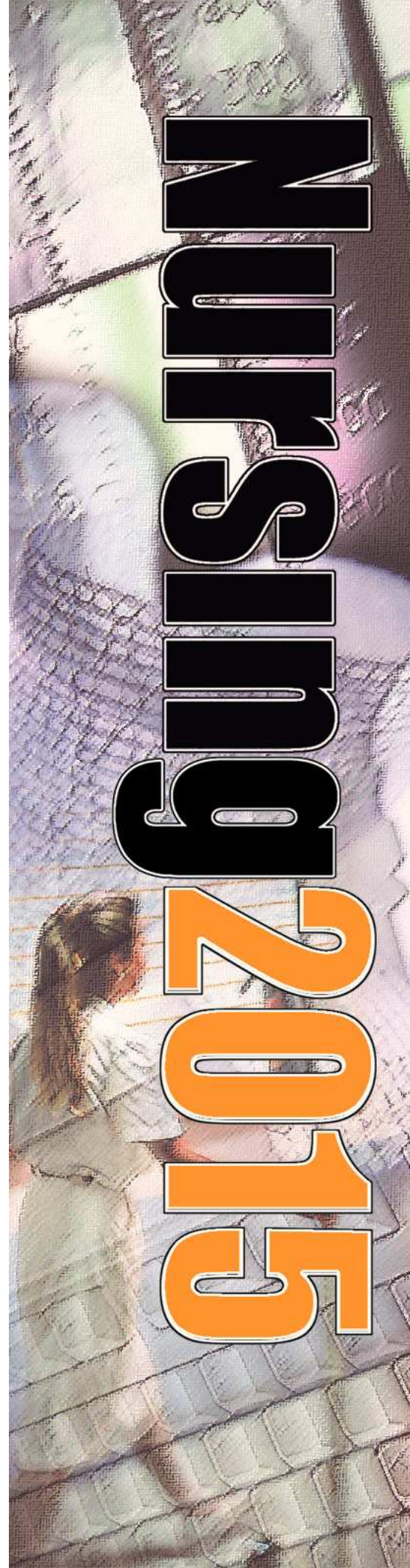
Los riesgos y beneficios de los fármacos y dispositivos médicos basados en plata a nanoescala se limitan principalmente a los hallazgos en estudios en animales^{18,26,28,31,32}. Las enfermeras pueden contribuir a la base de conocimiento mediante la documentación de los informes de evaluación en los pacientes a quienes se administran fármacos basados en plata a nanoescala. ■

BIBLIOGRAFÍA

1. National Nanotechnology Initiative. What is nanotechnology? <http://www.nano.gov/>
2. Meeto D. Nanotechnology: science fiction or a future reality? *Br J Nurs*. 2011;20(12):713.
3. Sheng W Y, Huang L. Cancer immunotherapy and nanomedicine. *Pharm Res*. 2011;28(2):200-214.
4. Etheridge ML, Campbell SA, Erdman AG, Haynes CL, Wolf SM, McCullough J. The big picture on nanomedicine: the state of investigational and approved nanomedicine products. *Nanomedicine*. 2013;9(1):1-14.
5. Guarneri PFM. A systematic review of silver-releasing dressings in the treatment of burns. *Capsula Eburnea*. 2011;6:15-19.
6. Wong KK Y, Liu X. Silver nanoparticles—the real “silver bullet” in clinical medicine? *Med Chem Comm*. 2010;1(2):125-131.
7. Alexander JW. History of the medicinal use of silver. *Surg Infect*. 2009;10(3):289-292.
8. Galdiero S, Falanga A, Vitiello M, Cantisani M, Marra V, Galdiero M. Silver nanoparticles as potential antiviral agents. *Molecules*. 2011;16(10):8894-8918.
9. Wijnhoven SWP, Peijnenburg WJGM, Herberts CA, et al. Nano-silver: a review of available data and knowledge gaps in human and environmental risk assessment. *Nanotoxicology*. 2009;3(2):109-138.
10. U.S. Environmental Protection Agency. State of the science literature review: everything nanosil-ver and more. Washington, DC; 2010.
11. Chaloupka K, Malam Y, Seifalian AM. Nanosilver as a new generation of nanoparticle in biomedical applications. *Trends Biotechnol*. 2010;28(11):580-588.
12. Gunawan C, Teoh W Y, Marquis CP, Amal R. Induced adaptation of bacillus sp. to antimicrobial nanosilver. *Small*. 2013;9(21):3554-3560.
13. Lee J, Kim K-J, Sung WS, Kim JG, Lee DG. The silver nanoparticle (nano-Ag): a new model for antifungal agents. In: Perez DP, ed. *Silver Nanoparticles*. Rijeka, Croatia: INTECH; 2010:295-308.
14. Ayala-Nunez NV, Lara Villegas HH, Del Carmen Ixtepan Turrent L, Rodriguez Padilla C. Silver nanoparticles toxicity and bactericidal effect against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: nanoscale does matter. *Nanobiotechnology*. 2009;5(1-4):2-9.
15. Kubba A, Kubba R, Batrani M, Pal T. Argyria an unrecognized cause of cutaneous pigmentation in Indian patients: a case series and review of the literature. *Indian J Dermatol Venereol Leprol*. 2013; 79(6): 805-811.
16. Padlewska KK. Argyria. 2013. <http://emedicine.medscape.com/article/1069121-overview>
17. Rai M, Yadav A, Gade A. Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials. *Biotechnol Adv*. 2009;27(1):76-83.
18. Luoma SN. Silver Nanotechnologies and the Environment: Old Problem or New Challenges? Project on Emerging Technology. Washington DC: The Pew Charitable Trusts; 2008.
19. Lara H, Ayala-Nunez N, Ixtepan Turrent L, Rodriguez Padilla C. Bactericidal effect of silver nanoparticles against multidrug-resistant bacteria. *World J Microbiol Biotechnol*. 2010;26(4):615-621.
20. Lankveld DP, Oomen AG, Krystek P, et al. The kinetics of the tissue distribution of silver nanoparticles of different sizes. *Biomaterials*. 2010;31(32):8350-8361.
21. Chen X, Schluesener HJ. Nanosilver: a nanoparticle in medical application. *Toxicol Lett*. 2008;176(1):1-12.
22. Marambio-Jones C, Hoek EM. A review of the antibacterial effects of silver nanomaterials and potential implications for human health and the environment. *J Nanoparticle Res*. 2010;12(5):1531-1551.
23. Roychuk E. Silver nanoparticle use spurs U.S. consumer database. 2013. <http://www.cbc.ca/news/technology/silver-nanoparticle-use-spurs-u-s-consumer-database-1.2415424>.
24. Simchi A, Tamjid E, Pishbin F, Boccaccini AR. Recent progress in inorganic and composite coatings with bactericidal capability for orthopaedic applications. *Nanomedicine*. 2011;7(1):22-39.
25. Annear DI, Mee BJ, Bailey M. Instability and linkage of silver resistance, lactose fermentation, and colony structure in *Enterobacter cloacae* from burn wounds. *J Clin Pathol*. 1976;29(5):441-443.
26. Brandt O, Mildner M, Egger AE, et al. Nanoscale silver possesses broad-spectrum antimicrobial activities and exhibits fewer toxicological side effects than silver sulfadiazine. *Nanomedicine*. 2012;8(4):478-488.
27. Yildirim L, Thanh NT, Loizidou M, Seifalian AM. Toxicology and clinical potential of nanoparticles. *Nano Today*. 2011;6(6):585-607.
28. Ahamed M, Alsali MS, Siddiqui MK. Silver nanoparticle applications and human health. *Clin Chim Acta*. 2010;411(23-24):1841-1848.
29. Munger MA, Radwanski P, Hadlock GC, et al. In vivo human time-exposure study of orally dosed commercial silver nanoparticles. *Nanomedicine*. 2014;10(1):1-9.
30. Heinemann M, Schäfer HG. Guidance for handling and use of nanomaterials at the workplace. *Hum Exp Toxicol*. 2009;28(6-7):407-411.
31. Samberg ME, Oldenburg SJ, Monteiro-Riviere NA. Evaluation of silver nanoparticle toxicity in skin in vivo and keratinocytes in vitro. *Environ Health Perspect*. 2010;118(3):407-413.
32. Hendi A. Silver nanoparticles mediate differential responses in some of liver and kidney functions during skin wound healing. *J King Saud Univ Sci*. 2011;23(1):47-52.

Bridgette C. Williams es educadora de nuevas graduadas en enfermería en la State University of New York Institute of Technology en Utica, N.Y.

La autora declara no tener ningún conflicto de intereses económicos relacionados con este artículo.



NURSING 2015