

Prótesis: El puente entre Nanotecnología y Biomedicina

El uso de las prótesis es casi tan antiguo como la medicina misma, con prácticas como las prótesis dentales que se practicaban desde el antiguo Egipto. Más allá de la función mecánica de reemplazar una parte del cuerpo, estos aparatos aportan múltiples beneficios psicológicos y sociales para los pacientes. Aumentan en gran medida su independencia y les permiten realizar actividades que de otra forma les serían imposibles. Para esto han sufrido muchas transformaciones, desde sólo reemplazar partes estructurales del cuerpo (como huesos) hasta ayudar a recuperar parcialmente la visión con implantes epiretinales (Spicer, Kang, Patterson, Boctor; 2023; 133).

Cuando uno piensa en prótesis antiguas, inmediatamente se le viene a la cabeza la imagen de un pirata con su pata de palo y un garfio en vez de mano. Estas prótesis se hacían así principalmente por la precariedad de las condiciones que vivían los marineros en su tiempo, pero era muy común que esta “solución” terminara siendo letal. Pues la biocompatibilidad de la madera con los distintos tejidos corporales era casi nula, así que las infecciones letales eran un peligro latente.

Hoy en día, las prótesis ortopédicas se hacen con aleaciones de hierro, cobalto, níquel, titanio y circonio dependiendo de la calidad o precio. Estos materiales son mucho más resistentes a la corrosión y a la tensión mecánica sin ser muy pesados, además ayudan al proceso de cicatrización. Pero sus problemas principales son el costo de producción, que inhabilita su acceso a muchas personas con necesidad; y la contaminación crónica de la sangre con los metales pesados derivada de la erosión de la prótesis (Dzhafarova, Boroznin; 2023; 6).

La nanotecnología abre una nueva frontera en el mundo de las prótesis gracias a su gran versatilidad. Pues resuelven los tres principales problemas que las han conllevado desde su invención: la comodidad, la funcionalidad y la compatibilidad con el cuerpo del paciente. Aquí, se mencionarán cuatro áreas específicas en las que la nanotecnología ha avanzado notablemente en los últimos años.

Prótesis de Huesos

La gran mejora que se ha logrado se basa en el desempeño y en la biocompatibilidad de los implantes. Por ejemplo, la nanotopografía mejora la adhesión a nivel celular y regula mejor la inflamación en la zona del implante, mientras evita que el cuerpo rechace el implante. También existen polímeros reforzados con nanotubos de carbono que ofrecen un extraordinario equilibrio entre resistencia y flexibilidad (Karim, Siddiqui, Assaifan, Aijaz, Alnaser; 2024; 2).

Por otro lado, en la universidad Murdoch, Australia, recientemente se logró un avance emocionante. Lograron sintetizar el componente principal de la estructura ósea: hidroxiapatita. Lo que les permite moldearlo en cualquier forma deseada y, al ser un compuesto familiar al organismo, adaptarse sin problemas al cuerpo del paciente. Con el objetivo de sustituir las placas de distintas aleaciones en las cirugías reconstructivas de distintas fracturas (Dzhafarova, Boroznin; 2023; 8).

Prótesis de Piel

El uso de nanofibras y nanocompuestos ha permitido que los conectores entre los miembros de pacientes amputados y sus prótesis sean mucho más cómodos, pues son más flexibles, permiten el paso del aire y previenen la acumulación de humedad. Además, estos materiales son mucho más resistentes al paso del tiempo y al uso exhaustivo, reduciendo la necesidad de comprar nuevas partes periódicamente (Karim, Siddiqui, Assaifan, Aijaz, Alnaser; 2024; 3).

También existen diferentes tratamientos que promueven la regeneración del tejido afectado por heridas como quemaduras severas y traumas graves. Al tiempo que previenen la proliferación de bacterias que pueden causar infecciones.

Prótesis Nerviosas

Uno de los campos más prometedores de las prótesis impulsadas con nanotecnología son las que permiten conectar interfaces neuronales con interfaces computacionales a través de polímeros con propiedades únicas. Esto gracias a su capacidad para regular su conductividad eléctrica y a su gran área superficial. Esto podría implementarse para ayudar a millones de pacientes a recuperar capacidades motoras perdidas debido a daño neuronal o en accidentes graves (Karim, Siddiqui, Assaifan, Aijaz, Alnaser; 2024; 4).

Pero la cúspide de todos estos avances son los nanosensores y nanotransmisores, pues estos hacen posible el paso de señales eléctricas en tiempo real. Y, con interfaces biocompatibles a tejido nervioso, esto significaría que los pacientes podrían controlar sus prótesis directamente a través de sus nervios (Karim, Siddiqui, Assaifan, Aijaz, Alnaser; 2024; 5).

Referencias

- Karim, M. R., Siddiqui, M. I. H., Assaifan, A. K., Aijaz, M. O., & Alnaser, I. A. (2024). Nanotechnology and Prosthetic Devices: Integrating Biomedicine and Materials Science for Enhanced Performance and Adaptability. *Journal of Disability Research*, 3(3). <https://doi.org/10.57197/JDR-2024-0019>
- Spicer, J. B., Kang, J., Patterson, A. L., & Boctor, E. M. (2023). Polymer Matrix Nanocomposites as Photoacoustic Transmitters for Epiretinal Prosthetics. *2023 IEEE 23rd International Conference on Nanotechnology (NANO)*, 133–136. <https://doi.org/10.1109/NANO58406.2023.10231283>
- Volgograd State University, Dzhafarova, E., Boroznin, S., & Volgograd State University. (2023). On the Application of Nanotechnologies in Veterinary and Human Orthopedics: Implantation and Prosthetics. *NBI Technologies*, 1, 5–10. <https://doi.org/10.15688/NBIT.jvolsu.2023.1.1>

Sobre el autor:

Víctor Alejandro Castellanos Flores, Escuela de Ciencias. Estudiante del tercer semestre de la Licenciatura en Nanotecnología e Ingeniería Molecular en la Universidad de la Américas Puebla. Miembro de la Orquesta Sinfonía de la UDLAP.

Contacto: victor.castellanosfs@udlap.mx.

Sobre el coautor:

Dr. José Luis Vázquez González, Profesor de Tiempo Completo y director académico del departamento de Computación, Electrónica y Mecatrónica. Ha sido profesor invitado en Appalachian State University (North Carolina, USA) y realizado estancias de investigación en General Electric (Querétaro) y la Universidad de Valencia (España). Ha participado en múltiples ocasiones en la semana internacional de la Universidad de Ciencias Aplicadas de Bielefeld (Alemania). Sus áreas de interés son los sistemas mecatrónicos, la Automatización industrial y el desarrollo del Internet Industrial de las cosas.

Contacto: josel.vazquez@udlap.mx