

La tecnología biomédica en el Instituto Nacional de Rehabilitación: alcances y perspectivas

I.

De acuerdo con el último Informe Mundial sobre la Discapacidad publicado,¹ más de mil millones de personas viven con alguna forma de discapacidad, lo que equivale a 15% de la población global. De este total, casi 200 millones experimentan dificultades considerables que requieren de asistencia continua.

Los problemas derivados de la discapacidad son más pronunciados entre las comunidades socioeconómicamente menos favorecidas. Al respecto, los resultados de la Encuesta Mundial de la Salud muestran que la prevalencia de la discapacidad es mayor en los países de bajos ingresos. Las personas en el quintil más pobre, las mujeres y los ancianos también presentan una mayor prevalencia de la discapacidad.²

En México, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) informó que durante 2011 más de 5% de la población mexicana (calculada en esa fecha en 112.3 millones de personas) experimentó alguna forma de discapacidad. Los porcentajes más significativos se encontraron entre mayores de 60 años (48.2%), mientras

que en el rango de 30 a 60 años, así como entre jóvenes y niños, se registraron porcentajes de 32.8 y 10%, respectivamente.

De acuerdo con el tipo de discapacidad, la más representativa es aquella que causa dificultades de movilidad (58.3%), seguida de la de visión (27.2%), oído (12.1%), problemas mentales (8.5%), habla (8.3%), limitaciones en el auto-cuidado (5.5%) y trastornos de atención y aprendizaje (4.4%).³

II.

En general, los avances tecnológicos han permitido que la práctica médica cuente con diagnósticos y tratamientos más precisos, oportunos, seguros y confiables, gracias al desarrollo de la micro y nano tecnología, la robótica, la óptica, los procesadores de alta velocidad, el diseño de sensores biológicos, la telemedicina y el procesamiento de señales e imágenes.

En particular, el uso de la tecnología en el campo de la rehabilitación de las personas con discapacidad también experimenta grandes avances. Gracias a las ayudas técnicas, el diseño de pró-

tesis y ortesis *ad hoc*, los dispositivos mecatrónicos para el entrenamiento, los sistemas de biorretroalimentación y los equipos de estimulación eléctrica, entre otros, los pacientes pueden ser más independientes y mejorar su calidad de vida.

La investigación tecnológica es un campo promisorio donde se manifiesta una dinámica sinergia entre la Ingeniería Biomédica y la Investigación Clínica. El área de intersección entre ambos campos permite generar nuevos productos encaminados a resolver necesidades de los servicios médicos.

La mayoría de estas tecnologías vanguardistas tienen dos características en común: su complejidad, así como elevados costos asociados a su diseño, desarrollo, aplicación, mantenimiento y comercialización. Ambos rasgos implican que países en desarrollo, como México, se ven limitados en la utilización y aprovechamiento de la tecnología con fines de investigación clínica y atención médica.

Desde su creación, el Instituto Nacional de Rehabilitación (INR) ha impulsado la investigación tecnológica como eje estratégico que persigue:

- Resolver las necesidades de los investigadores clínicos.
- Asociar la investigación tecnológica con las líneas de investigación prioritarias del Instituto, y
- Reducir la dependencia tecnológica del país en el área de la salud.

III

En este número especial de la *Revista de Investigación Clínica* (RIC) se presentan las aportaciones más recientes de la investigación tecnológica realizada en el INR para la rehabilitación de los pacientes.

En el ámbito de la enfermedad de Parkinson (EP) la investigación tecnológica realizada en el INR muestra que tanto la terapia de marcha sobre banda sinfín, así como la terapia con realidad virtual (RV) pueden mejorar la inestabilidad postural y disminuir la dificultad para iniciar la marcha. Pese a ello, ni el mecanismo exacto detrás de esta mejoría ni el proceso de familiarización de la marcha se conocen aún, por lo que se realizó una investigación de este proceso de familiarización.

Por su parte, aunque la RV tiene un gran potencial en neurorehabilitación, su aplicación clínica debe ser investigada con más cuidado. El diseño iterativo del sistema basado en evidencia propuesto tiene potencial para permitir evaluar las ventajas y desventajas clínicas de la RV en pacientes con EP.

La osteoporosis es una línea de investigación prioritaria del INR que ha sido estudiada ampliamente desde el punto de vista genético, metabólico y nutricional. Sin embargo, no han sido suficientemente investigados los factores mecánicos que afectan la resistencia del hueso, y menos aún se ha

estudiado el efecto entre la integridad del hueso y los estímulos mecánicos (como los originados cuando se realiza actividad física).

Para avanzar en la comprensión de esta enfermedad se presenta un trabajo de modelado que utiliza la técnica de análisis de los elementos finitos, con el fin de determinar los esfuerzos cortantes en regiones anatómicas críticas donde suelen presentarse fracturas con mayor frecuencia.

Otro avance interesante es el diseño de una articulación de rodilla para una ortesis de rodilla-tobillo-pie (ORTP) basada en un sistema electromagnético que, dependiendo de la fase de la marcha, modifica el amortiguamiento de la articulación de la rodilla. Esta propuesta mejora los diseños actuales de las ORTP que comprometen la estabilidad con respecto a la movilidad del segmento.

Otro problema abordado en este número especial tiene que ver con las úlceras por presión (UPP) en lesionados medulares, que representan un problema de morbilidad que pueden empeorar la discapacidad del paciente. Una manera de ayudar a prevenir las UPP es mediante el diseño de asientos para sillas de ruedas, de acuerdo con la forma y antropometría de cada paciente. El objetivo del trabajo aquí presentado radicó en encontrar combinaciones de materiales termoplásticos y espumas de poliuretano que, en conjunto con técnicas protésicas, logren disminuir la presión en la zona de contacto.

En materia de amputaciones, la evaluación del estadio físico y las características morfológicas que mantiene un muñón después de la resección es de vital importancia para seleccionar y adaptar el tipo de prótesis. Se presenta al respecto un estudio sobre la dife-

rencia de volumen entre el muñón y el miembro sano, así como las características morfológicas de los muñones de los pacientes con amputación transfemoral. Esta información ayudará a mejorar el proceso de fabricación de prótesis y el diseño de nuevos sistemas protésicos.

En este mismo contexto, se presenta el diseño de un dispositivo para medir la distribución de la presión que ejercen las prótesis sobre los muñones de las extremidades inferiores, como es el caso de los pacientes con amputación de pie.

Asimismo, se ha demostrado que la técnica percutánea para cirugía del pie, denominada Reverdin-Isham (RI), presenta una alternativa quirúrgica eficaz desde el punto de vista estético y funcional para corregir la deformidad que caracteriza al *hallux valgus* (HV). Sin embargo, es necesario generar evidencia objetiva de la distribución de la presión plantar dinámica cuando la deformidad se corrige mediante RI. Al respecto, se presenta un trabajo que permite identificar si el tratamiento quirúrgico del HV por la técnica de RI induce cambios significativos en la redistribución de la presión plantar, para evaluar la función biomecánica del primer rayo.

Otro artículo interesante para la comunidad científica dedicada a la investigación clínica muestra cómo, con el fin de acelerar la consolidación ósea mediante la estimulación mecánica *in situ* (movimientos inter-fragmentarios), se ha diseñado un clavo intramedular activo.

Adicionalmente, se expone un estudio piloto, donde se muestra que el biorreactor es una herramienta de estimulación mecánica que, en conjunto con técnicas de ingeniería de tejidos, puede apo-

yar fuertemente al diseño de tejidos funcionalmente biológicos como tratamiento alternativo para el reemplazo de ligamentos de rodilla. Las pruebas preliminares hasta el momento han demostrado que la estimulación mecánica mediante biorreactor promueve el mantenimiento de la expresión fenotípica de fibroblastos de ligamento y la síntesis de matriz extracelular.

Con el fin de disponer de dispositivos para valorar el rango de movimiento de la mano se propone un MULTIELGON, para el cual se diseñó un transductor ángulo-voltaje que mide de manera simultánea y automática los ángulos de flexión y la extensión de cada una de las articulaciones de los dedos de la mano.

Finalmente, se destaca que diferentes grupos de investigación en el mundo, incluyendo los del INR, se han interesado en el diseño y desarrollo de sistemas de interfaz cerebro-computadora (BCI), debido a su potencial uso

como un nuevo canal de comunicación o herramienta de apoyo para la rehabilitación de pacientes con diversos grados de discapacidad neuromotora. En este contexto, se proponen clasificadores para sistemas BCI no personalizados o genéricos, definidos para grupos demográficos específicos, a partir de una señal EEG relacionada con la intención de movimiento.

IV

Para el INR es motivo de satisfacción presentar a la comunidad científica las contribuciones y avances de sus investigadores en el ámbito de la tecnología aplicada a la rehabilitación de la discapacidad en México.

REFERENCIAS

1. Informe Mundial sobre la Discapacidad. Organización Mundial de la Salud, 2011. Disponible en: http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/ [Consultado 6 octubre 2013].

2. World Health Survey. Geneva, World Health Organization, 2002–2004. Disponible en: <http://www.who.int/healthinfo/survey/en/> [Consultado el 06 octubre de 2013].
3. Estadísticas a propósito del día mundial de las personas con discapacidad. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/.../2012/discapacidad0.doc> [Consultado 6 octubre 2013].

Carlos Pineda,*
Josefina Gutiérrez,**
Jorge Letechipia***

* Dirección de Investigación,
** Subdirección de Investigación
Tecnológica,
*** División de Investigación
Tecnológica, Instituto Nacional
de Rehabilitación.

Reimpresos:

D. en Ing. Josefina
Gutiérrez-Martínez
Instituto Nacional de Rehabilitación
Calz. México-Xochimilco,
Núm. 289
Col. Arenal de Guadalupe
14389, México, D.F.
Tel.: 5999-1000, ext. 19-007
Correo electrónico:
jgutierrez@inr.gob.mx