

Un área de la ingeniería médica en “crecimiento” apunta a mejorar la detección del cáncer y la precisión de la epidural

entrevista de María Paz Sartori

El sudor en las palmas de las manos no está regido por un proceso vinculado con el calor; en esa parte del cuerpo el sudor está vinculado a los nervios o a alguna reacción o estímulo muy particular. Por eso, cuando alguien suda sus manos de un momento a otro tras una pregunta comprometedor o una situación que le genera miedo o sorpresa, el sudor dentro de la mano se puede medir y usar para detectar los niveles de estrés de esa persona.

El “viejo y conocido detector de mentiras” no es más que una de las primeras aplicaciones de la bioimpedancia —un método que utiliza la electricidad para tomar medidas—, dijo a **Busqueda** Ørjan Grøttem Martinsen, profesor jefe de la Sección de Electrónica en el Departamento de Física de la Universidad de Oslo, en Noruega.

“La bioimpedancia (área en la que trabaja Martinsen) tiene muy interesantes posibilidades porque es un método potencialmente bastante barato. No requiere equipamiento muy caro y puedes montar un instrumento con relativa facilidad”, comentó sobre esta área en la que surgen nuevas aplicaciones.

Al recibirse de ingeniero eléctrico, Martinsen comenzó a trabajar en construcción de plantas de generación de energía pero al poco tiempo sintió la necesidad de “trabajar con la gente” y de “ayudar”. Volvió a estudiar, esta vez Física, y desde entonces trabaja en el área de la bioimpedancia, que estudia la relación entre la electricidad y el cuerpo humano. Por ejemplo, al pasar corriente eléctrica de baja intensidad a través del cuerpo es posible determinar los diferentes tipos de tejidos que contiene y qué proporción de músculo o grasa. También las más nuevas aplicaciones que se están lanzando recientemente al mercado apuntan a usar la bioimpedancia para detectar tejido cancerígeno. Además se puede distinguir si los pulmones están repletos de aire o si, en cambio, están funcionando con un contenido anormal.

Martinsen investiga los diversos usos de la bioimpedancia desde la Universidad de Oslo y está convencido de que esa área, que durante varias décadas se desprestigió por la salida al mercado de instrumentos de medicina de escaso rigor científico, ahora recobra lentamente su lugar. En sus comienzos se dedicó a estudiar aplicaciones en la industria alimentaria y ahora se enfoca en el área médica y junto a su equipo ha desarrollado instrumentos. En sus últimas etapas de trabajo está un método que desarrolló para hacer que la administración de la anestesia epidural (que se inyecta en la zona lumbar) se haga

exactamente en el lugar que se debe y determinar el sitio de manera más precisa. Viajó a Uruguay para la II Conferencia Latinoamericana de Bioimpedancia, que se realizó en octubre.

A continuación un resumen de la entrevista que mantuvo con **Busqueda**.

—Usted es coeditor jefe de la revista científica *Journal of Electrical Bioimpedance*. Desde su experiencia, ¿cómo ha evolucionado esa área?

—No es un área muy nueva. De hecho, es bastante vieja; puedes decir que tiene unos 100 años, o tal vez un poco más para algunas aplicaciones puntuales. Durante las décadas de 1950 y 1960 hubo algunos instrumentos basados en bioimpedancia que fueron introducidos en los consultorios que desafortunadamente no estaban basados en buena investigación. En algunos casos era gente tratando de ganar dinero que no tenía el foco en hacer buena investigación. En algún punto ha destruido la reputación del campo de la bioimpedancia. Creo que todavía puedes oír a médicos decir que ya hemos tratado de usar la bioimpedancia y no funcionó.

—¿Y usted qué opina?

—Que es una pena. Veo que la bioimpedancia es un campo en crecimiento internacionalmente. Muchas compañías ahora están interesándose y está creciendo lentamente. Hay muy buena investigación que se está haciendo ahora. Estamos obteniendo de vuelta la buena reputación, no tan rápido, sí lentamente. Hay buenos instrumentos que ahora están saliendo al mercado basados en investigación de alta calidad como el de la detección del cáncer de piel, es muy bueno, también un instrumento para medir en pulmones si están llenos de aire o tienes áreas que no están llenas o funcionales. La llamada Tomografía por Impedancia Eléctrica es similar en algún punto a la tomografía computada pero sin rayos X. No tiene muy buena resolución pero es mucho más simple y sirve para órganos grandes como los pulmones.

El campo de la bioimpedancia está en su camino ascendente nuevamente. Es un campo prometedor porque toma medidas muy sensibles, es barata, segura de usar y sin radiación. Tiene el potencial de ser un método no invasivo, puedes medir desde afuera, desde la superficie de la piel, sin cortarla o sin ir dentro del cuerpo. Puedes hacer una medida muy sensible porque mides las propiedades eléctricas del tejido, sus propiedades cambian si la fisiología cambia. Si el tejido normal se está convirtiendo en canceroso, la bioimpedancia cambiará, es fácil de medir. Los instrumentos se pueden hacer bastante

chicos y transportables. Hay que estudiar muy bien cómo interpretar las medidas, por eso es importante que en conferencias como esta lo discutamos y veamos qué parámetros usar.

—La bioimpedancia se puede usar tanto para evaluar la calidad de la carne, la humectación de la piel o para medir el nivel de estrés de una persona. ¿Qué tienen esos tres usos en común?

—Todo esto se puede medir con métodos de bioimpedancia. La carne no es diferente a otros tejidos, no es más que músculo muerto. Si tienes un músculo muerto, o sea carne, y lo guardas, las membranas de la célula se empezarán a desintegrar. Eso es muy fácil de medir, puedes con bioimpedancia seguir el proceso de la carne y medir su calidad, si es tierna, cosas así. También puedes medirlo en el pescado, es muy fácil de ver si ha sido congelado o no. Se produce una destrucción en las células durante el frizado que es fácil de medir. He hecho trabajos sobre comida antes.

En cuanto a la hidratación de la piel, se hidrata la parte más superficial, es una capa muerta. Es difícil enviar una corriente a través de ella, pero si se hidrata entonces tendrá más agua y será más fácil. La impedancia se reducirá. Le interesa al área cosmética y también a quienes estudian enfermedades de la piel. Tenemos un instrumento basado en bioimpedancia para testear el efecto de diferentes cremas e hidratantes.

La corriente también sirve para medir los niveles de estrés. La más vieja y conocida aplicación es el detector de mentiras, pero también se usa en psicología para medir el estrés. La piel tiene una baja habilidad para transmitir la corriente eléctrica, o sea que tiene una alta impedancia. Pero los ductos de sudor son como caminos entre la piel cargados de agua salada (sudor) y ahí la corriente conduce mejor. Es bastante fácil de medir con electrodos. Si la conducción es muy baja y estable, entonces tiene un bajo nivel de estrés. Hemos creado un instrumento para distinguir entre el sudor por temperatura y el sudor psicológico. Se puede usar por ahora para investigación básica en fisiología. La bioimpedancia también se puede usar para medir el daño nervioso en personas con diabetes.

—Usted trabaja en esta última área. ¿Qué estudia en diabetes?

—Es un ejemplo de un área nueva en la que puedes usar bioimpedancia. Si de noche cuando duermes disminuye muy rápido el azúcar en sangre, primero empiezas a sudar. Puedes usar estas mediciones del sudor como un dispositivo de alerta.

También tratamos de desarrollar un método para

medir el azúcar en sangre de forma no invasiva.

—Actualmente hay que pinchar el dedo y con una gota de sangre determinar el nivel de azúcar.

—Hay investigación hoy en día en el mundo tratando



Ørjan Martinsen

de inventar un método no invasivo de diagnóstico. Si llega a tener éxito, obviamente tendría un gran mercado.

—¿Y su investigación a qué apunta y en qué etapa se encuentra?

—Tenemos un proyecto en este campo. Medimos mediante bioimpedancia la frecuencia de sudor. También medimos bioimpedancia a muy alta frecuencia (en el rango de los megahertz) y ópticamente (en el rango de los infrarrojos). Tratamos de combinar esas dos mediciones para determinar los niveles de azúcar en sangre.

Se ve muy bien. Todavía no hemos terminado del todo, pero estamos haciendo ahora tests en pacientes, les estamos controlando el azúcar en sangre. Les damos infusiones de combinaciones de insulina y glucosa para controlar sus niveles de azúcar y les tomamos muchas medidas. Viene bien pero todavía falta hasta tener algo en el mercado. Hay muchos grupos tratando de obtener esto, es atractivo.

—Usted estudia además cómo lograr colocar la aguja en el lugar correcto del cuerpo para administrar medicamentos como la anestesia. ¿En qué consisten esas investigaciones?

—Si quieres administrar una droga con una inyección, por ejemplo la epidural si estás dando a luz o si te haces una cirugía en la parte inferior del cuerpo, tienes que inyectarla en un lugar muy específico (se administra por medio de una inyección en la espalda, exactamente por fuera del saco de líquido alrededor de la médula espinal denominado espacio epidural). Es un volumen muy chico al que tienes que entrar y si empujas muy profundo o muy superficial entonces no funciona. Es difícil hacerlo y hoy en día no tienes una manera de saber en dónde está exactamente la punta de la aguja. Con este método enviamos una muy pequeña corriente a través de la aguja. No sientes nada. Podemos medir la impedancia en la punta

de la aguja y sabemos en qué tipos de tejido está. Sabemos si la aguja está en la piel, grasa, músculo, sangre o cerca de una membrana.

Parece que esto ahora se usaría para algo llamado “bloqueo de nervios periféricos”. Tienes que depositar la droga justo afuera del nervio. Se supone que no debe ingresar porque lo puedes dañar. Quieres estar lo más cerca posible al nervio sin ingresar dentro de él. A menudo usan ultrasonido para guiarse pero se puede hacer con impedancia para hacer que el método sea más preciso. El ultrasonido a veces puede dificultar ver exactamente el lugar y esta es una ayuda adicional.

—¿En qué etapa están?

—Tenemos una “prueba de concepto”. Estamos a punto de firmar un contrato con un productor de instrumentos en Europa. Todavía no puedo decir la compañía.

—¿Qué otras aplicaciones de la bioimpedancia han tenido éxito reciente e ingresaron a la industria?

—En Suecia, Stig Ollmar y su grupo produjeron un instrumento que puede detectar cáncer de piel. Ahora es un instrumento comercial basado en este método (bioimpedancia) que ha sido lanzado al mercado en Alemania y Escandinavia (península ocupada por Suecia y Noruega) recientemente. Si tienes algo en tu piel que temes pueda ser cáncer, normalmente te harías una

biopsia, cortarlo y enviarlo al laboratorio. El resultado demoraría unos días. Ahora tienes algo que se parece a una lapicera que lo empujas contra el punto en tu piel y puedes ver el resultado en unos segundos. Mide la impedancia en distintas frecuencias. Puede medir también diferentes profundidades al mismo tiempo. Para eso usan una clasificación multivariada para detectar si es cáncer o no. Si el instrumento dice que no es cáncer, puedes confiar, y si te dice que sí es, entonces debes confirmarlo con otro test adicional.

—La investigación en bioimpedancia tiene muchas posibles aplicaciones. ¿Hacia dónde apunta a futuro?

—Veremos muchos instrumentos de medicina en el mercado basados en bioimpedancia. También es buena idea combinarlo con métodos ópticos y obtener lo mejor de los dos. Di una charla aquí (en Uruguay) y dije que la investigación en bioimpedancia ha estudiado mucho las propiedades lineales del tejido. Puedes enviar una corriente a través del tejido o el material y la corriente no modifica sus propiedades. Pero si subes la corriente y hay más voltaje pasando, te das cuenta que empiezas a cambiarlo. Es no lineal, es un gran campo que no se ha investigado. Estamos empujando a hacerlo en Oslo y parece interesante.

“Dificultades” de una invención uruguaya

Fue hace ya 15 años que los médicos del Hospital de Clínicas plantearon la necesidad de poder evaluar cuándo los pulmones estaban funcionando llenos de aire y cuándo tenían líquido como consecuencia, por ejemplo, de un edema. Una forma de verlo es mediante rayos X, pero ingenieros y médicos de la Universidad de la República (Udelar) intentaron desarrollar una alternativa sin radiación, y lo hicieron. Le llamaron Impetom.

La propuesta se centró en crear un Tomógrafo por Impedancia Eléctrica (TIE). Las corrientes eléctricas se inyectan en el cuerpo, se detectan las diferencias de potencias (que permite determinar si en el pulmón hay aire o líquido) y mediante un trabajo en “modelos matemáticos complejos” se puede reconstruir una imagen, sin efectos secundarios ni radiación.

El desarrollo llevó años, sortearon dificultades de financiación y la falta de interés de la industria que retrasó el trabajo. “La transferencia tecnológica es muy complicada, tenemos grandes dificultades para lograr un intercambio fluido con la industria. Cuando iniciamos esta aventura no había competidores y hoy sí existen. Surgieron en los últimos años. Se está comercializando un equipo de TIE en uso en algunos centros de excelencia del mundo, conectados de la misma forma que estamos proponiendo nosotros”, informó Franco Simini, profesor titular de Ingeniería Biomédica e integrante del Núcleo de Ingeniería Biomédica de las facultades de Ingeniería y Medicina de la Udelar.

Hace unos meses recibieron una subvención del Espacio Interdisciplinario de la Udelar “para llevar el Impetom de la fase de prototipo a una preserie y poder pasárselo a una empresa que se encargue de manufacturarlo”. “Ojalá lo logremos y se pueda aprovechar para generar una actividad comercial”, dijo Simini. Los instrumentos basados en bioimpedancia siempre fueron “considerados la hermana menor, la hermana barata”, respecto a otros de alta tecnología como el PET o equipos de rayos X o de medicina nuclear “por el simple hecho de que no hay una inversión grande de por medio”.