

El proyecto Momentum y la evaluación del movimiento humano: la accesibilidad, el bajo costo y los desafíos tecnológicos

Momentum project and the assessment of human movement: accessibility, low cost, and technological challenges

Projeto Momentum e a avaliação do movimento humano: acessibilidade, baixo custo e desafios tecnológicos

Bianca Callegari¹, Givago da Silva Souza²

En los últimos años, el uso de *smartphones* para evaluar el movimiento humano se ha demostrado innovador y prometedor, especialmente en los países en desarrollo. Equipados con sensores como acelerómetros, giroscopios, magnetómetros, cámaras, micrófonos y pantallas táctiles, estos dispositivos ofrecen la posibilidad de una solución asequible y de bajo costo en comparación con los métodos tradicionales de evaluación motora, como las plataformas de fuerza y los sistemas de captura de movimiento, que requieren alta inversión e infraestructura especializada. La creciente popularidad de *smartphones* en diferentes clases sociales los convierte en una herramienta valiosa para el monitoreo funcional en contextos con recursos limitados.

Varios estudios han explorado las aplicaciones de los *smartphones* para el monitoreo motor y confirmado su utilidad en áreas como la rehabilitación, la evaluación del equilibrio y la detección precoz de disfunciones motoras. Nuestro grupo en la Universidad Federal de Pará desarrolló aplicaciones (*Momentum Science* y *Momentum Touch*) y protocolos de evaluación motora para registrar señales relacionadas con el movimiento humano y demostró que los datos extraídos son válidos en comparación con los métodos de referencia, tienen una reproducibilidad significativa, pueden diferenciar sujetos sanos de sujetos con condiciones clínicas

variadas, además de posibilitar una evaluación de factores que pueden interferir con la realización de las pruebas realizadas. El *Momentum Science* es una aplicación para registrar señales del acelerómetro y del giroscopio integrado en el *smartphone*, y el *Momentum Touch* recoge los datos temporales y espaciales de los toques realizados en la pantalla táctil del *smartphone*.

Las señales inerciales obtenidas en la aplicación *Momentum Science* durante las tareas de equilibrio estático y la evaluación de los ajustes posturales anticipatorios fueron similares a las tareas correspondientes evaluadas por la plataforma de fuerza y el sistema de captura de movimiento en adultos jóvenes sanos¹. Estos mismos sensores se han estudiado en pacientes con diabetes mellitus, COVID prolongada, lepra y osteoartritis y mostraron pérdidas funcionales relacionadas con la enfermedad^{2,3}. También probamos la reproducibilidad de los registros inerciales durante la prueba *timed up and go* y demostramos que había una alta reproducibilidad cuando se realizó la prueba con el mismo *smartphone* o con *smartphones* distintos⁴. Usando la aplicación *Momentum Touch*, que grababa el toque en la pantalla táctil del *smartphone*, demostramos que el sexo y la habilidad manual podría aportar diferencias significativas en el rendimiento del *finger tapping test*, lo que llama la atención sobre la relevancia de tener en cuenta estos dos factores durante la

1. Universidad Federal de Pará, Belém, (PA). Brasil. Correo electrónico: callegaribi@gmail.com. Orcid: 0000-0002-1263-0611

2. Universidad Federal de Pará. Instituto de Ciencias Biológicas. Belém, (PA). Brasil. Correo electrónico: givagosouza@ufpa.br. Orcid: 0000-0002-4525-3971

evaluación clínica con este tipo de prueba. Del mismo modo, evaluamos las características del temblor de las manos utilizando sensores portátiles ligeros y el *Momentum Science*; observamos que los datos no son comparables y que el peso del dispositivo (unos pocos gramos o cientos de gramos) modifica las características espectrales de las señales inerciales relacionadas al temblor de las manos.

A pesar de las ventajas obvias, aún hay que superar los retos tecnológicos. La principal barrera sigue siendo el desarrollo de algoritmos de procesamiento de señales que sean capaces de traducir la información capturada por los *Momentum Sensors* en datos clínicos accionables intuitivamente. Los proveedores de atención médica necesitan herramientas que no solo capturen datos, sino que también faciliten la interpretación de esos datos para la toma de decisiones clínicas. La creación de interfaces sencillas y fáciles de usar, que puedan ser utilizadas por profesionales con diferentes niveles de formación, es un paso importante hacia la adopción generalizada de estas tecnologías. Además, existen variaciones entre dispositivos y condiciones de uso que pueden influir en la precisión de las mediciones, lo que resalta la importancia del desarrollo de protocolos estandarizados y de la validación continua de estas herramientas. Por ejemplo, diferentes modelos de *smartphones* presentan variaciones en la sensibilidad de sus sensores, lo que puede afectar la consistencia de los datos, especialmente en entornos clínicos en los cuales la precisión es crítica.

Las aplicaciones *Momentum Science* y *Momentum Touch* todavía están en desarrollo y en fase experimental; estamos evaluando la implementación de soluciones que permitan su uso fuera del laboratorio de investigación y en condiciones reales. Por el momento, las aplicaciones se están utilizando en trabajos de fin de grado, disertaciones y tesis en la Universidad Federal de Pará, en la Universidad Estadual de Pará, en la Universidad Federal del Estado de Pará, en la Universidad Federal de Amapá y en la Universidad Federal de Roraima. Estas herramientas son innovadoras y asequibles para la evaluación del movimiento humano, con múltiples usos clínicos ya validados y un potencial creciente para mejorar el acceso a la atención sanitaria, especialmente en regiones con recursos limitados. Sin embargo, para que esta tecnología alcance su máximo potencial, es necesario seguir invirtiendo en la mejora de los algoritmos de procesamiento de datos, así como en la creación de interfaces intuitivas que faciliten el uso clínico. La validación continua de estas herramientas también será clave para garantizar que los datos obtenidos sean precisos

y utilizables, lo que permitirá a los proveedores de atención médica tomar decisiones informadas y personalizadas en la atención a sus pacientes.

REFERENCIAS

1. Moraes AAC, Duarte MB, Ferreira EV, Almeida GCS, Santos EGR, Pinto GHL, et al. Validity and reliability of smartphone app for evaluating postural adjustments during step initiation. *Sensors (Basel)*. 2022;22(8):2935. doi: 10.3390/s22082935
2. Fernandes TF, Volpe MITC, Pena FPS, Santos EGR, Pinto GHL, Belgamo A, et al. Smartphone-based evaluation of static balance and mobility in type 2 Diabetes. *An Acad Bras Cienc*. 2024;96(suppl 1):e20231244. doi: 10.1590/0001-3765202420231244
3. Oliveira LKR, Marques AP, Igarashi Y, Andrade KFA, Souza GS, Callegari B. Wearable-based assessment of anticipatory postural adjustments during step initiation in patients with knee osteoarthritis. *PLoS One*. 2023;18(8):e0289588. doi: 10.1371/journal.pone.0289588
4. Santos TTS, Marques AP, Monteiro LCP, Santos EGDR, Pinto GHL, Belgamo A, et al. Intra and inter-device reliabilities of the instrumented timed-up and go test using smartphones in young adult population. *Sensors (Basel)*. 2024;24(9):2918. doi: 10.3390/s24092918