

IMPORTANCIA DE LOS DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS COMO FACILITADORES Y MEDIOS DE ASERTIVIDAD PARA EL DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO EN LA FISIOTERAPIA

Autores: Investigador Principal Keila Tatiana Rodríguez

Coinvestigadores: Ángela María Montaña Céspedes, Andrés Fernando Bedoya Loaiza (Julio 2018)

Fundación Universitaria María Cano, Sede Medellín, Facultad de Ciencias de la Salud, Programa de Fisioterapia.

Resumen

Este artículo tiene como finalidad describir la importancia que tienen los diferentes dispositivos electrónicos para la realización de mediciones y evaluación de las variables AMA, fuerza y velocidad dentro del ámbito de la fisioterapia, aún más, si es uno el dispositivo que reúne esas utilidades para ser parte activa, facilitadora de la ayuda y asertividad de un proceso de rehabilitación. Es por ello que se realizó una revisión sistemática del tema de interés en diferentes bases de datos como Pub-med, Lilacs, google academic, scielo, Ebsco entre otros. La búsqueda arrojó la suficiente información para concluir sobre la necesidad de emplear estos dispositivos en un consultorio de fisioterapia como herramientas útiles tanto para el profesional como para el usuario, así como también la existencia, pero poca evidencia de la utilización de ellos en rehabilitación y en IOT, siendo mayormente orientados a los trabajos de campo y laboratorio.

Palabras claves: Software, IOT (internet de las cosas), rehabilitación, fisioterapia, fuerza, velocidad, ángulos de movilidad articular (AMA)

Abstract

The aim of this article is to describe the importance of different electronic devices for the measurement and evaluation of AMA variables, strength and speed within the scope of physiotherapy, and even more, if one is the device that gathers those utilities to be active part, facilitator of the help and assertiveness of a rehabilitation process. That is why a systematic review of the topic of interest was carried out in different databases such as Pub-med, Lilacs, google academic, scielo, Ebsco, among others. The search yielded enough information to conclude on the need to use these devices in a physiotherapy office as useful tools for both the professional and the user, as well as the existence, but little evidence of the use of them in rehabilitation and in IOT, being mostly oriented to field and laboratory work

Key words: Software, IOT (internet object things), rehabilitation, physiotherapy, strength, speed, angles of joint mobility (AMA)

Introducción

Debido a la gran demanda investigativa y tecnológica que ha tenido la fisioterapia a través del tiempo; y a su vez a las demandas existentes en los diferentes campos de acción como lo son: deportivo, clínico, ocupacional, neurológico, entre otros; se suele ocasionar en consecuencia de ello inquietudes en los profesionales, generando compromiso por la formación continua y la adecuada capacitación tanto en las diferentes áreas de interés como en la diversidad tecnológica que le ofrece el mercado; ya que es importante considerar que este brinda recursos que permiten y facilitan herramientas para realizar un proceso de intervención más asertivo.

En los procesos de rehabilitación es fundamental tener en cuenta la intervención de variables como el AMA, las capacidades físicas: fuerza y velocidad; los cuales se deben abordar de manera integral para el éxito de un tratamiento. Por consiguiente y antes de ahondar en el tema es importante aclarar los conceptos que se abordan en este artículo, como primera instancia se traerá a colación el AMA, el cual resulta trascendental para la correlación de datos encontrados; el AMA se puede definir como un acto motor que permite al individuo ejecutar una acción en un determinado espacio de tiempo. (Trigo, 2000). Otra variable determinante es la fuerza muscular la cual se puede puntualizar como la capacidad que tiene el musculo para producir tensión al

activarse, se caracteriza fundamentalmente por el resultado de la interacción entre fuerzas internas y externas y así generar una acción muscular. (López y Fernández, 2006) y por último se precisa a la velocidad y esta a su vez puede ser definida como la capacidad para reaccionar y realizar un movimiento ante un estímulo concreto, en el menor tiempo posible, con la mayor eficacia y donde el cansancio aún no ha hecho acto de presencia. (Ortiz 2004).

Del mismo modo se puede añadir como generalmente en la intervención fisioterapéutica la evaluación, plan de tratamiento y control de la evolución de los usuarios en relación a estas variables se realizan a través de métodos manuales y convencionales, tal como lo menciona Montoya & Pérez, (2016) la utilización de los test de Daniells o Kendall para el caso de la medición de fuerza, el uso del goniómetro y la cinta métrica para el AMA son herramientas de gran utilidad debido a su fácil aplicación, pero no siempre proporcionan datos suficientemente precisos, viéndose posiblemente alterados por el paciente o el evaluador, generándose esto por diferentes aspectos como la cantidad de fuerza que realice el paciente y la que tenga el examinador, el grado de entendimiento por parte del usuario de lo que debe realizar, y los errores en la ubicación de los puntos de referencia para la medición del AMA; entre otras razones; por este motivo los datos obtenidos van a ser muy subjetivos, poco exactos y van a influir de manera imprecisa en el diagnóstico y tratamiento.

En este orden de ideas, existen diversos dispositivos encargados de la medición de las variables anteriormente mencionadas dándole una orientación cuantitativa y más objetiva, donde la gran mayoría de ellos están diseñados para realizar una o múltiples funciones en laboratorios y trabajos de campo, sin embargo estos no están direccionados al uso en consultorio de fisioterapia, es así como en el avance de la investigación que se quiere, se ha observado la carencia de evidencia científica de la utilización de los dispositivos en el campo de la rehabilitación; no obstante, la orientación de sus aplicaciones está basada en trabajos específicos como el análisis del rendimiento y gestos deportivos y la creación de prototipos para evaluar estas características en zonas específicas del cuerpo. Cabe mencionar que los elementos más reconocidos en el mercado para este tipo de actividades, son el dinamómetros electrónicos y robóticos como medidores de fuerza muscular, Velocímetros como medidores de velocidad del movimiento, y el goniómetro digital como medidor del AMA; pero, a pesar de la gran diversidad de herramientas aún no se encuentra la suficiente evidencia bibliográfica de un dispositivo que

mida la velocidad, la fuerza y el AMA de manera conjunta y que esté al alcance del público vía internet (IOT) con previa programación por parte del personal experto en el tema.

La presente revisión sistemática surge a partir de la práctica cotidiana en la fisioterapia y las carencias objetivas en los procesos de diagnóstico y tratamiento en las variables anteriormente mencionadas; así mismo el impacto académico, social y profesional que de algún modo pueda lograr mejorar los procedimientos; incluso permitir la asertividad del trabajo del fisioterapeuta a la hora de realizar un tratamiento.

Revisión de la Literatura

Durante la construcción del estado del arte se han encontrado referentes en el contexto nacional e internacional, acerca de los dispositivos electrónicos utilizados que se asemejan al objeto de investigación y se correlacionan con el uso en la rehabilitación fisioterapéutica. De manera que se puede dar inicio a la recopilación con lo referente al AMA, velocidad y fuerza desde sus usos tecnológicos, y de ellos el interés por varios autores que se referenciaran en el transcurso del presente escrito.

El ángulo de movimiento es una variable determinante y con una dimensión holística desde el punto de vista terapéutico; puesto que de ella depende la dirección, fuerza y punto de acción de las fibras musculares que se accionan con el movimiento. Con esto en mente la intencionalidad de esta investigación es correlacionar las actuales investigaciones que se han hecho; lo que permite traer a colación autores que aplicaron herramientas tecnológicas para el diagnóstico terapéutico donde la subjetividad dejó de ser un problema para poder dar con mayor exactitud resultados óptimos, con la finalidad de brindar un método de evaluación más preciso a la hora de intervenir a los usuarios y así brindar una atención con mayor calidad. Es así como se puede justificar lo anteriormente dicho con autores como: Salazar, Castrillón, Prieto (2008), que en su artículo “Herramientas de asistencia en el diagnóstico de la movilidad articular en 3D” demuestran la medición del ángulo de movilidad orientado al análisis automático en 3D a través de la interacción del IOT.

Del mismo modo en el artículo “Kinect based intelligent e-rehabilitation system in physical therapy” Gal, Andrei, Neme, Nadasan, & Stoicu-Tivadar, (2015) muestran en los resultados de

su investigación la utilidad del sensor 3D de Microsoft Kinect para la evaluación de la postura inicial, medición los rangos de movimiento de 20 articulaciones y la monitorización de la recuperación médica y el seguimiento del ejercicio.

Dentro de este marco ha de considerarse a la utilidad del electrogoniómetro para autores como Ruiz, Callejas y Lara (2017) donde la medición del ama arroja resultados más exactos para el diagnóstico diferencial; a través de herramientas tecnológicas.

En lo que se refiere a la velocidad desde sus usos tecnológicos enfocados a la medición de la aceleración del cuerpo en diferentes espacios y posturas surge el interés por varios autores de cuantificarla y plasmar sus hallazgos, por esto se toma como referencia a Fosty, B.; Ben-Sadoun, G. ; Sacco, G. ; Koñig, A. ; Manera, V.; Foulon, P. ; Brisswalter, J.; Robert, P. H; Bremond, F. (2016) que en su artículo “Accuracy and reliability of the RGB-D camera for measuring walking speed on treadmill” describen la utilidad de la realidad virtual y las secuencias de imágenes de una cámara RGB-D para la medición de la velocidad de movimiento durante la marcha permitiendo así adaptar el avatar del sistema a las necesidades de locomoción y de realización de ejercicios que requiera la persona.

La locomoción es importante en el ser humano para realizar los desplazamientos. Brahms, M., Zhao, Y., Gerhard, D., & Barden, J. M. (2018) en su artículo “Stride length determination during overground running using a single foot-mounted inertial measurement unit” donde con unidades de medición inercial montadas en el cuerpo (IMU), 6 cámaras 3D, analizan la longitud de la zancada, la velocidad la cual determina la velocidad en la marcha.

Por último, a la Fuerza como la base de las capacidades físicas le han atribuido mayor énfasis en el perfeccionamiento, e innovación de elementos tecnológicos para su evaluación y medición, por ello el interés de varios autores por su estudio. Tal es el caso de Grabowski, P., Narveson, M., & Siegle, S. (2017) que en su artículo “Reliability, Responsiveness, and Criterion Validity of the Kii Sensor, a New Tool for Assessment of Muscle Function” describen el "Kii" como su invención, el cual proporciona una cuantificación eficiente y objetiva de la fuerza muscular sobre tiempo, descartando las dudas del evaluador; además este tiene como valor agregado un funcionamiento inalámbrico, permitiendo que los datos se transfieran de forma rápida y sin problemas de transferencia de datos.

Por último, en el artículo "Assessment of Lower Limb Muscle Strength and Power Using Hand-Held and Fixed Dynamometry: A Reliability and Validity Study" describen la importancia del dinamómetro para la medición de la fuerza así lo indican Mentiply, Benjamin F; Perraton, Luke G; Bower, Kelly J; Brooke, Adair; Yong, Hao Pua; Williams, Gavin P; McGaw, Rebekah ; Clark, Ross A (2015) resaltan la utilización de un dispositivo portátil y cómodo para la medición de la fuerza muscular de la mano, ya que son apropiados, convenientes y con resultados confiables.

En este orden de ideas y como se ha manifestado anteriormente, algunos dispositivos son diseñados para realizar dos o tres tareas diferentes con la utilización de las variables de interés de la presente investigación. Por ello también es necesario realizar la especificación en su funcionalidad y lo que algunos autores refieren de ellos:

El uso de giroscopios triaxiales, acelerómetros y la tecnología 3D Y 2D con la estereofotogrametría en Los sensores de inercia portátiles han representado una gran utilidad para la medición de la velocidad de movimiento y proporcionar la posición, orientación y ángulos de movimiento de segmentos del cuerpo (AMA), con relación a esto Picerno, P. (2016) en su artículo "25 years of lower limb joint kinematics by using inertial and magnetic sensors: A review of methodological approaches" describe el funcionamiento y la evolución de estas tecnologías en sus funciones específicas para este caso en el análisis de la marcha. Igualmente Abedi, M., Manshadi, D. F., Zavieh, K. M., Ashouri, S., Azimi, H., & Parnanpour, M. (2016) describen la utilidad y función de los sensores inerciales para el caso el sharif-hmis en su artículo "A reliability study of the new sensors for movement analysis (SHARIF-HMIS)" y resaltando la importancia de esos sensores en la retroalimentación en tiempo real que presentan y su beneficio para los pacientes ya que les ayuda a corregir inmediatamente sus posturas corporales o detener las actividades físicas que pueden ocasionar un mayor riesgo de lesiones. Así mismo Gibo, T. L., Bastian, A. J., & Okamura, A. M. (2014) usaron el dispositivo (Phantom Premium 1.0, Sensable Technologies) para la interacción con un objeto en su artículo "Grip Force Control during Virtual Object Interaction: Effect of Force Feedback, Accuracy Demands, and Training" explican la importancia del entrenamiento y la retroalimentación de la fuerza en la manipulación de objetos.

Con relación a lo anterior, pero en este caso con el uso de aplicaciones en teléfonos móviles en el artículo “Accuracy and Precision of an Accelerometer-Based Smartphone App Designed to Monitor and Record Angular Movement over Time” Bittel, A. J., Elazzazi, A., & Bittel, D. C. (2016) describen como el iPhone 4S a través de su acelerómetro permite corregir errores de entrenamiento y proporcionar retroalimentación en tiempo real con relación a la velocidad del movimiento y al AMA del mismo.

En esta misma línea Balsalobre, C., Marchante, D., Muñoz, M., & Jiménez, S. (2017) plasmaron en su artículo “Validity and reliability of a novel iPhone app for the measurement of barbell velocity and 1RM on the bench-press exercise” la utilidad y eficacia de la Aplicación PowerLift del iPhone como un instrumento válido, confiable y preciso para medir la velocidad y estimación de 1RM (fuerza) en el ejercicio de press de banco.

Rodríguez da Silva, M. A., da Silva Neto, J. C., & Moreira Silva Dantas, P. (2015) en el artículo “Confiabilidade De Um Protótipo Para Avaliação Das Medidas Do Desempenho” desarrollaron un prototipo el cual mide de forma precisa la velocidad, aceleración, y fuerza; en este se muestran los resultados inmediatamente después de realizada la prueba, de tal modo que puede ser utilizado por profesionales del área de la salud para la evaluación de estas variables y mejorar así la prescripción del ejercicio físico y presentar los resultados para sus prácticas profesionales.

Dentro de estas investigaciones planteadas anteriormente y antes de ahondar en su análisis, y sobre la base de los argumentos conocidos durante el desarrollo de esta investigación, se ha llegado a dar la siguiente premisa:

¿Cuál sería la utilidad de los dispositivos electrónicos dentro de los procesos de diagnóstico e intervención fisioterapéutica a través del internet de las cosas?

Desarrollo Metodológico

El presente artículo de investigación está orientado a la recopilación, sistematización y descripción de los fenómenos ocurridos alrededor de la utilización de herramientas tecnológicas como elementos de diagnóstico y tratamiento en la fisioterapia, por lo tanto, para este abordaje investigativo se ha encaminado de la siguiente manera:

Diseño de La Investigación. La orientación metodológica de este artículo está encaminado a una investigación descriptiva correlacional, de orden cualitativo tomando variables de orden categórico para dar una manifestación terapéutica desde el uso de las herramientas tecnológicas.

Tipo de investigación: descriptivo correlacional, pues se quiere delinear las características específicas descubiertas durante la búsqueda bibliográfica, estas descripciones se fundamentan en los dispositivos electrónicos existentes en el campo de la rehabilitación fisioterapéutica. (Díaz y Calzadilla 2015) pág. 3-4-5

Método: Se utilizó una revisión sistemática de artículos científicos de revistas indexadas, base de datos Pubmed, Scielo, Lilacs, Medline plus, Ebsco Hosts, Proquest, entre otras; dentro de lo cual se desarrolló una técnica exploratoria y analítica para la recolección de la respectiva información, así llevar a cabo la recopilación actualizada de los dispositivos existentes en el medio terapéutico y de ingeniería para medir variables como la fuerza, velocidad y el ama.

Mediante el método cualitativo se sintetizó la información relevante para la investigación lo que permitió establecer una serie de interrogantes al respecto que le permiten a los autores generar hipótesis relevantes en relación a la utilidad de los dispositivos electrónicos en la fisioterapia.

Discusión. Se encontraron múltiples dispositivos tecnológicos que son utilizados en diferentes escenarios para la medición de la fuerza, el AMA y la velocidad en su individualidad, los cuales presentaban poco margen de error llevando a unos resultados confiables en cada marco de estudio; razón por la cual se lleva a afianzar el interés de la creación de un dispositivo que integre las tres variables anteriores para ser utilizado en el área de fisioterapia.

Pese a la variedad y utilidad de estos instrumentos, se encontraron pocos hallazgos de la utilización de los mismos de manera conjunta, que sean conectados al OIT o que sean utilizados dentro de la rehabilitación física como campo de acción de la fisioterapia, siendo empleados mayormente en áreas de ingeniería electrónica con trabajos de campo y laboratorio, orientados a deportistas, situaciones de patologías específicas, partes del cuerpo puntuales o con sentido didáctico; en los cuales se estudia su correspondiente participación y valor agregado a cada proceso. De acuerdo a lo anterior, algunos casos a mencionar son las investigaciones sobre el

aporte de los giroscopios y acelerómetros en plataformas de realidad virtual enfocadas a los juegos de video, los sensores e instrumentos creados con el objetivo básico de medir la fuerza y velocidad de movimiento de los músculos de la mano o de los músculos de una extremidad específica, cámaras y sensores para la medición y análisis del movimiento en la marcha; entre otros casos y así como los anteriores existe una gran variedad de ellos pero con poca relación al enfoque y la necesidad que tiene por objeto el presente artículo, el cual ya se ha sido mencionado y corresponde de manera general el dar a conocer la utilidad que tienen estos elementos dentro de un proceso fisioterapéutico para realizar la evaluación, formación de objetivos generales y específicos de tratamiento adaptados a la necesidad real un paciente.

En esta misma línea y siendo más específicos con el tema en desarrollo, es viable poner en caso un ejemplo para graficar así la importancia del instrumento en el campo de acción tratado: “paciente que es remitido nuevamente al servicio de fisioterapia por motivo de fractura de la diáfisis distal de fémur derecho, con 3 meses de evolución; a este se le realiza la evaluación de la fuerza, AMA y velocidad de movimientos por medio del prototipo en estudio y otras pruebas de valoración atribuibles al tema por los medio correspondientes”; según los valores obtenidos y objetivos planeados por el profesional para el tratamiento se realizará una programación del instrumento con relación a los límites máximos y mínimos a trabajar de acuerdo la capacidad, necesidad del paciente y a su etapa de rehabilitación, lo cual le permitirá conocer por medio de un signo de alarma la correcta o inadecuada ejecución de los movimientos requeridos, así mismo se educa al usuario para que aprenda el funcionamiento del dispositivo y a su vez pueda ejecutar ejercicios en casa, por tanto, esto aportara un factor integral al tratamiento. Tomando como punto de referencia que el dispositivo adaptado por el OIT funcionará de manera sincronizada desde el hogar del usuario con un software manejado desde el consultorio de fisioterapia. En pocas palabras permitiría obtener con precisión los datos iniciales, dar congruencia y objetividad a los objetivos de tratamiento y posteriormente sus resultados.

En definitiva y de acuerdo a lo anterior, los diferentes aportes al evaluador, paciente y proceso terapéutico por parte del instrumento serian: disminución de tiempos de evaluación, seguimiento, comodidad del usuario y fisioterapeuta, confiabilidad y objetividad de los datos recopilados, tanto seguridad como concientización del paciente en la ejecución de ejercicios previamente programados, fácil acceso y comodidad por parte del paciente al servicio

terapéutico mediante la utilización del dispositivo OIT, permitiendo también estar a la vanguardia del siglo XXI donde la tecnología permite brindar mayor profesionalismo en la prestación de los servicios de salud, pudiendo llegar a beneficiar a las entidades de salud competentes en el medio terapéutico.

Cabe señalar que todo lo anteriormente dicho convierte esta investigación en un tema de gran discusión, puesto que se romperían esquemas de experticia por parte del terapeuta y del aprovechamiento de la tecnología para arrojar datos con mayor precisión lo que permitiría interactuar de una manera más ajustada a las dinámicas actuales de ingeniería biomédica.

Conclusiones

Después de haber revisado de manera minuciosa las bases de datos en relación a las investigaciones realizadas en el campo de la fisioterapia y/o a la rehabilitación, y en concordancia con el objeto de esta revisión investigativa cabe concluir que no se evidencia la utilización de las IOT en el campo de la rehabilitación, considerando que en el aparte ya descrito existen dispositivos electrónicos que miden las variables como la fuerza, velocidad y rango de movilidad pero no hay investigaciones que caractericen estas variables y su beneficio con el apoyo de la tecnología.

La utilidad del instrumento dentro de un proceso de recuperación física tiene varios puntos a favor los cuales van desde dar asertividad y objetividad a las metas a cumplir, eliminando los márgenes de error de las variables por parte de un profesional a otro permitiendo de esta manera desarrollar un plan seguro para el usuario, hasta la participación independiente desde el hogar por parte del paciente en su rehabilitación teniendo a través de un elemento OIT una programación previa de actividades y restricciones en las mismas correspondientes a la etapa de evolución del proceso.

El saber aprovechar los recursos que ofrece la tecnología OIT actualmente y especialmente las facilidades y benéficos que puede brindar a las áreas de la salud para implementar tratamientos y métodos precisos, es evolucionar a la par del desarrollo, dar un plus a cada actividad ejecutada por este medio , generar al paciente facilidad de acceso e interacción con el

servicio y el profesional de la salud, permitiendo también a este último monitorear activamente y estar al margen de las actividades en pro de la recuperación del paciente.

En otro aparte cabe entonces preguntarse si es necesario ahondar en esta temática y llevar este artículo a una segunda parte donde se apliquen protocolos de rehabilitación y se pueda hacer uso de las OIT con los usuarios que no tengan fácil acceso a sus sesiones de terapia y con aquellos usuarios que necesiten un seguimiento más riguroso en los procesos de rehabilitación.

Referencias Bibliográficas

- Abedi, M., Manshadi, D. F., Zavieh, K. M., Ashouri, S., Azimi, H., & Parnanpour, M. (2016). A reliability study of the new sensors for movement analysis (SHARIF- HMIS). *Bodywork & Movement Therapies*, 20, 341e345.
- Balsalobre, C., Marchante, D., Muñoz, M., & Jiménez, S. (2017). Validity and reliability of a novel iPhone app for the measurement of barbell velocity and 1RM on the bench-press exercise. *Sports Sciences*, 1-6.
- Bittel, A. J., Elazzazi, A., & Bittel, D. C. (2016). Accuracy and Precision of an Accelerometer-Based Smartphone App Designed to Monitor and Record Angular Movement over Time. *MARY ANN LIEBERT, INC*, 22(4), 1-8.
- Brahms, M., Zhao, Y., Gerhard, D., & Barden, J. M. (2018). Stride length determination during overground running using a single foot-mounted inertial measurement unit. *Journal of Biomechanics*, 71, 302–305.
- Díaz, M. ..., Fernández, M., & Pérez, J. P. (2005). La valoración del funcionamiento a través de test validados. *Iberoam Fisioter Kinesiología*, 8, 28-34.
- Dobkin, B. H., Andrew, K., & Dorsch. (2017). The Evolution of Personalized Behavioral Intervention Technology. *Stroke*, 2329-2333.

- Fosty, B., Ben-Sadoun, G., Sacco, G., König, A., Manera, V., Foulon, P., . . . Bremond, F. (2016). Accuracy and reliability of the RGB-D camera for measuring walking speed on a treadmill. *Gait & Posture*, *48*, 113–119.
- Gibo, T. L., Bastian, A. J., & Okamura, A. M. (2014). Grip Force Control during Virtual Object Interaction: Effect of Force Feedback, Accuracy Demands, and Training. *IEEE TRANSACTIONS ON HAPTICS*, *7*(1).
- Grabowski, P., Narveson, M., & Siegle, S. (2017). Reliability, Responsiveness, and Criterion Validity of the Kiio Sensor, a New Tool for Assessment of Muscle Function. *Military medicine*, *182*, 26-30.
- Lee, S.-H., Yeh, S.-C., Chan, R.-C., Chen, S., Yang, G., & Zheng, L.-R. (2016). Motor Ingredients Derived from a Wearable Sensor-Based Virtual Reality System for Frozen Shoulder Rehabilitation. *BioMed Research International*, *2016*, 1-10.
- Martelli, S., Calvetti, D., Somersalo, E., Viceconti, M., & Taddei, F. (2013). Computational tools for calculating alternative muscle force patterns during motion: A comparison of possible solutions. *Journal of Biomechanics*, *46*, 2097–2100.
- Mentiplay, B. F., Perraton, L. G., Bower, K. J., Brooke, A., Yong, H. P., Williams, G. P., . . . Clark, R. A. (2015). Assessment of Lower Limb Muscle Strength and Power Using Hand-Held and Fixed Dynamometry: A Reliability and Validity study. *PLOS ONE*, *10*(10), 1-18.
- Montoya, V., & Perez, V. (2016). Valoración cuantitativa para la reincorporación ocupacional. *Salud Uninorte*, *32*(2), 312-332.
- Picerno, P. (2016). 25 years of lower limb joint kinematics by using inertial and magnetic sensors: A review of methodological approaches. *elsevier*, *8*.
- Rodrigues da Silva, M. A., da Silva Neto, J. C., & Moreira Silva Dantas, P. (2015). CONFIABILIDADE DE UM PROTÓTIPO PARA AVALIAÇÃO DAS MEDIDAS DO DESEMPENHO. *Bras Med Esporte*, *22*(1), 8-12.

Santos, A., & Garatachea, N. (2012). Tendencias actuales de la acelerometría para la cuantificación de la actividad física. *riccafd*, 1(1), 24-32.

Uchiyama, T., & Tomoshige, T. (2017). System identification of velocity mechanomyogram measured with a capacitor microphone for muscle stiffness estimation. *Electromyography and Kinesiology*, 33, 57-63.