

Validez de un dispositivo inercial para el registro de la frecuencia cardiaca

Molina Carmona, Ivan¹ y Pino Ortega, José²

¹ Licenciado en Ciencias de la Actividad Física

² Doctor en Ciencias de la Actividad Física. Facultad de Ciencias del Deporte.

Universidad de Murcia correo: josepinoortega@um.es

RESUMEN

Los avances tecnológicos han contribuido a la mejora de la colección de datos fisiológicos y cinemáticos con relación a la competición y los entrenamientos. Dispositivos inerciales tales como Wimbu se utilizan dentro de una variedad de situaciones deportivas. Así, es muy importante conocer la validez y precisión del dato de dichas mediciones ya que se utilizan en contextos reales del juego por lo que el propósito de este estudio es evaluar la validez del dispositivo inercial Wimbu para registrar la variable de frecuencia cardiaca en relación con un dispositivo validado como es Polar Team 2.

En este estudio participaron 15 jugadores de un equipo de fútbol base de categoría Primera Cadete. Los individuos que componen la muestra llevaron a cabo el test RSA el cual consta de 7 sprints de 30 metros con una recuperación activa entre ellos de 20 segundos. Se aplicó el coeficiente de correlación Rho de Spearman y un gráfico de dispersión mediante el software estadístico SPSS 20.0, obteniéndose un $R^2 = .95$ y una $p = .00$. Se puede concluir que el dispositivo inercial es válido para registrar la frecuencia cardiaca en fútbol.

Palabras claves: Fútbol, validación, frecuencia cardiaca, dispositivo inercial.

TITLE: Report I: Validity of inertial device for recording heart rate by a field test in football

ABSTRACT

Technological advances have contributed to improving the collection of physiological and kinematic data relative to the competition and training. Inertial devices such as Wimu are used in a variety of sporting situations. Thus, it is very important to know the validity and accuracy of these measurements and data used in real contexts play so the purpose of this study is to assess the validity of the inertial device to record Wimu variable heart rate in relation with a registered device as Polar Team 2.

This study involved 15 players in a football team based in young players category. Individuals in the sample held the RSA test which consists of 7 sprints of 30 meters with an active recovery of 20 seconds. The correlation coefficient and Spearman Rho scatter plot was used by SPSS 20.0 statistical software, obtaining a $R^2 = .95$ and $p = .00$. It can be concluded that the inertial device is valid for recording heart rate in football.

Keywords: Football, validation, heart rate, inertial device.

3.1.1 INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos han contribuido a la mejora de la colección de datos fisiológicos y cinemáticos con relación a la competición y los entrenamientos en los deportes en general (Montgomery, Pyne, & Minahan, 2010; Boyd, Ball, & Aughey, 2011), y en el fútbol, en particular (Casamichana & Castellano, 2011; Bloomfield, Polman, & O'Donoghue, 2007; Santos-Lozano & Garatachea, 2012). Desde los escenarios de la actividad física, la nueva tecnología de medición o registro está permitiendo que los datos de alta calidad se registren en situaciones cada vez más válidas (Achten & Jeukendrup, 2003; Grossman, Wilhelm, & Brutsche, 2010; Jobson, Nevill, & Atkinson, 2009). El dispositivo inercial Wimbu puede medir simultáneamente diferentes variables como FC, aceleración, velocidad, tiempo y distancia, relacionándolas. Estas variables se pueden visualizar en tiempo real, de forma inalámbrica, o descargando dicha información posteriormente en un ordenador.

Dispositivos inerciales tales como Wimbu se utilizan dentro de una variedad de situaciones deportivas (Costa et al., 2013; Casamichana & Castellano, 2011). Las mediciones hechas por dispositivos multi-variables, en cualquier ambiente, deberían conocer la precisión y claridad en cuanto a su validez (Atkinson & Nevill, 1998; Welk, Schaben, & Morrow 2004). La constante acuerdo entre la verdadera (Criterion) y magnitud de medida (Predictor) es el principio subyacente de validez (Brunton, Conway, & Holgate, 2000; Currell & Jeukendrup, 2008). Cualquier nueva tecnología que registre datos reales o de campo debe ser rigurosamente evaluada a través de metodologías controladas, con el fin de conocer la precisión de la medición (Thomas, Nelson, & Silverman, 2005; Welk, 2005). Así, en este trabajo se evalúa la validez del dispositivo inercial Wimbu para registrar la variable de FC en relación con un dispositivo validado como es Polar Team 2.

Destacamos la importancia de demostrar la validez de un instrumento de cuantificación de la carga en fútbol replicando las demandas del juego en sí.

De esta forma, colectivamente, los deportes de equipo se pueden describir como los deportes de múltiples sprints debido al patrón de actividad que caracteriza a este tipo de deportes (Oliver, Williams, & Armstrong, 2006). En un partido de fútbol se realizan

entre 120 y 250 cambios de actividad de alta intensidad (Mohr, Krstrup, & Bangsbo, 2003).

Barbero-Álvarez, Coutts, Granda, Barbero-Álvarez, & Castagna, (2010) enfatizan la importancia de incorporar los dispositivos GPS, debido a su fiabilidad y mejor control durante la evaluación de los resultados en pruebas RSA.

La capacidad realizar sprints repetidos (RSA) se define como la capacidad de realizar sprints de corta duración y de manera repetida (Spencer et al., 2004). Las pruebas de RSA han sido diseñadas para replicar un período estresante de juego y son relativamente de corta duración (< 3 min) (Bishop, Spencer, Duffi, & Lawrence, 2001; Wragg, Maxwell, & Doust, 2000), encontrando variabilidad de la frecuencia cardiaca. Reilly (2001) recomienda que el RSA debe estar compuesto por una distancia de sprint de 30 m, repitiéndose 7 veces, con un período activo de recuperación entre sprints de 15 a 25 segundos.

El RSA se define según Spencer, Bishop, Dawson, & Goodman, (2005) como la habilidad para realizar sprints repetidos con una recuperación mínima entre ellos, lo cual es esencial durante la competición en deportes de equipo. Para valorar la RSA, Stolen, Chamari, Castagna, & Wisloff, (2005) exponen que los entrenadores e investigadores del deporte pueden establecer este tipo de pruebas, que oscilan entre 5 y 10 s de duración (por sprints). Durante la realización de las mismas, suelen realizarse entre 6 y 8 repeticiones de sprints en distancias que oscilan entre 30 y 40 m (Barbero-Álvarez, Heredia, Mendez-Villanueva, 2005; Rampinini et al., 2007, Buchheit, Mendez-Villanueva, Delhomel, Brughelli, & Ahmaidi, 2010, Kaplan, 2010), encontrándose tiempos entre 6,00 y 7,89 s (Rampinini et al., 2007; Buchheit et al., 2010; Kaplan, 2010).

Así, el objetivo de este trabajo es evaluar la validez del dispositivo inercial Wimu para registrar la variable de FC en relación con un dispositivo validado como es Polar Team 2 a través del test RSA.

3.1.2 MATERIAL Y MÉTODOS

Participantes

En este trabajo han participado jugadores de fútbol (n=14) de la categoría Cadete del club deportivo Roldan A.D. (edad $15,40 \pm 0,50$ años, altura $169,26 \pm 0,08$ cm, peso $62,00 \pm 12,32$ kg). Todos los sujetos de este grupo tienen una experiencia en la práctica del fútbol federado superior a 2 años y realizan entrenamientos específicos 3 veces por semana con una duración de 90 minutos por sesión. Así mismo, fueron notificados del diseño de la investigación y de sus requerimientos, beneficios y riesgos, aportando todos los padres o tutores legales de los participantes el consentimiento informado antes de la realización del mismo. Además se obtuvo la valoración favorable, por unanimidad, por parte del Comité Ético de Investigación de la Universidad de Murcia.

Instrumento y procedimiento

Para analizar la validez del dispositivo inercial (wireless inercial movement unit) desarrollado por la empresa Realtracksystems (Almería, España) denominado wimu (www.realtracksystems.com), para el registro de la frecuencia cardiaca, se ha llevado a cabo una comparación con un dispositivo validado como es Polar Team 2. Wimu es un dispositivo que integra diferentes sensores. Además el dispositivo integra un sensor receptor el cual puede recibir un máximo de 7 señales diferentes de información de sensores externos, el cual utiliza la tecnología ANT+, desarrollada por la empresa ThisisAnt (www.thisisant.com). Por tanto el dispositivo puede recibir los datos de FC capturados por una cinta que integra un emisor con tecnología ANT+.

El procedimiento llevado a cabo para registrar los datos obtenidos en el estudio ha consistido en realizar un test de campo (RSA), en una única sesión y en el horario de entrenamiento habitual de los deportistas, a las 18:00 horas, utilizándose la superficie donde entrenan y compiten semanalmente. El test consta de 7 sprints de 30 metros con una recuperación activa entre 20 segundos. Previamente a la realización del mismo, todos los participantes fueron medidos y pesados. Tras estas mediciones, los sujetos recibieron instrucciones acerca del protocolo del mismo, en primer lugar desde el punto de vista teórico y, posteriormente, tras la colocación de los dispositivos, practicaron la ejecución de dicho test. Para dicha ejecución, los jugadores se equiparon individualmente, con las

dos cintas de recogida de datos. El equipamiento de Wimbu estaba compuesto por una cinta de frecuencia cardiaca colocada en el pecho y el dispositivo inercial Wimbu situado en un arnés específico diseñado para tal fin. En cuanto al equipamiento de Polar estaba constituido por una cinta de frecuencia cardiaca situada en la parte inferior a la cinta del dispositivo Wimbu.

Para poder sincronizar los datos de los dispositivos, se registró la FC de Polar Team 2 en tiempo real, pulsando el botón de record del software, a la vez que se pulsaba el botón de la wimu. Al realizar esta acción, se realiza una marca temporal en el registro de datos de la wimu, que coincide con el inicio de la recogida de datos de Polar Team 2. De esta forma se garantizaba que los datos estaban sincronizados en el tiempo.

Todos los test se realizaron en la misma superficie, con una climatología estable y una temperatura de 24° sin que ningún agente externo pudiera repercutir en los valores reales obtenidos en las distintas pruebas.

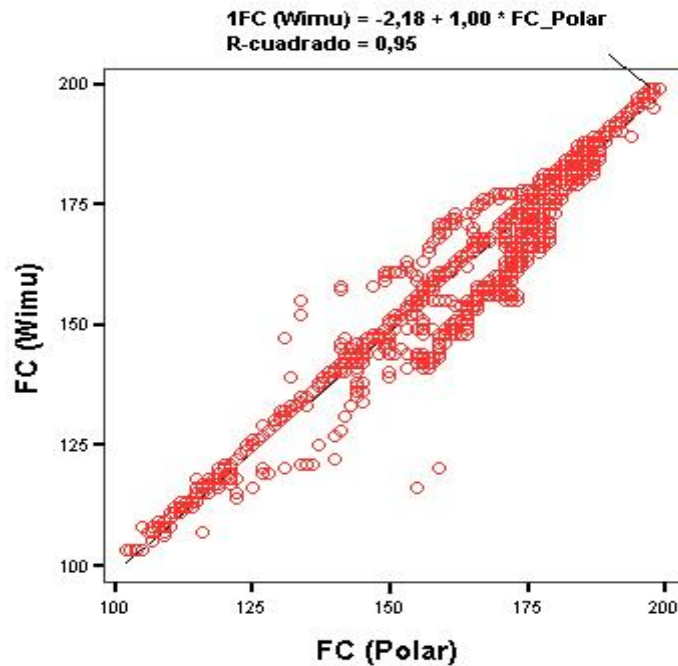
Los datos registrados por wimu se guardaron en una tarjeta micro sd del dispositivo y fueron analizados por un software determinado denominado quiko, el cual fue desarrollado también por la empresa Realtracksystems. En cuanto a los datos registrados por Polar se analizaron con el software Polar Team 2. En ambos casos, los datos se exportaron en formato Excel.

Análisis estadístico

Para conocer la correlación existente entre la frecuencia cardiaca registrada por el dispositivo inercial Wimbu y por Polar se aplicará el coeficiente de correlación Rho de Spearman y un gráfico de dispersión mediante el programa estadístico SPSS 20.0.

3.1.3 RESULTADOS

En la figura 1 podemos apreciar como existen relaciones significativas ($p < .01$) en el conjunto de los datos (2732) registramos por ambos dispositivos durante la realización de los test RSA por los diferentes jugadores con una $R^2 = .95$ y una $p = .00$.



*Figura 01. Diagrama de dispersión de las variables FC (Wimu) y FC (Polar)
(Elaboración propia).*

3.1.4 DISCUSIÓN

El propósito de este trabajo era evaluar la validez del dispositivo inercial Wimu para registrar la variable de FC en relación con un dispositivo validado como es Polar Team 2 a través del test RSA.

La validez de registro de los monitores de Polar ha sido ampliamente demostrada comparando sus registros con ECG (Goodie, Larkin, & Schauss, 2000) o hasta con ECG y otros monitores (Terbizan, Dolezal, & Albano, 2002) y obteniendo valores de frecuencia cardíaca que eran válidos en comparación con los valores del ECG. Goodie et al. (2000) determinaron que un monitor de frecuencia cardíaca Polar podría medir con precisión la frecuencia cardíaca de 30 participantes de edad comprendida entre 18 y 48 años en reposo, así como durante dos tasks. Los participantes se midieron simultáneamente por el monitor de frecuencia cardíaca Polar y un ECG. Se encontró que el monitor Polar registró valores de frecuencia cardíaca que eran válidos en comparación con los valores del ECG. Terbizan et al. (2002) comprobó la validez de siete monitores de ritmo cardíaco, incluyendo dos monitores de ritmo cardíaco Polar, mediante la

comparación de las medidas obtenidas por los monitores de un electrocardiograma (ECG) de medición. En este estudio, las tasas de corazón de 14 hombres ($19,6 \pm 2,3$ años) se midieron simultáneamente por los monitores de ritmo cardíaco y un ECG durante 10 segundos, en reposo y en un tapiz rodante. Los monitores de frecuencia cardíaca se consideraron válidos si se encontraba una correlación entre la frecuencia cardíaca y el ECG de $\geq 0,90$, con un error estándar de estimación de ≤ 5 latidos / min. Ambos monitores de ritmo cardíaco Polar, así como la Accurex II, Cardiochamp y los Cateye -PL 6.000 monitores, resultaron ser precisos tanto en reposo como durante la realización de ejercicio.

A partir de estos estudios los monitores Polar han sido utilizados para demostrar la validez de otros dispositivos, como en el estudio de Barbosa (2008) el cual obtuvo correlaciones altas en el registro de la frecuencia cardiaca del SenseWear HR brazalete en comparación con el monitor de Polar.

Barbosa (2008) en su estudio comprobó la validez de SenseWear HR brazalete en la medición de la frecuencia cardíaca en comparación con el ECG, Actiheart Mini Mitter y Polar. En general, el SenseWear HR brazalete obtuvo correlaciones altas en el registro de la frecuencia cardiaca en comparación con el ECG, Actiheart Mini Mitter y el monitor de Polar.

Los resultados de este estudio muestran correlaciones altas del registro de la FC por el dispositivo inercial Wimu y Polar Team 2, obteniendo una $R^2 = .95$ y encontrando relaciones significativas entre ambas variables $p = .00$.

3.1.5 CONCLUSIONES

El dispositivo inercial es válido para registrar la frecuencia cardiaca en fútbol.

3.1.6 APLICACIONES PRÁCTICAS

El dispositivo inercial Wimbu se puede utilizar en los partidos y entrenamientos de los deportes colectivos en general o del fútbol, en participar, para cuantificar las demandas físicas en relación a la FC que tienen estos deportes en cuestión y así llevar a cabo una planificación de la carga de entrenamiento con referencia a esta variable fisiológica.

3.1.7 BIBLIOGRAFÍA

- Achten, J., & Jeukendrup, E. (2003) Heart rate monitoring: applications and limitations. *Sports Medicine*, 33(7), 517-538.
- Atkinson, G., & Nevill, A. M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine*, 26(4), 217-238.
- Barbero-Álvarez, J. C., Coutts, A., Granda, J., Barbero-Álvarez, V., & Castagna, C. (2010). The validity and reliability of a global positioning satellite system device to assess speed and repeated sprint ability (RSA) in athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(2), 232-235.
- Barbero-Álvarez, J. C., Heredia, J. M., & Mendez-Villanueva, A. (2005). Relationship between the Yo-Yo test and repeated-sprint ability in team-sport athletes. *Journal of Sports Sciences*. 23, 11-12.
- Barbosa, M. (2008). *Validation of the Sensewear HR armband for measuring heart rate and energy expenditure*. (Tesis fin de máster). Cleveland State University, United States.
- Bishop, D., Spencer, M., Duffield, R., & Lawrence, S. (2001). *The validity of a repeated sprint ability test*. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 4, 19-29.
- Brunton, A., Conway, J. H., & Holgate, S. T. (2000). Reliability: what is it, and how is it measured? *Physiotherapy*, 86(2), 94-99.

- Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P. G. (2007). Reliability of the Bloomfield Movement Classification. *International Journal of Performance Analysis of Sport-e*, 7(1), 20-27.
- Boyd, L. J., Ball, K., & Aughey, R. J. (2011). The reliability of MinimaxX accelerometers for measuring physical activity in Australian football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6, 311-321.
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Delhomel, G., Brughelli, M., & Ahmaidi, S. (2010). Improving Repeated Sprint Ability in Young Elite Soccer Players: Repeated Shuttle Sprints vs. Explosive Strength Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 24(10), 2715-2722.
- Casamichana, D., & Castellano, J. (2011). Demandas físicas en jugadores semiprofesionales de fútbol. *Revista de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad Católica de San Antonio*, 17, 121-128.
- Costa, E. C., Vieira, C. M. A., Moreira, A., Ugrinowitsch, C., Castagna, C., & Aoki, M. S. (2013). Monitoring External and Internal Loads of Brazilian Soccer Referees during Official Matches. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12, 559-564.
- Currell, K., & Jeukendrup, A. E. (2008) Validity: reliability and sensitivity of measures of sporting performance. *Sports Medicine*, 38(4), 297-316.
- Goodie, J. L., Larkin, K. T., & Schauss, S. (2000). Validation of the Polar heart rate monitor for assessing heart rate during physical and mental stress. *Journal of Psychophysiology*, 14(3), 159-164.
- Grossman, P., Wilhelm, F. H., & Brutsche, M. (2010) Accuracy of ventilatory measurement employing ambulatory inductive plethysmography during tasks of everyday life. *Biological Psychology*, 84, 121-128.
- Jobson, S. A., Nevill, A. M., & Atkinson, G. (2009). Choose your primary outcome variables with care. *Journal of Sports Sciences*, 27(4), 313-314.
- Kaplan, T. (2010). Examination of repeated sprinting ability and fatigue index of soccer players according to their positions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(6), 1495-1501.
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sport Sciences*, 21, 519-528.

- Montgomery, P., Pyne, D., & Minahan, C. (2010). The Physical and Physiological Demands of Basketball Training and Competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5, 75-86.
- Rampinini, E., Bishop, D., Marcora, S. M., Ferrari-Bravo, D., Sassi, R., & Impellizzeri, F. M. (2007). Validity of Simple Field Tests as Indicators of Match-Related Physical Performance in Top-Level Professional Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 228-235.
- Reilly, T. (2001). Assessment of performance in team games. *European Journal of Sport Science*, 1, 1-16.
- Santos-Lozano, A & Garatachea, N. (2012). Tendencias actuales de la acelerometría para la cuantificación de la actividad física. *Revista Iberomaricana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 1(1), 24-32.
- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Medicine*, 35(12), 1025-1244.
- Spencer, M., Lawrence, C., Rechichi, D., Bishop, B., Dawson, B., & Goodman, C. (2004). Time-motion analysis of elite field hockey, with special reference to repeated-sprint activity. *Journal of Sports Sciences*, 22, 843-850.
- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer: An update. *Sports Medicine*, 35, 501-536.
- Terbizan, D. J., Dolezal, B. A., & Albano, C. (2002). Validity of seven commercially available heart rate monitors. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 6(4), 243-247.
- Thomas, J. R., Nelson, J. K., & Silverman, S. (2005). *Research methods in physical activity* (5th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Welk, G. J. (2005) Principles of design and analyses for the calibration of accelerometry-based activity monitors. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 37(11), 501-511.
- Welk, G. J., Schaben, J. A., & Morrow, J. R. (2004) Reliability of accelerometry-based activity monitors: A generalizability study. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 36(9), 1637-1645.
- Wragg, C. B., Maxwell, N. S., & Doust, J. H. (2000). Evaluation of the reliability and validity of a soccer specific field test of repeated sprint ability. *European Journal of Applied Physiology*, 83, 77-83.