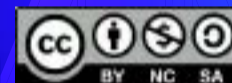


Uso de los sistemas de posicionamiento global en el control de carga en procesos de rehabilitación y retorno seguro al juego en un trasplante autólogo de cartílago articular: un estudio de caso

Use of global positioning systems in load control in process of rehabilitation and return to play in an autologous articular cartilage transplant: a case study



Jose Ivan Alfonso Mantilla

MCT Volumen 14 #1 Enero-Junio

Movimiento
Científico

ISSN-I: 2011-7191 | e-ISSN: 2463-2236

Publicación Semestral

ID: 2011-7191.mct.14101

Title: Use of global positioning systems in load control in process of rehabilitation and return to play in an autologous articular cartilage transplant: a case study

Título: Uso de los sistemas de posicionamiento global en el control de carga en procesos de rehabilitación y retorno seguro al juego en un trasplante autólogo de cartílago articular: un estudio de caso

Alt Title / Título alternativo:

[en]: Use of global positioning systems in load control in process of rehabilitation and return to play in an autologous articular cartilage transplant: a case study

[es]: Uso de los sistemas de posicionamiento global en el control de carga en procesos de rehabilitación y retorno seguro al juego en un trasplante autólogo de cartílago articular: un estudio de caso

Author (s) / Autor (es):

Jose Ivan Alfonso Mantilla

Keywords / Palabras Clave:

[en]: Gps, load, soccer, performance, return to the play, injuries, rehabilitation.

[es]: GPS, carga, fútbol, rendimiento, retorno al juego, lesiones, rehabilitación.

Submitted: 20-05-2020

Accepted: 15-07-2020

Resumen

Introducción: Los sistemas de posicionamiento global, son dispositivos que permiten determinar la posición exacta en tiempo real y su relación con el movimiento corporal humano en la cuantificación de variables físicas en futbolistas profesionales. **Objetivo:** Describir la utilidad de los GPS en el proceso de retorno al juego de un jugador de fútbol profesional con un trasplante autólogo de cartílago articular. **Metodología:** se realizó un estudio de caso en un jugador de fútbol profesional con lesión de rodilla donde se hizo su respectiva rehabilitación y se realizó un control en su fase de readaptación deportiva mediante un GPS Playertek durante 12 sesiones de readaptación controlando variables como distancia, tiempo total de sesión, Número total de sprint, velocidad en el sprint y distancia total de los sprint. **Resultados:** Se llevó al jugador al 92% de rendimiento deportivo con variables de despliegue físico máximo como 9760 metros recorridos durante una sesión de 80 minutos realizando 49 sprints en promedio a 9 M/s de velocidad y acumulando un total de 1096 metros en la totalidad de los sprints realizados. **Conclusión:** En el presente estudio, se realizó el análisis de variables físicas implicadas en el rendimiento físico evaluadas mediante GPS que permitieron generar un proceso de readaptación exitoso en un jugador de fútbol con trasplante autólogo de cartílago. La generación de datos permite la monitorización de forma cuantitativa del proceso reduciendo errores y permitiendo crear un perfil de readaptación en una patología específica.

Abstract

Introduction: global positioning systems are devices that allow determining the exact position in real time and its relationship with human body movement in the quantification of physical variables in professional soccer players. **Objective:** Describe the usefulness of GPS in the return to play process of a professional soccer player with an autologous joint cartilage transplant. **Methodology:** A case study was carried out in a professional soccer player with knee injury where their respective rehabilitation was carried out and a control was carried out in their sports rehabilitation phase by means of a Playertek GPS during 12 rehabilitation sessions, controlling variables such as distance, total session time, total number of sprints, speed in sprinting and total distance of sprints. **Results:** The player was brought to 92% sports performance with maximum physical deployment variables such as 9760 meters covered during an 80-minute session, performing 49 sprints on average at 9 M/s speed and accumulating a total of 1096 meters in all the sprints made. **Conclusion:** In the present study, the analysis of physical variables involved in physical performance evaluated by GPS was carried out, which allowed generating a successful rehabilitation process in a soccer player with an autologous cartilage transplant. The generation of data allows the quantitative monitoring of the process, reducing errors and allowing the creation of a rehabilitation profile in a specific pathology.

Citar como:

Alfonso Mantilla, J. I. (2020). Uso de los sistemas de posicionamiento global en el control de carga en procesos de rehabilitación y retorno seguro al juego en un trasplante autólogo de cartílago articular: un estudio de caso. *Movimiento Científico*, 14 (1), [pgIn]-[pgOut]. Obtenido de: <https://revmovimientocientifico.iber.edu.co/article/view/1850>

Jose Ivan **Alfonso Mantilla**

Source | Filiación:
Universidad del Rosario

BIO:
Fisioterapeuta Universidad del Rosario,
Fisioterapeuta Club deportivo la Equidad Seguros

City | Ciudad:
Bogotá DC [co]

e-mail:
josealfonso25@hotmail.com

Uso de los sistemas de posicionamiento global en el control de carga en procesos de rehabilitación y retorno seguro al juego en un trasplante autólogo de cartílago articular: un estudio de caso

Use of global positioning systems in load control in process of rehabilitation and return to play in an autologous articular cartilage transplant: a case study

Jose Ivan Alfonso Mantilla

Introducción

En la actualidad, el fútbol a nivel profesional se ha convertido en un centro de estudio por diferentes profesionales en el área del deporte de alto rendimiento como preparadores físicos, médicos, fisioterapeutas y psicólogos.

El fútbol, es un deporte que tiene una demanda física elevada a nivel cardiovascular, osteomuscular, neuromuscular y cognitivo para los jugadores que lo practican a nivel profesional debido a la acumulación de carga por entrenamientos y competencias que se desarrollan en un ciclo específico (Peter Blanch & Tim J Gabbett, 2016; Bush, Barnes, Archer, Hogg, & Bradley, 2015; Casamichana, Castellano, Diaz, Gabbett, & Martin-Garcia, 2019; Ekstrand, Walden, & Hagglund, 2016). Para ejemplificar, Equipos europeos afrontan torneos durante el año lo cual aumenta la demanda física para los jugadores llevando a elevar la posibilidad de lesiones deportivas por no contacto (Bengtsson, Ekstrand, & Hagglund, 2013; Bengtsson, Ekstrand, Walden, & Hagglund, 2018; Ekstrand, Spreco, &

Davison, 2019). Sin embargo, en la última década la tecnología ha iniciado a incursionar en el fútbol de alto rendimiento en la creación de distintos tipos de dispositivos tecnológicos para la cuantificación y medición de variables fisiológicas y físicas que intervienen en el futbolista profesional (Ehrmann, Duncan, Sindhusake, Franzsen, & Greene, 2016). Tal es el caso de los sistemas de posicionamiento global, estos dispositivos permiten determinar la posición exacta en tiempo real y su relación con el movimiento (Ehrmann et al., 2016).

En deporte, se están utilizando para la medición de carga impuesta en sesiones de entrenamiento sobre los jugadores permitiendo tener un control sobre los niveles de entrenamiento y así maximizar el rendimiento del jugador, disminuir el riesgo de lesiones por sobrentrenamiento y mejorar la recuperación del jugador profesional (Ehrmann et al., 2016; J. J. Malone et al., 2015). Los dispositivos de posicionamiento global se han convertido en una herramienta fundamental para el control de la carga en equipos de fútbol profesional debido a que permite realizar un proceso de planificación y estructuración en los entrenamientos por macrociclos, mesociclos y microciclos realizando un control a través de variables cuantitativas que permiten la creación de perfiles de entrenamiento y tener seguimiento del proceso a nivel grupal e individual permitiendo la creación de bases de datos con las variables de despliegue físico del jugador y observar los cambios por un periodo de tiempo específico (P. Blanch & T. J. Gabbett, 2016; Ehrmann et al., 2016; Suarez-Arrones et al., 2015). Por ejemplo, en las ligas profesionales de fútbol a nivel mundial se trabaja con los sistemas de posicionamiento global para el análisis de carga en entrenamientos y competencias para cuantificar el total de carga para mantener al equipo en un óptimo nivel físico y realizar la recuperación de una mejor manera con el fin de reducir el riesgo de lesiones osteomusculares y realizar adaptaciones a la carga aguda y crónica (Gabbett, 2016; S. Malone, Owen, et al., 2017; Nassis & Gabbett, 2017).

Adicionalmente, al tener un control sobre las variables de despliegue físico se crea un sistema de seguimiento estandarizado y específico que permite realizar una detección temprana de alteraciones a nivel fisiológico y osteomuscular previniendo la

aparición de lesiones deportivas y bajo rendimiento deportivo (Casamichana, Bradley, & Castellano, 2018; J. J. Malone et al., 2018; Suarez-Arrones et al., 2015).

Desde fisioterapia, en los equipos profesionales de fútbol se trabaja desde la recuperación y rehabilitación de los jugadores. Adicionalmente, se trabaja en conjunto con preparación física en el proceso de prevención de lesiones y readaptación deportiva de los jugadores (Buckthorpe et al., 2019; van der Horst, Backx, Goedhart, & Huisstede, 2017). Además, con el uso de los sistemas de posicionamiento global se realiza un trabajo basado en la creación de perfiles de despliegue físico por jugador y tener un control de carga individualizado permitiendo observar, analizar y evaluar dichas variables para trabajar desde la detección temprana de lesiones deportivas (Ehrmann et al., 2016; Gabbett, 2016). Los dispositivos de posicionamiento global permiten medir variables que pueden ser analizadas por medio de datos estadísticos que permiten mejorar la toma de decisiones en beneficio del equipo y del jugador, la carga es un factor esencial en procesos de entrenamiento, rehabilitación y readaptación debido a que permite optimizar y adecuar las dosis de las mismas para mejorar el rendimiento de un jugador (Gabbett, 2016; Nassis & Gabbett, 2017; Windt & Gabbett, 2017). Sin embargo, la carga debe ser prescrita de una manera adecuada con el fin de prevenir lesiones adyacentes y tener un adecuado proceso de adaptación a los estímulos (Gabbett, 2016; S. Malone, Roe, Doran, Gabbett, & Collins, 2017).

En rehabilitación, se realiza un proceso de prescripción de carga durante los procesos de rehabilitación y readaptación, dicha carga es medida de manera subjetiva con el fin de controlar el proceso en el jugador. No obstante, se requiere de medidas cuantitativas durante el proceso de rehabilitación y readaptación para lograr llevar al jugador a su máximo rendimiento en base a un proceso sistemático y controlado teniendo objetivos, indicadores de rendimiento y seguimiento numéricos que permitan reflejar una evolución en el proceso de rehabilitación o readaptación del jugador profesional de fútbol. Por ejemplo, teniendo un proceso adecuado de manejo de carga se puede cumplir con el proceso de retorno al juego seguro estratificado por criterios de cumplimiento (Peter Blanch & Tim J Gabbett,

2016; Bowen, Gross, Gimpel, Bruce-Low, & Li, 2020; S. Malone, Roe, et al., 2017) como retorno a la participación donde el atleta participa en trabajos de rehabilitación y entrenamiento con modificaciones y restricciones, el atleta es físicamente activo pero aún no se encuentra listo a nivel físico, médico y psicológico; retorno al deporte el atleta ha regresado a su deporte pero no al rendimiento deportivo en esta etapa es donde se debe estar evaluando al jugador para observar su evolución; retorno al rendimiento el atleta es regresado de manera progresiva al rendimiento para recuperar su nivel físico antes de la lesión (Al Haddad, Mendez-Villanueva, Torreno, Munguia-Izquierdo, & Suarez-Arrones, 2018; Ardern et al., 2016; Fessi, Farhat, Dellal, Malone, & Moalla, 2018).

Los sistemas de posicionamiento global permiten el análisis de variables donde se puede tener un control de la carga física en entrenamientos y competencias. Adicionalmente, se pueden crear bases de datos con datos cuantitativos que permiten el seguimiento a nivel individual y grupal que permita mejorar los procesos de planificación de ciclos de entrenamiento previos a competencias. Entre las variables utilizadas para la medición de carga por diferentes tipos de dispositivos GPS se encuentran: Distancia recorrida por minuto, índice de esfuerzo por minuto, % de frecuencia cardiaca máxima, % de movimiento longitudinales y lateral, Esfuerzos de baja, media y alta intensidad en la categorización de umbrales de velocidad (Izzo, Franco, & Varde'i, 2018; Reardon, Tobin, & Delahunt, 2015). Con estas variables, los entrenadores pueden determinar el rendimiento físico por jugador y tener un control de carga durante los entrenamientos con el fin de potencializar el rendimiento del equipo a nivel grupal e individual (Folgado, Goncalves, & Sampaio, 2018; Johnston, Watsford, Austin, Pine, & Spurrs, 2015; Taberner, Allen, & Cohen, 2019). Estas variables, permiten identificar fortalezas y debilidades a nivel individual y grupal que pueden ser corregidas y generar planes de acción a nivel físico, técnico y táctico.

En fútbol profesional, la optimización del rendimiento deportivo depende de distintos factores tanto como físicos, técnicos y tácticos que permitir tener un seguimiento del proceso del

jugador durante toda la temporada. En primera instancia, el rendimiento deportivo a nivel físico puede ser medido con pruebas específicas que dan una guía del estado físico del jugador (P. Blanch & T. J. Gabbett, 2016; Mirkov, Nedeljkovic, Kukulj, Ugarkovic, & Jaric, 2008). Sin embargo, cuando los jugadores están en el entrenamiento táctico y técnico se deben aplicar diferentes tipos estrategias para el control de la carga durante los ejercicios impuestos por los entrenadores, es ese momento es donde los sistemas de posicionamiento global se convierten en la herramienta más confiable para la medición de la carga debido a que permiten llevar un control de carga en diferentes tipos de ejercicios basados en cortas, medianas y largas distancias con distintos tipos de intensidad (Hoppe, Baumgart, Polglaze, & Freiwald, 2018; Mallo, Mena, Nevado, & Paredes, 2015; Suarez-Arrones et al., 2015). De este modo, se puede tener un perfil estructurado individualizado del jugador y observar el rendimiento durante entrenamientos y competencias lo cual permite a los entrenadores identificar debilidades y fortalezas a nivel individual y grupal y crear estrategias para afianzar conceptos y tácticas para mejorar los resultados deportivos (Al Haddad et al., 2018; Hoppe et al., 2018; Scott, Scott, & Kelly, 2016).

En segunda instancia, con la ayuda de los sistemas de posicionamiento global se pueden crear bases de datos integradas con variables que permiten tener un control sobre cada jugador y definir parámetros de carga para mejorar los procesos de prescripción de carga durante los entrenamientos y poder determinar cambios en sesiones tácticas y técnicas a nivel fisiológico y creación de perfiles específicos de los jugadores (Folgado et al., 2018; Suarez-Arrones et al., 2015). Por tal motivo, el objetivo fue describir la utilidad de los GPS en el proceso de retorno al juego de un jugador de fútbol profesional con un trasplante autólogo de cartílago articular.

Materiales y métodos

En el presente estudio se realizó el proceso de rehabilitación y retorno al juego de un jugador de fútbol profesional con un trasplante autólogo de cartílago articular.

Descripción del participante

Jugador profesional de fútbol de 21 años de edad, volante con lesión condral de rodilla el cual fue sometido a proceso quirúrgico específico.

Descripción de la lesión y cirugía

La lesión condral de rodilla son afecciones en el cartílago articular el cual su función en la movilidad entre dos superficies óseas sin dolor. Estas pueden clasificarse según su extensión donde son lesiones de tipo focal como afecciones osteocondrales y osteocondritis; extensas como lesiones degenerativas del cartílago como la artrosis (López & Lorenzo, 2017; Mistry et al., 2017). Dentro de la modalidad más utilizada es el proceso de mosaicoplastia el cual es el proceso quirúrgico de un injerto osteocondral autólogo donde se realiza una extracción del injerto de las zonas laterales, mediales de los cóndilos femorales, así como la zona superior del surco intercondileo debido a que son zonas de baja presión lo que asegura una extracción segura del injerto. La zona de recepción del injerto debe encontrarse en óptimas condiciones mediante la resección total del tejido fibroso lo que permita que el injerto sea congruente con la superficie articular. Se debe tener precauciones con el apoyo y la cantidad de carga impuesta al injerto debido a que un mal procedimiento no garantiza la adecuada cicatrización del injerto lo cual causara un procedimiento fallido (López & Lorenzo, 2017; Mistry et al., 2017; Neto et al., 2010).

Instrumento de medición

Se utilizó un GPS Playertek de la casa comercial de Catapult en Australia el cual es un dispositivo de monitorización de rendimiento en deportistas con características del dispositivo como GPS de 10 Hz, acelerómetro triaxial de 400 Hz, compresión a 100Hz para almacenamiento, magnetómetro triaxial de 10hz y batería de iones de litio de 500 MAH. Este dispositivo realiza la medición de variables implicadas en el rendimiento deportivo como distancia, velocidad, distancia de sprint, aceleraciones de alta intensidad. Este dispositivo posee índices de validez y confiabilidad adecuados para su uso (Hoppe et al., 2018; Scott et al., 2016; Tierney & Clarke, 2019).

Evaluación

Después de completar el proceso de rehabilitación del jugador inició con el proceso de readaptación mediante el GPS donde este era puesto en las sesiones de entrenamiento específicas para ver el despliegue físico del jugador mientras avanzaba en su proceso de readaptación y retorno al juego. Para tal fin, quince minutos antes de comenzar el calentamiento se realizaba la adecuación del dispositivo encendiéndolo y siendo introducido en una unidad de chaleco ajustada para evitar la vibración del dispositivo que el jugador debía colocarse durante el entrenamiento donde se hacía la medición de las variables específicas, el jugador debía complementar en su totalidad la sesión de entrenamiento, no sufrir lesiones adicionales, jugar en su misma posición para tener en cuenta los datos de las sesiones (Akenhead, Hayes, Thompson, & French, 2013). Para la evaluación se tendrían en cuenta las variables distancia, porcentaje de rendimiento por sesión, número total de Sprint, tiempo total de la sesión y velocidad máxima alcanzada por sesión y distancia total de los sprints.

Consideraciones éticas

El estudio se realizó dando cumplimiento de las guías internacionales de Buenas Prácticas Clínicas y de según los principios éticos dados por la Declaración de Helsinki. Este estudio se consideró de riesgo mínimo, según la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico mediante el software Excel donde se estuvo como base el cálculo de variables como mínima, promedio y máximo de las variables distancia, tiempo x sesión, % de rendimiento por sesión, número de sprint, velocidad máxima en M/S por sprint, Distancia recorrida por sprint en metros esto con el fin de observar el rendimiento del jugador en su proceso de retorno al juego.

Resultados

En primera instancia, se enuncia el proceso de rehabilitación del jugador y posteriormente su proceso de readaptación deportiva.

Programa de rehabilitación

Se realizó la planificación del programa a 4 meses con 2 semanas de trabajo con preparación física en readaptación y retorno seguro al juego. Se realizó el programa de rehabilitación siempre protegiendo el autoinjerto controlando la cantidad de peso corporal impuesto al paciente y observando la evolución. El proceso de rehabilitación se evidencia en la tabla 1 (Proceso de rehabilitación).

En el presente estudio se pudo obtener variables físicas del jugador como distancia, porcentajes de rendimiento por sesión, número total de Sprint, tiempo total de la sesión y velocidad máxima alcanzada por sesión. Con estos datos se pudo llevar al jugador a realizar un retorno exitoso al rendimiento deportivo. A continuación, se muestran las principales variables analizadas.

En primera instancia se hizo la medición del jugador en un total de 12 sesiones dentro de las cuales las últimas tres correspondieron a 3 compromisos oficiales. En segunda instancia, en la tabla 2 (Valores por variable) se pueden observar los resultados mínimos, promedios y máximos del rendimiento del jugador con los cuales se pudo establecer la evolución del jugador conforme a las sesiones donde se puede observar que la distancia total en metros por sesión el valor mínimo fue de 2300 metros, promedio de 4121 metros y máximo de 9760 metros; el tiempo total en minutos por sesión mínimo fue de 20 minutos, promedio de 53 minutos y máximo de 80 minutos; el porcentaje total de rendimiento mínimo de 23%, promedio de 49% y máximo de 92%; el número total de sprint mínimo de 3, promedio de 14 y máximo de 49; la velocidad máxima por sprint mínima fue de 5 m/s, promedio de 7 m/s y máxima de 9 m/s y la distancia total recorrida en los sprints mínima de 97m, promedio de 342m y máxima de 1096m donde se concluyó que se realizó un trabajo controlando al jugador durante todo su proceso de readaptación y retorno al juego realizando una progresión de cargas desde los entrenamientos hasta su inclusión progresiva en compromisos de fútbol.

Tabla 1. Proceso de rehabilitación

Semana	Objetivo	Ejercicios	Medios Físicos	Evaluación
1 a 6	-Cuidado del injerto.	- Ejercicios de fortalecimiento con compex en modalidad fortalecimiento.	-Compex en modalidad fortalecimiento y anti dolor	Evaluación médica cada 2 semanas
	-Mantenimiento del rango de movimiento de rodilla para la flexión y extensión de rodilla.	- Ejercicios isométricos en camilla por tiempo y repeticiones específicas.	-Magnetoterapia	
	-Mantenimiento de la fuerza muscular de cuádriceps, isquiotibiales, aductores, abductores de cadera (No anclaje distal).	-Ejercicios con pesas tobilleras en anclaje proximal cuando el paciente tuviera tolerancia de forma isométrica y concéntrica.	-Ultrasonido	
	-Mantenimiento de fuerza de miembros superiores.	-Ejercicios con mini bandas empezando desde la resistencia más baja a la más alta en anclaje proximal.	-Crioterapia	
		-Ejercicios con banda elástica para mantener la extensión y flexión de rodilla.	-Termoterapia	
		-Ejercicios con Fitball para aumentar el rango de movimiento de rodilla y fortalecimiento de la musculatura isquiotibial.		
		-Ejercicios con peso en sedente sin apoyo para mantenimiento de fuerza de miembros superiores.		



6 a 8	-Cuidado del injerto.	-Inicio a la descarga de peso, se quita el apoyo con muletas de manera progresiva.	-Compex en modalidad fortalecimiento y anti dolor	
	- Mantenimiento de la capacidad aeróbica	-Inicio de trabajos en bicicleta estática con mínima resistencia.	-Magnetoterapia	
	-Eliminar el apoyo con ayuda externa.	-Re entrenamiento de la marcha de forma funcional con ayuda de TRX, Bases inestables y elementos funcionales.	-Ultrasonido	
	-Re entrenamiento de la marcha.	-Entrenamiento de la propiocepción de baja complejidad con ojos abiertos y cerradas y algunos estímulos.	-Crioterapia	-Evaluación médica cada 2 semanas
	-Mantenimiento de la fuerza muscular de miembros inferiores con inicio a ejercicios con peso y en apoyo.	-Entrenamiento de actividades funcionales básicas.	-Termoterapia	
	-Inicio de entrenamiento a la propiocepción. -Mantenimiento de fuerza de miembros superiores.	- Inicio al trabajo aeróbico en bicicleta estática. -Hidroterapia.		
8 a 10	-Cuidado del injerto.	- inicio al patrón de trote iniciando con ejercicios coordinativos de bajo impacto, trabajo en elíptica, trabajos de caminata en banda sin fin en el agua hasta avanzar a trote en protocolo 5x5.	-Magnetoterapia	-Evaluación médica cada 2 semanas
	- Mantenimiento de la capacidad aeróbica e inicio al trote.	- Trabajos en banca de cuádriceps con una carga al 25%de la RM de forma isométrica, trabajos isométricos en maquina Smith al 10% de la RM.	-Ultrasonido	-Test de fuerza isocinetica
	- Mantenimiento de la fuerza muscular de miembros inferiores con inicio a ejercicios con peso en isometría.	- Trabajos excéntricos de baja carga con tirantes musculares, maquinas isoineriales.	-Crioterapia	
	-Trabajos de propiocepción de mediana complejidad.	-Trabajos propioceptivos en bases inestables nivel I y II con estímulos	-Termoterapia	
	-Trabajos coordinativos de bajo impacto.	-Trabajos coordinativos funcionales de bajo impacto.		
	- Mantenimiento de fuerza de miembros superiores.			

10 a 12	-Cuidado del injerto.	-Trabajos excéntricos de mediana y alta carga con máquinas isoinerciales.	Magnetoterapia	Evaluación médica cada 2 semanas
	-Mantenimiento de la capacidad aeróbica.	-Trabajos en gimnasio al 60-75% de la RM omitiendo maquinas con presión axial.	-Ultrasonido	-Test de fuerza isocinetica
	-Mantenimiento de la fuerza muscular de miembros inferiores con trabajos con peso en anclaje distal.	-Trabajos coordinativos y funcionales con balón en campo de bajo y moderado impacto.	-Crioterapia	
	-Retorno a trabajos funcionales de campo controlados.	-Trabajos propioceptivos dinámicos en bases inestables más gesto motor en campo.	-Termoterapia	
	-Inicios de trabajo de propiocepción dinámica	-Trabajos funcionales con balón en plano lineal y lateral.		
12 a 14	-Cuidado del injerto.	-Trabajos excéntricos de alta carga con máquinas isoinerciales.	-Magnetoterapia	-Evaluación médica cada 2 semanas
	- Inicio de trabajos con el grupo controlados	-Trabajos en gimnasio al 80-100% de la RM omitiendo maquinas con presión axial.	-Ultrasonido	-Test de fuerza isocinetica.
	-Mantenimiento de la fuerza con distintos estímulos como fuerza de resistencia y fuerza máxima	-Trabajos coordinativos y funcionales con balón en campo alto impacto simulando gestos reales de juego.	-Crioterapia	-Hop Test
	-Inicio de entrenamiento pliometricos controlados	-Trabajos propioceptivos dinámicos en bases inestables más gesto motor en campo con estímulos de inestabilidad	-Termoterapia	-Test de salto en plataforma Axon
	- Retorno a los funcionales de moderada y alta intensidad como pateo, pases de mediana y larga distancia, sprints, cambios de dirección, caídas.	-Trabajos funcionales con balón en diferentes planos de movimiento con diferentes estímulos.		-Illinois Test
				-Test de 30 metros
				- Evaluacion mediante GPS
				-T test
			-Y test	
14 a 16		-Trabajos de fuerza preventiva	-Magnetoterapia	-Evaluación médica cada 2 semanas
	-Inicio a la readaptación deportiva y retorno al rendimiento.	-Control de carga medida por GPS -Trabajos con el grupo en espacios cortos, medianos y largos. -Trabajos con balón con simulaciones técnico tácticas de la posición.	-Ultrasonido -Crioterapia -Termoterapia	-Evaluación mediante GPS -Test de fuerza isocinetica.



En la gráfica 1 (Distancia en metros por sesión) se presenta la distancia en metros que realizó el jugador en su proceso de readaptación y en sus compromisos de fútbol en la cual se puede contrastar con la gráfica 2 (Tiempo total por sesión en minutos) donde se evidencia el total de minutos por sesión de seguimiento lo cual va directamente relacionado con el total de distancia realizada por el jugador por sesión donde permitió determinar la cantidad de carga impuesta y saber manejar los periodos de recuperación para llegar a un proceso exitoso.

En tercera instancia, en la gráfica 3 (% de rendimiento por sesión) se mostró que el rendimiento del jugador está directamente relacionado con el total de tiempo por sesión donde se realizó una adecuada prescripción llevándolo hasta poder disputar 3 competencias con distintos periodos de tiempo llevándolo hasta casi un rendimiento máximo después de la lesión.

En cuarta instancia, en la gráfica 4 (Total de sprints por sesión) se evidencia las sprints que realizó por sesión donde en el compromiso que tuvo mayor tiempo en minutos realizó la máxima cantidad de sprints después de la lesión. Adicionalmente, en la gráfica 5 (Velocidad máxima en M/S) se mostró la velocidad promedio por sprint que el jugador realizó durante su proceso reflejando un promedio entre cada una de las sesiones y finalmente en la gráfica 6 (Distancia total de los Sprint) donde se muestra la relación con el total de los metros realizados por el jugador en aceleraciones de corta duración y su evolución a lo largo de su readaptación.

Con estos resultados se puede evidenciar que con la ayuda de los GPS se puede realizar un proceso sistemático y controlado del proceso de un jugador después de una lesión observando su evolución permitiendo tomar decisiones con respecto al proceso.

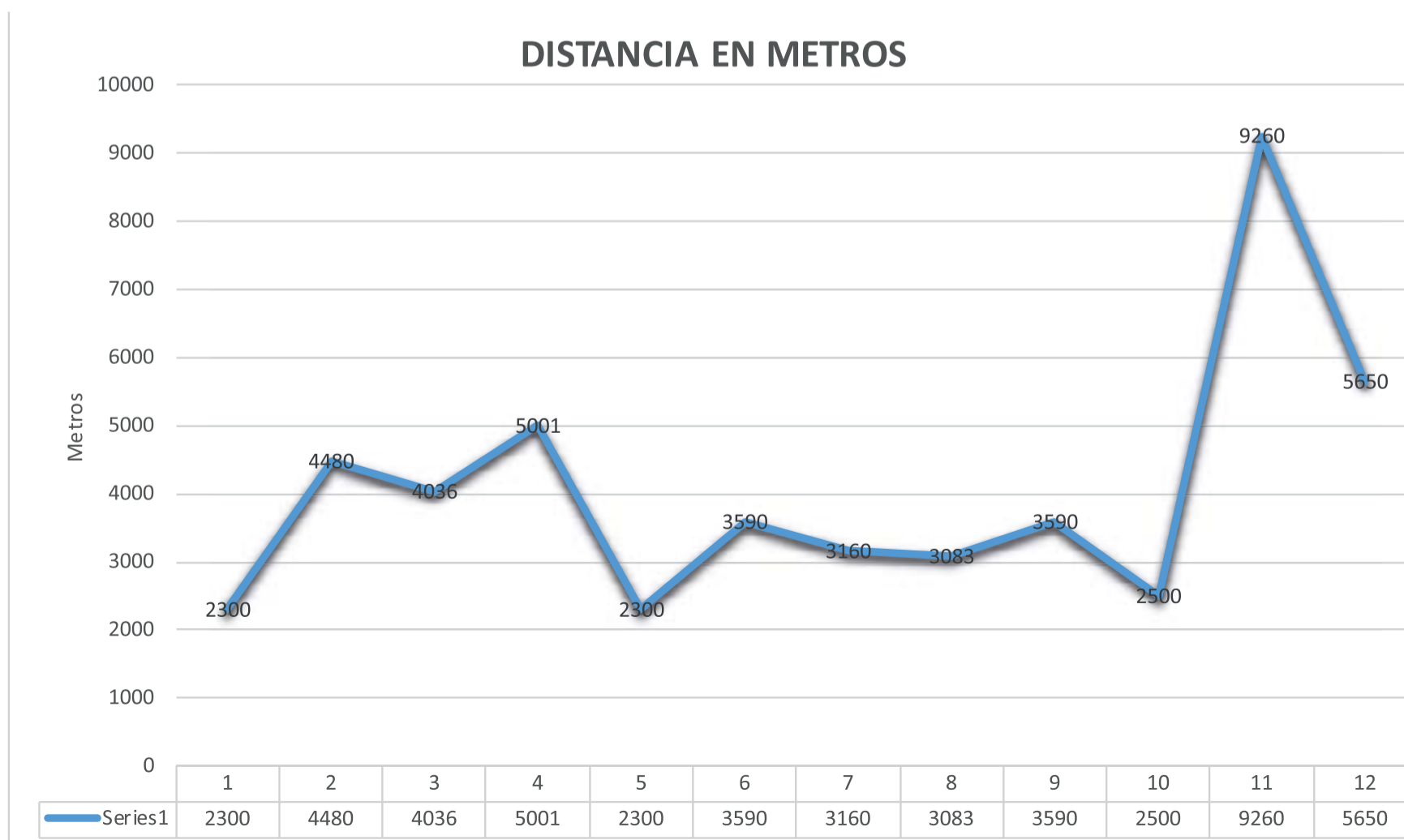
Tabla 2. Valores por variable

V	Distancia total en metros por sesión	Tiempo total en minutos por sesión	% total de rendimiento	Numero de Sprint	Velocidad máxima de sprint en M/S	Distancia total en sprints
Mínima	2300m	20 minutos	23%	3	5m/s	97m
Media	4121m	53 minutos	49%	14	7 m/s	342m
Máxima	9760m	80 minutos	92%	49	9 m/s	1096m

V: Variable; m: metros; %: porcentaje; M/S: metro sobre segundo

Fuente de elaboración propia 2018.

Gráfica 1. Distancia en metros por sesión



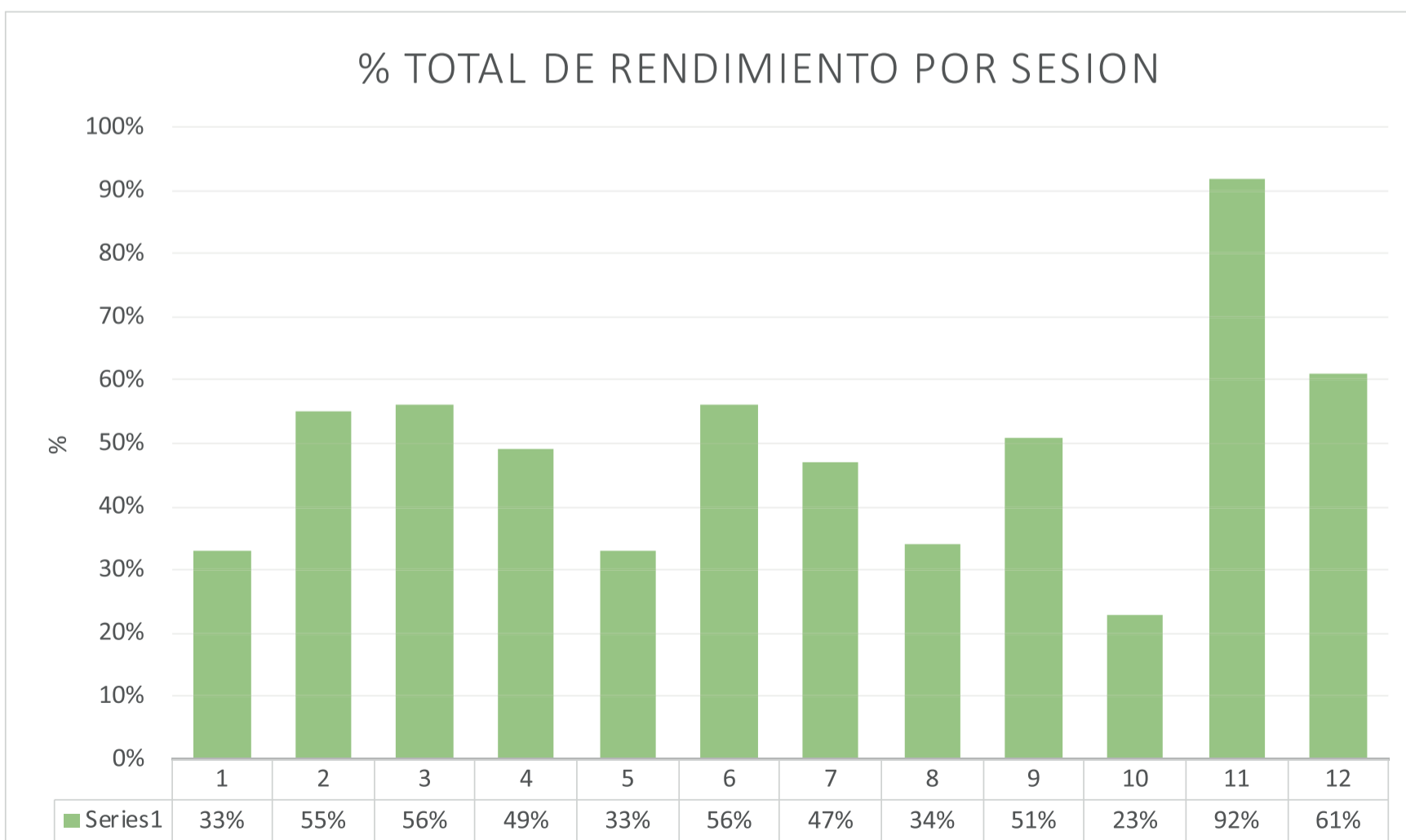
Fuente de elaboración propia 2018.

Gráfica 2. Tiempo total por sesión en minutos



Fuente de elaboración propia 2018.

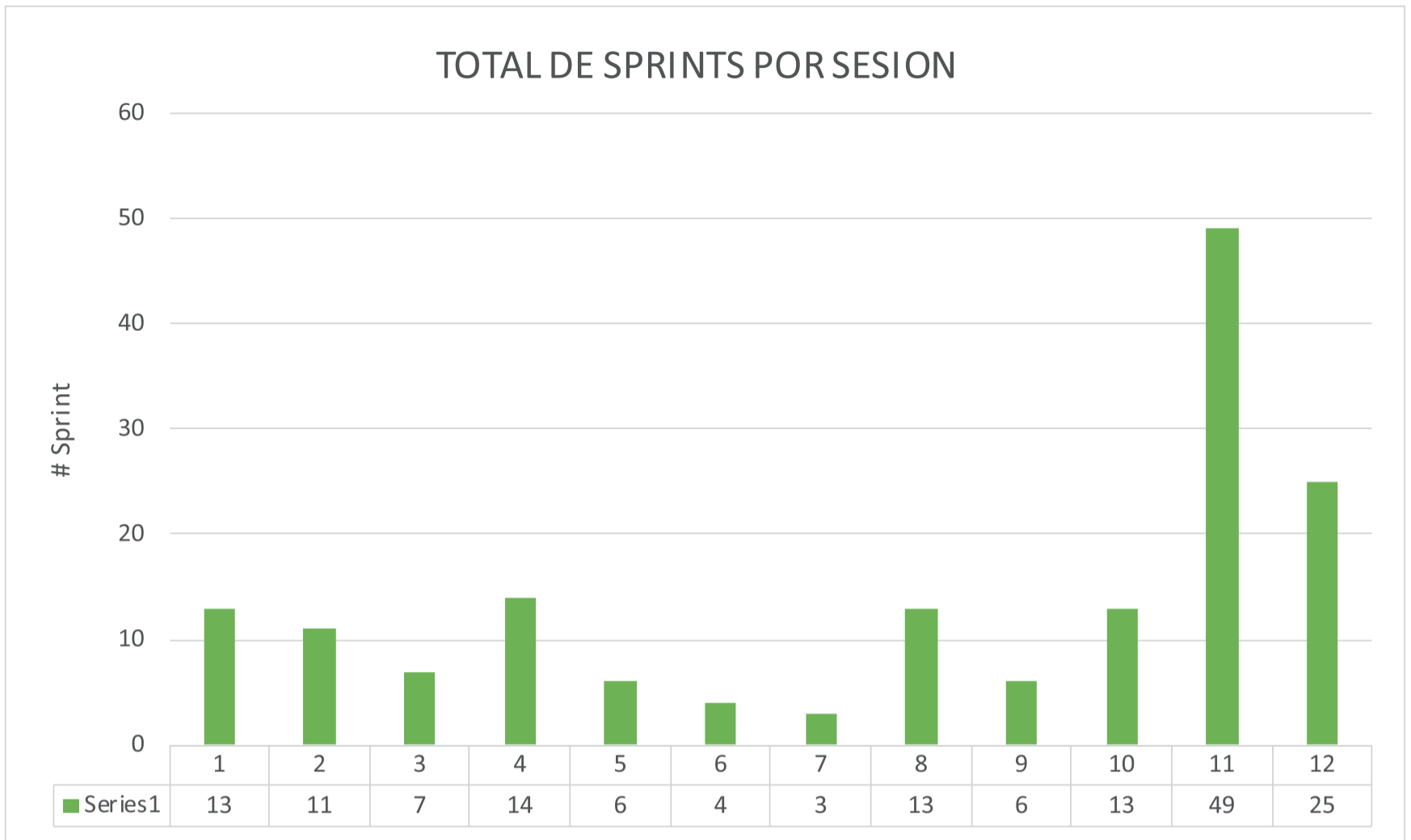
Gráfica 3. Porcentaje de rendimiento por sesión



Fuente de elaboración propia 2018.

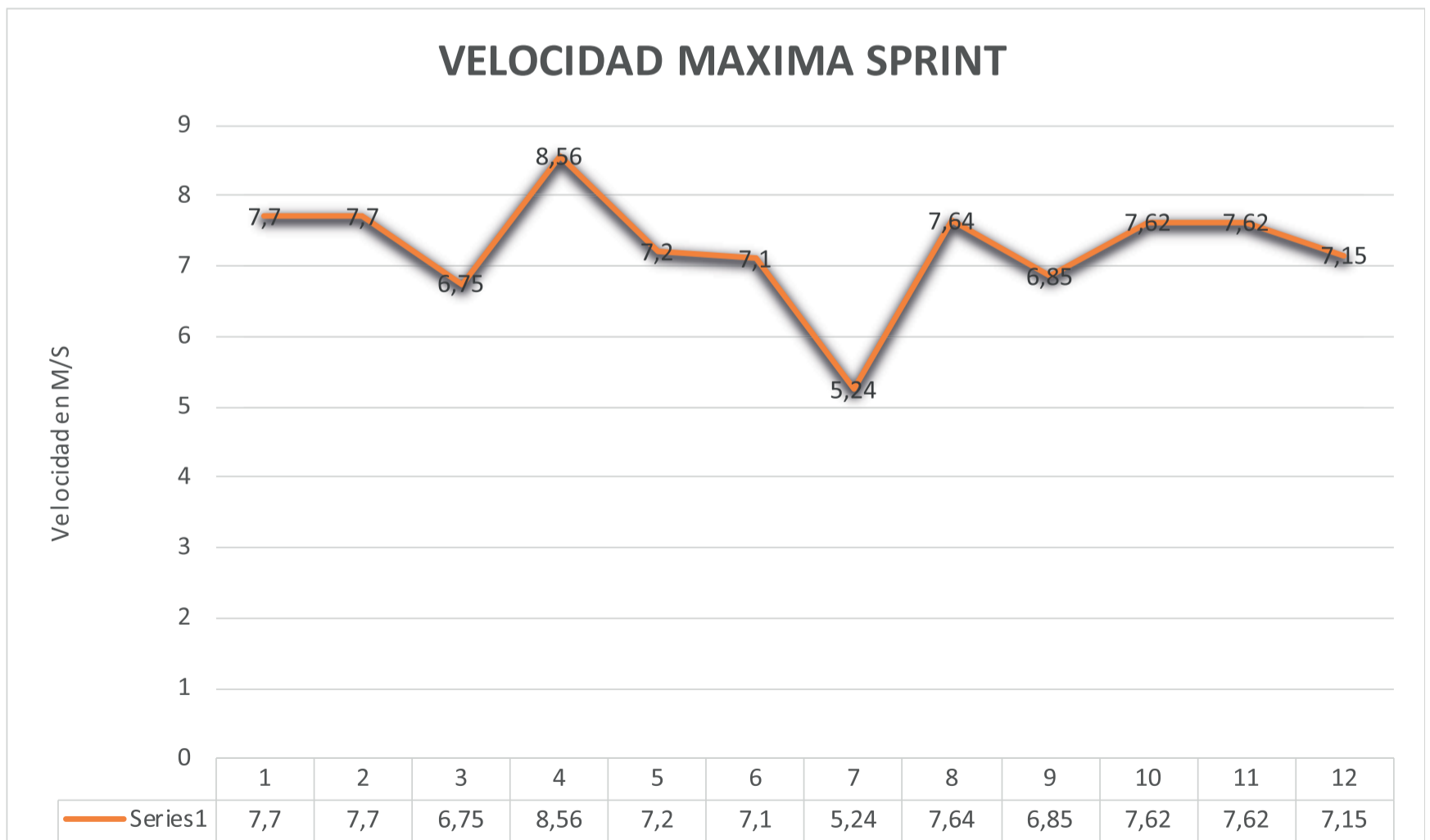


Gráfica 4. Total de sprints por sesión



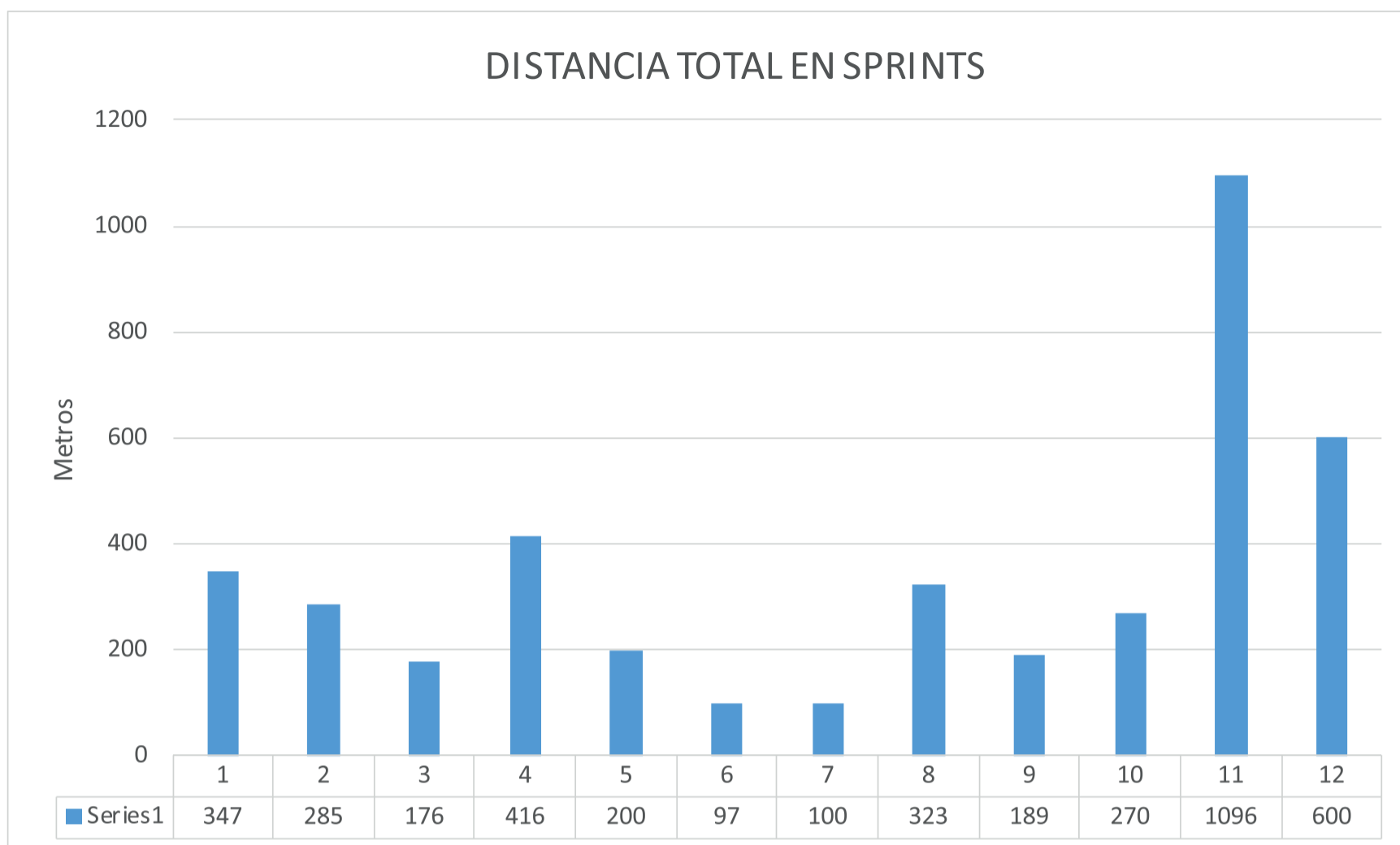
Fuente de elaboración propia 2018.

Gráfica 5. Velocidad máxima en M/S



Fuente de elaboración propia 2018.

Gráfica 6. Distancia total de los Sprints



Fuente de elaboración propia 2018.

Discusión

Los sistemas de posicionamiento global se han convertido en una gran herramienta tecnológica para el control y adaptación de la carga en equipos profesionales de fútbol donde se permite evidenciar una progresión y planificación en la evolución del entrenamiento (Ehrmann et al., 2016; Hennessy & Jeffreys, 2018).

Estos sistemas permiten realizar planeaciones en los equipos deportivos de una forma más específica. Para el cuerpo el biomédico, la utilización de este tipo de tecnología es de vital importancia en la planeación de procesos de retorno seguro al juego con el fin de realizar un proceso sistemático, planificando cada etapa como el retorno a la participación, retorno al deporte y retorno al rendimiento con el fin de realizar un proceso exitoso de rehabilitación de una lesión deportiva (Arderm et al., 2016; Peter Blanch & Tim J Gabbett, 2016; Windt & Gabbett, 2017).

Adicionalmente, el control de la carga debe ser un pilar en los procesos de recuperación y readaptación debido a que el deportista debe tener una adaptación de la carga aguda hasta la carga crónica para evitar riesgos de re caída y llegar a la cima del proceso de recuperación sin complicaciones. Por tal motivo, el control de la carga es vital en cada paso del proceso donde este proceso debe estar supervisado por un médico, fisioterapeuta y preparador físico (P. Blanch & T. J. Gabbett, 2016). La adaptación a la carga es tal vez el paso más importante en todo el proceso de rehabilitación y retorno seguro al juego, por eso cada día el personal médico de los clubes deportivos deben estar en la capacidad de realizar mediciones objetivas de la carga con el fin de proteger al atleta durante toda la temporada y realizar adecuados procesos de rehabilitación y readaptación (Peter Blanch & Tim J Gabbett, 2016; Gabbett, 2016; Gabbett et al., 2019)

Con relación al estudio, se pudo realizar un proceso adecuado llevando al jugador al retorno al juego de forma exitosa evitando recaídas donde a través de la medición mediante el GPS se pudo determinar que el jugador pudo llegar al 92% del total de rendimiento deportivo con variables como 9760 metros recorridos durante una sesión de 80 minutos realizando 49 sprints en promedio a 8,56 M/s de velocidad y acumulando un total de 1096 metros en la totalidad de los sprints. Es de vital importancia la investigación por parte de fisioterapeutas a nivel mundial en nuevas tecnologías de medición de capacidades físicas en deportistas como fuerza, resistencia, flexibilidad, agilidad, velocidad con el fin de crear protocolos de medición y de rehabilitación basados en datos estadísticos que puedan ser comparados a nivel mundial.

La tecnología se ha convertido en un factor esencial para el deporte de alto rendimiento por tal motivo, se debe continuar haciendo procesos de investigación y capacitaciones con el fin de aumentar los procesos exitosos de rehabilitación y retorno al juego seguro en deportistas de distintas disciplinas deportivas. Dentro de las limitaciones se establece que debe hacer un especial énfasis a la necesidad de investigación por parte de profesionales en el área del alto rendimiento con el fin de crear protocolos estandarizados, perfiles de rendimiento específicos por población para así poder generar parámetros normativos en rehabilitación y entrenamiento deportivo para construir guías especializadas en deporte de alto rendimiento.



Conclusiones

En el presente estudio, se realizó el análisis de variables físicas implicadas en el rendimiento físico evaluadas mediante GPS que permitieron generar un proceso de readaptación exitoso en un jugador de fútbol con trasplante autólogo de cartílago. La generación de datos permite la monitorización de forma cuantitativa del proceso reduciendo errores y permitiendo crear un perfil de readaptación en una patología específica.

Referencias

Akenhead, R., Hayes, P. R., Thompson, K. G., & French, D. (2013). Diminutions of acceleration and deceleration output during professional football match play. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(6), 556-561.

Al Haddad, H., Mendez-Villanueva, A., Torreno, N., Munguia-Izquierdo, D., & Suarez-Arrones, L. (2018). Variability of GPS-derived running performance during official matches in elite professional soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 58(10), 1439-1445. doi:10.23736/s0022-4707.17.07500-4

Ardern, C. L., Glasgow, P., Schneiders, A., Witvrouw, E., Clarsen, B., Cools, A., . . . Bizzini, M. (2016). 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *Br J Sports Med*, 50(14), 853-864. doi:10.1136/bjsports-2016-096278

Bengtsson, H., Ekstrand, J., & Hagglund, M. (2013). Muscle injury rates in professional football increase with fixture congestion: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br J Sports Med*, 47(12), 743-747. doi:10.1136/bjsports-2013-092383

Bengtsson, H., Ekstrand, J., Walden, M., & Hagglund, M. (2018). Muscle injury rate in professional football is higher in matches played within 5 days since the previous match: a 14-year prospective study with more than 130 000 match observations. *Br J Sports Med*, 52(17), 1116-1122. doi:10.1136/bjsports-2016-097399

Blanch, P., & Gabbett, T. J. (2016). Has the athlete trained enough to return to play safely? The acute: chronic workload ratio permits clinicians to quantify a player's risk of subsequent injury. *Br J Sports Med*, 50(8), 471-475.

Blanch, P., & Gabbett, T. J. (2016). Has the athlete trained enough to return to play safely? The acute:chronic workload ratio permits clinicians to quantify a player's risk of subsequent injury. *Br J Sports Med*, 50(8), 471-475. doi:10.1136/bjsports-2015-095445

Bowen, L., Gross, A. S., Gimpel, M., Bruce-Low, S., & Li, F.-X. (2020). Spikes in acute: chronic workload ratio (ACWR) associated with a 5-7 times greater injury rate in English Premier League football players: a comprehensive 3-year study. *British journal of sports medicine*, 54(12), 731-738.

Buckthorpe, M., Wright, S., Bruce-Low, S., Nanni, G., Sturdy, T., Gross, A. S., . . . Gimpel, M. (2019). Recommendations for hamstring injury prevention in elite football: translating research into practice. *Br J Sports Med*, 53(7), 449-456. doi:10.1136/bjsports-2018-099616

Bush, M., Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B., & Bradley, P. S. (2015). Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *Hum Mov Sci*, 39, 1-11. doi:10.1016/j.humov.2014.10.003

Casamichana, D., Bradley, P. S., & Castellano, J. (2018). Influence of the Varied Pitch Shape on Soccer Players Physiological Responses and Time-Motion Characteristics During Small-Sided Games. *J Hum Kinet*, 64, 171-180. doi:10.1515/hukin-2017-0192

Casamichana, D., Castellano, J., Diaz, A. G., Gabbett, T. J., & Martin-Garcia, A. (2019). The most demanding passages of play in football competition: a comparison between halves. *Biol Sport*, 36(3), 233-240. doi:10.5114/biolSport.2019.86005

Ehrmann, F. E., Duncan, C. S., Sindhusake, D., Franzsen, W. N., & Greene, D. A. (2016). GPS and Injury Prevention in Professional Soccer. *J Strength Cond Res*, 30(2), 360-367. doi:10.1519/jsc.0000000000001093

Ekstrand, J., Spreco, A., & Davison, M. (2019). Elite football teams that do not have a winter break lose on average 303 player-days more per season to injuries than those teams that do: a comparison among 35 professional European teams. *Br J Sports Med*, 53(19), 1231-1235. doi:10.1136/bjsports-2018-099506

Ekstrand, J., Walden, M., & Hagglund, M. (2016). Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *Br J Sports Med*, 50(12), 731-737. doi:10.1136/bjsports-2015-095359

Fessi, M. S., Farhat, F., Dellal, A., Malone, J. J., & Moalla, W. (2018). Straight-Line and Change-of-Direction Intermittent Running in Professional Soccer Players. *Int J Sports Physiol Perform*, 13(5), 562-567. doi:10.1123/ijssp.2016-0318

Folgado, H., Goncalves, B., & Sampaio, J. (2018). Positional synchronization affects physical and physiological responses to preseason in professional football (soccer). *Res Sports Med*, 26(1), 51-63. doi:10.1080/15438627.2017.1393754

Gabbett, T. J. (2016). The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *Br J Sports Med*, 50(5), 273-280. doi:10.1136/bjsports-2015-095788

Gabbett, T. J., Nielsen, R. O., Bertelsen, M. L., Bittencourt, N. F. N., Fonseca, S. T., Malone, S., . . . Windt, J. (2019). In pursuit of the 'Unbreakable' Athlete: what is the role of moderating factors and circular causation? In *Br J Sports Med* (Vol. 53, pp. 394-395). England.

Hennessy, L., & Jeffreys, I. (2018). The current use of GPS, its potential, and limitations in soccer. *Strength & Conditioning Journal*, 40(3), 83-94.

Hoppe, M. W., Baumgart, C., Polglaze, T., & Freiwald, J. (2018). Validity and reliability of GPS and LPS for measuring distances covered and sprint mechanical properties in team sports. *PLoS One*, 13(2), e0192708. doi:10.1371/journal.pone.0192708

Izzo, R., Franco, S., & Varde'i, C. H. (2018). Analysis of Speed Thresholds in Youth Amateur Football Players Divided by Roles Using GPS Technologies. *Journal of Sports Science*, 6, 246-250.

Johnston, R. J., Watsford, M. L., Austin, D., Pine, M. J., & Spurr, R. W. (2015). Player acceleration and deceleration profiles in professional Australian football. *J Sports Med Phys Fitness*, 55(9), 931-939.

López, A. A., & Lorenzo, Y. d. I. C. G. (2017). Mosaicoplastia. *Archivo Médico de Camagüey*, 21(1), 902-912.

Mallo, J., Mena, E., Nevado, F., & Paredes, V. (2015). Physical Demands of Top-Class Soccer Friendly Matches in Relation to a Playing Position Using Global Positioning System Technology. *J Hum Kinet*, 47, 179-188. doi:10.1515/hukin-2015-0073

Malone, J. J., Di Michele, R., Morgans, R., Burgess, D., Morton, J. P., & Drust, B. (2015). Seasonal training-load quantification in elite English premier league soccer players. *Int J Sports Physiol Perform*, 10(4), 489-497. doi:10.1123/ijssp.2014-0352

Malone, J. J., Jaspers, A., Helsen, W., Merks, B., Frencken, W. G. P., & Brink, M. S. (2018). Seasonal Training Load and Wellness Monitoring in a Professional Soccer Goalkeeper. *Int J Sports Physiol Perform*, 13(5), 672-675. doi:10.1123/ijssp.2017-0472

Malone, S., Owen, A., Newton, M., Mendes, B., Collins, K. D., & Gabbett, T. J. (2017). The acute:chronic workload ratio in relation to injury risk in professional soccer. *J Sci Med Sport*, 20(6), 561-565. doi:10.1016/j.jsams.2016.10.014

Malone, S., Roe, M., Doran, D. A., Gabbett, T. J., & Collins, K. D. (2017). Protection Against Spikes in Workload With Aerobic Fitness and Playing Experience: The Role of the Acute:Chronic Workload Ratio on Injury Risk in Elite Gaelic Football. *Int J Sports Physiol Perform*, 12(3), 393-401. doi:10.1123/ijssp.2016-0090

- Mirkov, D., Nedeljkovic, A., Kukolj, M., Ugarkovic, D., & Jaric, S. (2008). Evaluation of the reliability of soccer-specific field tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(4), 1046-1050.
- Mistry, H., Connock, M., Pink, J., Shyangdan, D., Clar, C., Royle, P., . . . Waugh, N. (2017). Autologous chondrocyte implantation in the knee: systematic review and economic evaluation. *Health Technol Assess*, 21(6), 1-294. doi:10.3310/hta21060
- Nassis, G. P., & Gabbett, T. J. (2017). Is workload associated with injuries and performance in elite football? A call for action. In: BMJ Publishing Group Ltd and British Association of Sport and Exercise Medicine.
- Neto, L., de Almeida, O., Franciozi, C. E. d. S., Granata Júnior, G. S. d. M., Queiroz, A. A. B. d., Carneiro Filho, M., & Navarro, R. D. (2010). Tratamento cirúrgico das lesões osteocondrais do joelho com mosaicoplastia. *Revista Brasileira de Ortopedia*.
- Reardon, C., Tobin, D. P., & Delahunt, E. (2015). Application of Individualized Speed Thresholds to Interpret Position Specific Running Demands in Elite Professional Rugby Union: A GPS Study. *PLoS One*, 10(7), e0133410. doi:10.1371/journal.pone.0133410
- Scott, M. T., Scott, T. J., & Kelly, V. G. (2016). The Validity and Reliability of Global Positioning Systems in Team Sport: A Brief Review. *J Strength Cond Res*, 30(5), 1470-1490. doi:10.1519/jsc.0000000000001221
- Suarez-Arrones, L., Torreno, N., Requena, B., Saez De Villarreal, E., Casamichana, D., Barbero-Alvarez, J. C., & Munguia-Izquierdo, D. (2015). Match-play activity profile in professional soccer players during official games and the relationship between external and internal load. *J Sports Med Phys Fitness*, 55(12), 1417-1422.
- Taberner, M., Allen, T., & Cohen, D. D. (2019). Progressing rehabilitation after injury: consider the 'control-chaos continuum'. *Br J Sports Med*. doi:10.1136/bjsports-2018-100157
- Tierney, P., & Clarke, N. (2019). A Comparison of a smartphone App with other GPS tracking type devices employed in football. *Exercise Medicine*, 3, 4.
- van der Horst, N., Backx, F., Goedhart, E. A., & Huisstede, B. M. (2017). Return to play after hamstring injuries in football (soccer): a worldwide Delphi procedure regarding definition, medical criteria and decision-making. *Br J Sports Med*, 51(22), 1583-1591. doi:10.1136/bjsports-2016-097206
- Windt, J., & Gabbett, T. J. (2017). How do training and competition workloads relate to injury? The workload-injury aetiology model. *Br J Sports Med*, 51(5), 428-435. doi:10.1136/bjsports-2016-096040

