

## “Cómo utilizar los GPS en el control del entrenamiento”

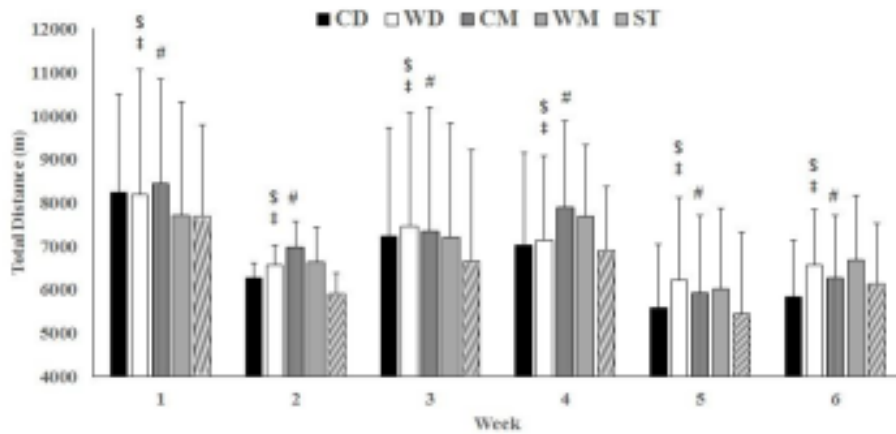


**David Casamichana Gómez**

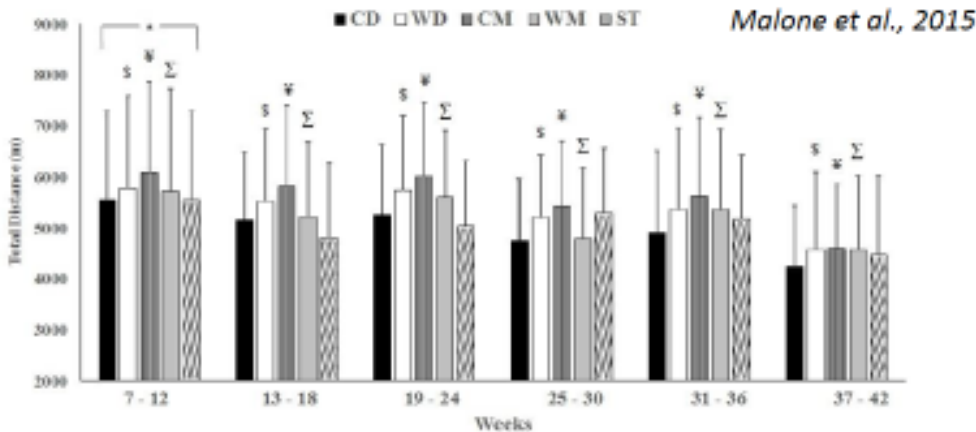
*Universidad Europea del Atlántico*

# ¿Por qué medimos la carga de entrenamiento?

Pretemporada



Temporada





Establecer relaciones causa-efecto



+  
↑  
CONSUMO DE ALIMENTOS

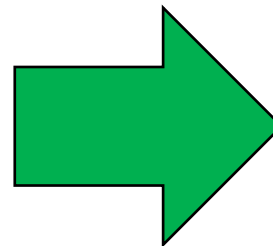
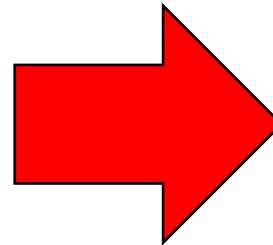
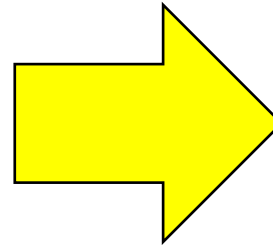
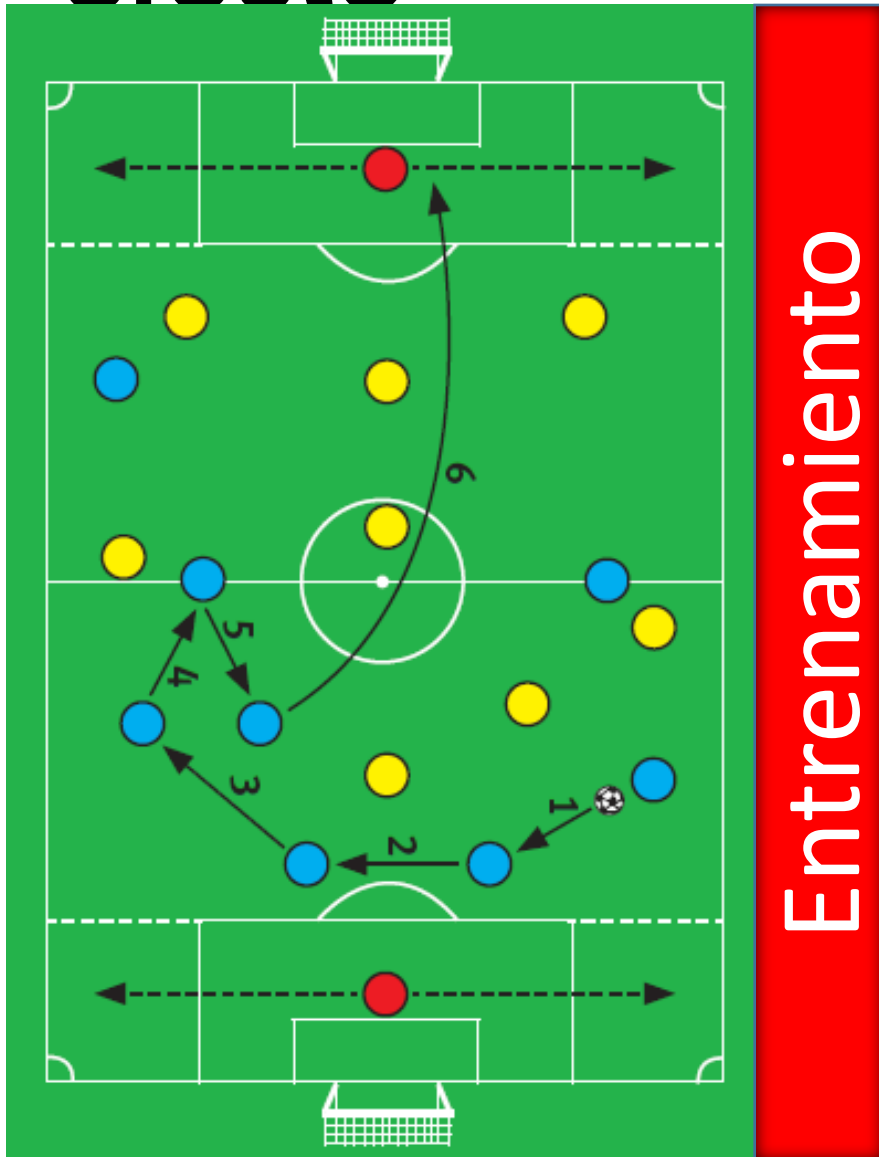


+  
↑  
PESO

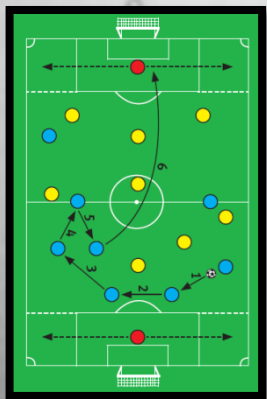




# Establecer relaciones causa-efecto



# Es importante la información acumulada



ESTÍMULO



RESPUESTA

¿Tú que eres, proactivo o reactivo?







**ESTÍMULO**



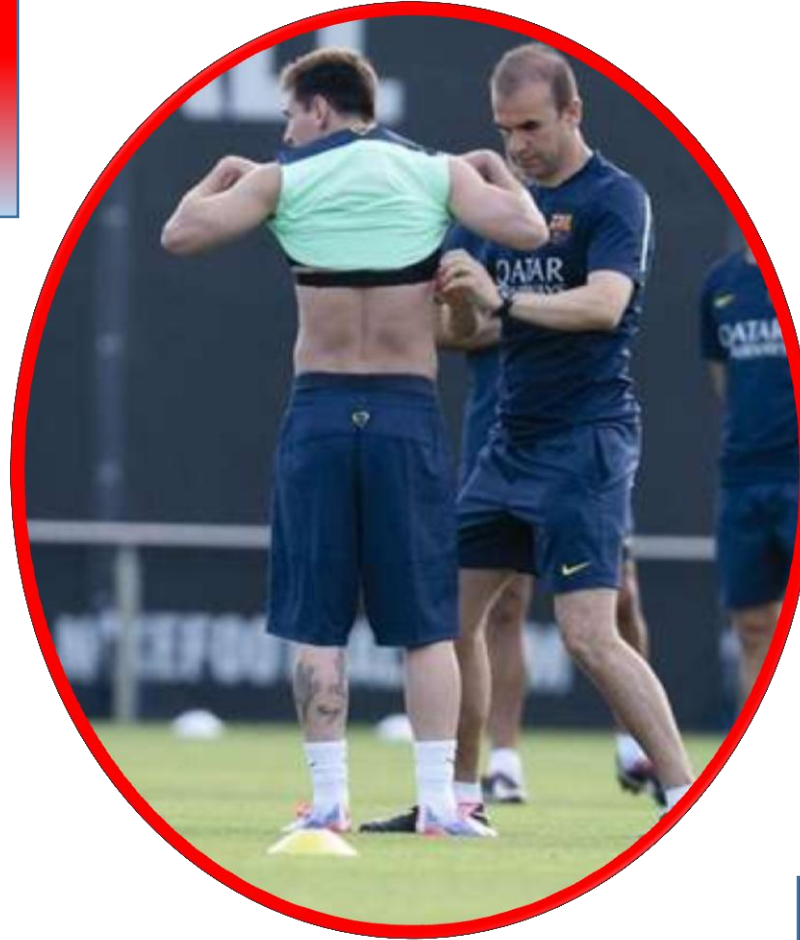
**RESPUESTA**



# Ámbitos de aplicación

Optimización del  
rendimiento

Prevención de  
lesiones



Investigación

Readaptación del  
deportista

## Descripción de los desplazamientos de los deportistas durante la competición

En el fútbol profesional

En el fútbol no profesional

En el fútbol formativo





# Optimización del rendimiento

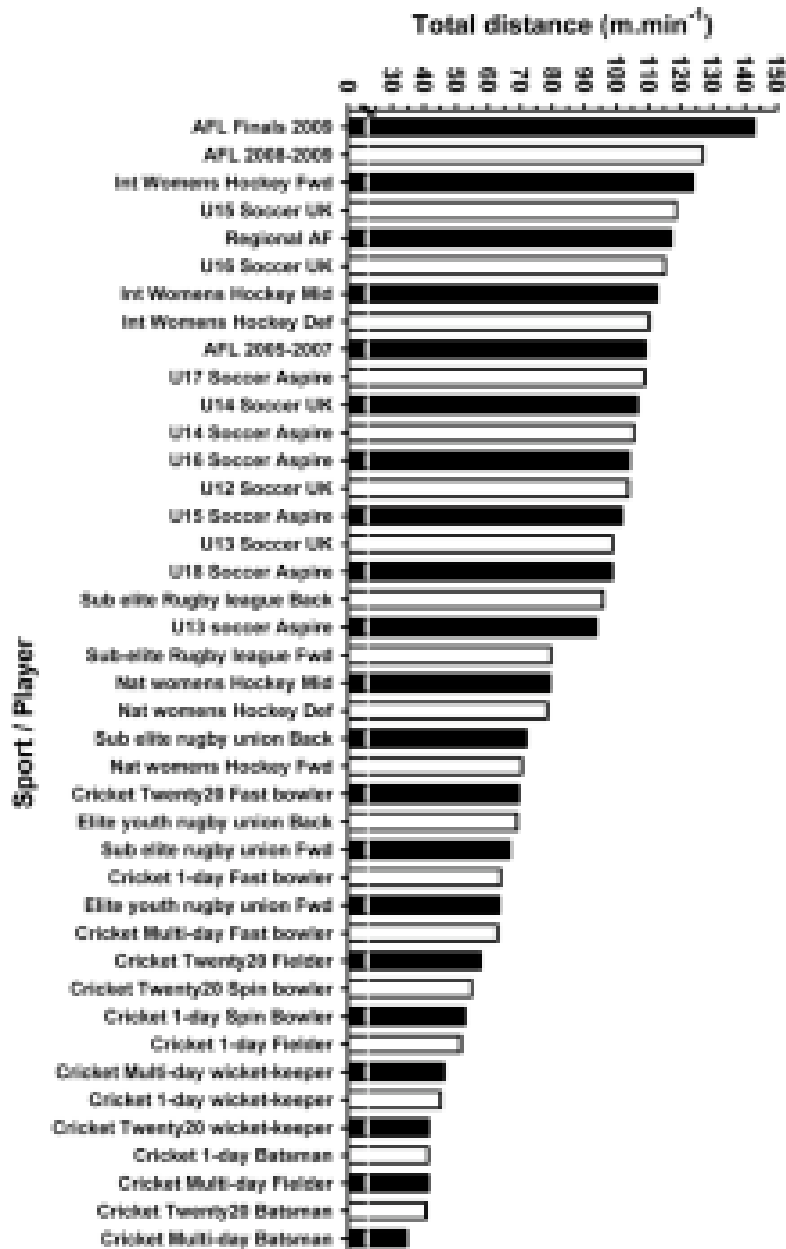


Figure 1 — Total distance per minute of matches (in meters per minute), adapted from <https://doi.org/10.1080/00140139.2014.942901>.



## Descripción de los desplazamientos en el fútbol profesional<sup>1</sup>

Únicamente un estudio describe los desplazamientos de futbolistas durante competición oficial



*For the Good of the Game*

Indicadores de carga que integran variables de carga interna y de carga externa

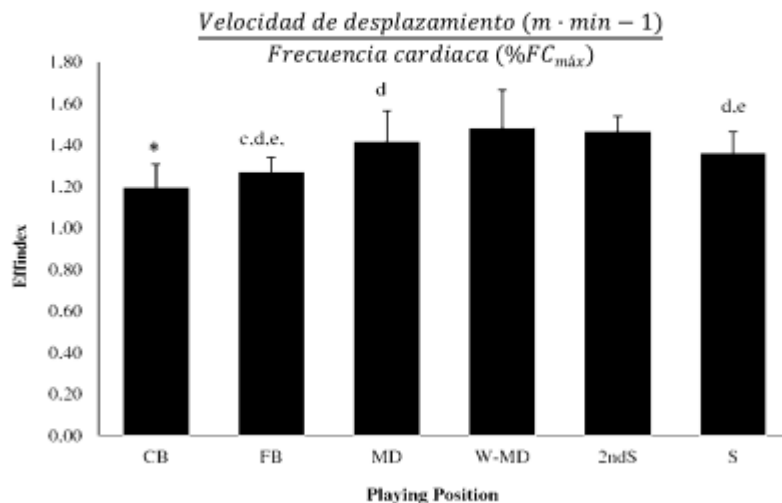


Table 1. Match running profile (only first half) in professional soccer players (n = 348). Data are mean  $\pm$  SD.

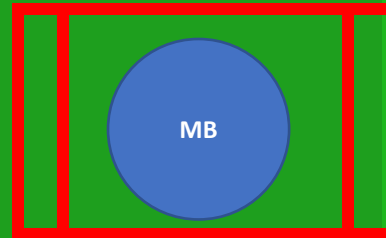
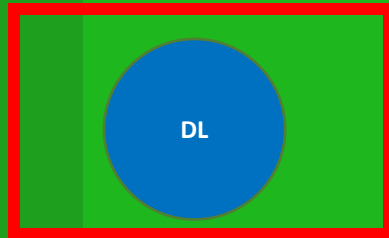
Variables	CB (n = 53)	FB (n = 57)	MD (n = 79)	W-MD (n = 68)	2 <sup>nd</sup> S (n = 44)	S (n = 47)
Relative total distance (m min <sup>-1</sup> )	103.7 $\pm$ 7.3*	112.8 $\pm$ 6.7 <sup>Abd</sup>	122.6 $\pm$ 6.8 <sup>a</sup>	125.6 $\pm$ 6.9	127.7 $\pm$ 6.8	119.1 $\pm$ 8.7 <sup>Ab</sup>
RD: 0.1 - 7.0 kmh <sup>-1</sup> (m min <sup>-1</sup> )	40.7 $\pm$ 3.3	39.3 $\pm$ 4.2	36.8 $\pm$ 2.9 <sup>Abf</sup>	36.3 $\pm$ 3.1 <sup>Abf</sup>	36.8 $\pm$ 4.2 <sup>Abf</sup>	41.0 $\pm$ 5.7
RD: 7.1 - 13.0 kmh <sup>-1</sup> (m min <sup>-1</sup> )	38.2 $\pm$ 4.7 <sup>bcdef</sup>	43.6 $\pm$ 4.9 <sup>bcde</sup>	50.0 $\pm$ 5.8	47.6 $\pm$ 4.4	48.2 $\pm$ 5.3	43.9 $\pm$ 7.8 <sup>de</sup>
RD: 13.1 - 18.0 kmh <sup>-1</sup> (m min <sup>-1</sup> )	17.1 $\pm$ 3.2 <sup>Abcd</sup>	19.8 $\pm$ 3.7 <sup>bcde</sup>	26.2 $\pm$ 4.8 <sup>a</sup>	25.8 $\pm$ 3.9 <sup>a</sup>	29.7 $\pm$ 3.5	20.9 $\pm$ 4.0 <sup>de</sup>
RD: 18.1 - 21.0 kmh <sup>-1</sup> (m min <sup>-1</sup> )	4.4 $\pm$ 1.4 <sup>Abcd</sup>	5.4 $\pm$ 1.6 <sup>Abcd</sup>	6.0 $\pm$ 1.9 <sup>bc</sup>	8.1 $\pm$ 1.6	7.9 $\pm$ 1.8	6.5 $\pm$ 1.4 <sup>de</sup>
RD: >21.0 kmh <sup>-1</sup> (m min <sup>-1</sup> )	3.3 $\pm$ 1.0 <sup>Abcd</sup>	4.6 $\pm$ 2.2 <sup>cd</sup>	3.4 $\pm$ 1.7 <sup>Abcd</sup>	7.6 $\pm$ 2.1 <sup>a</sup>	5.0 $\pm$ 1.8 <sup>cd</sup>	6.6 $\pm$ 1.8 <sup>a</sup>
RD: >13 kmh <sup>-1</sup> (m min <sup>-1</sup> )	24.7 $\pm$ 5.2 <sup>bcde</sup>	29.9 $\pm$ 6.3 <sup>bcde</sup>	35.6 $\pm$ 6.8 <sup>bc</sup>	41.6 $\pm$ 6.3	42.6 $\pm$ 5.2	34.0 $\pm$ 6.0 <sup>de</sup>
RD: >18 kmh <sup>-1</sup> (m min <sup>-1</sup> )	7.6 $\pm$ 2.9 <sup>a</sup>	10.0 $\pm$ 3.4 <sup>bc</sup>	9.4 $\pm$ 3.2 <sup>cd</sup>	15.7 $\pm$ 3.2 <sup>a</sup>	12.9 $\pm$ 3.1 <sup>a</sup>	13.1 $\pm$ 2.7 <sup>a</sup>
Work-to-rest ratio (RD>7.0 kmh <sup>-1</sup> /RD≤7.0 kmh <sup>-1</sup> )	1.56 $\pm$ 0.25*	1.90 $\pm$ 0.36 <sup>bc</sup>	2.34 $\pm$ 0.33 <sup>b</sup>	2.15 $\pm$ 0.50 <sup>f</sup>	2.51 $\pm$ 0.46 <sup>f</sup>	1.95 $\pm$ 0.49

CB: Centre Backs; FB: Full Backs; MD: Midfielders; W-MD: Wide Midfielders; 2<sup>nd</sup>S: Second Strikers; S: Strikers; RD: Relative distance.  
a: Significant difference vs. CB; b: Significant difference vs. FB; c: Significant difference vs. MD; d: Significant difference vs. W-MD; e: Significant difference vs. 2<sup>nd</sup>S; f: Significant difference vs. S; \*: Significantly smaller than any other group; +: Significantly greater than any other group.

Suarez-Arrones, L., Torreño, N., Requena, B., Sáez de Villarreal, E., Casamichana, D., Barbero-Alvarez, J.C., & Munguía-Izquierdo, D. (2014). Match-play activity profile in professional soccer players during official games and the relationship between external and internal load. J Sports Med Phys Fitness. 2014 Oct 7. [Epub ahead of print]

## Descripción de los desplazamientos en el fútbol no profesional

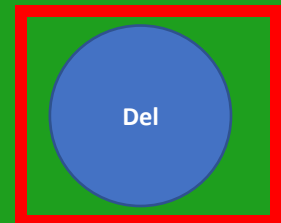
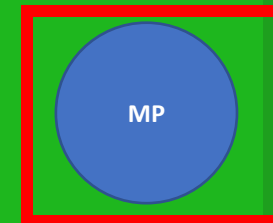
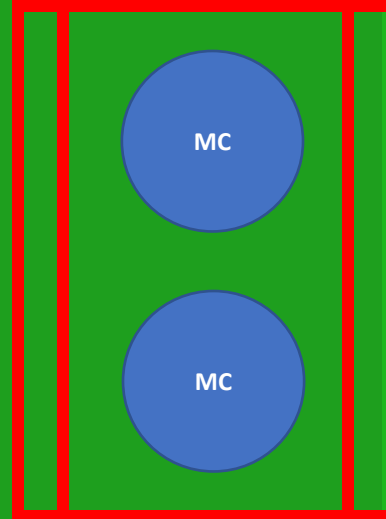
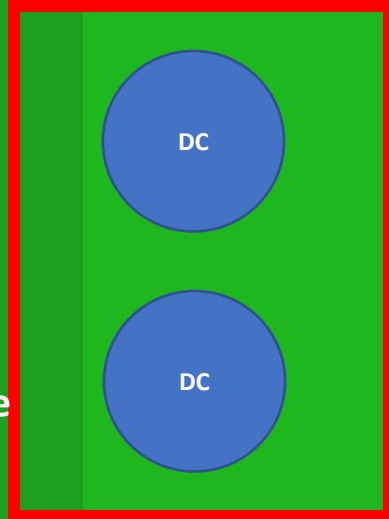
Mayor distancia recorren en la categoría de *carrera rápida*



Los que mayor distancia recorren (Bucheit et al., 2010a; Bradley et al., 2010; Di Salvo et al., 2007; Zubillaga et al., 2007)

Mayor distancia recorren en las categorías de velocidad intermedia

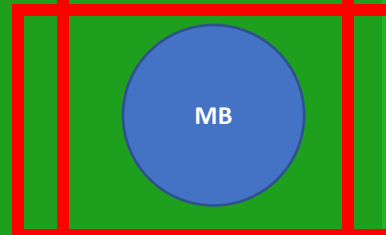
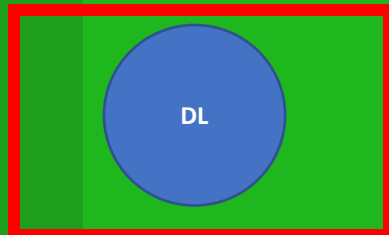
(Di Salvo et al., 2007; Zubillaga et al., 2007)



Menor número de AAIR

Mayor nº de aceleraciones

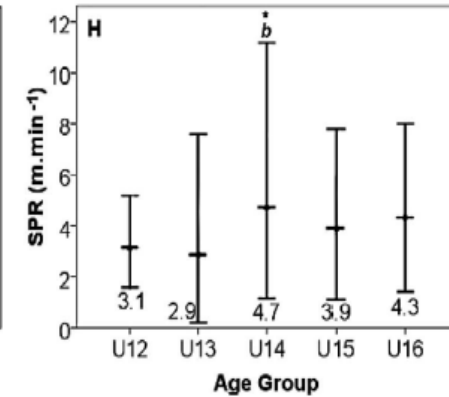
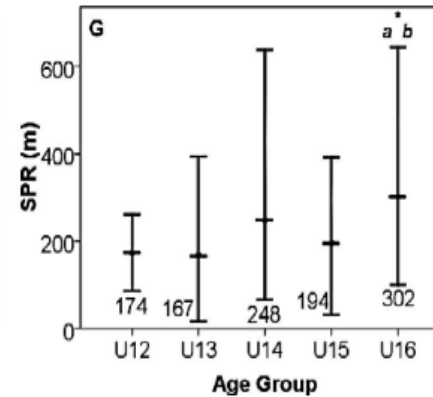
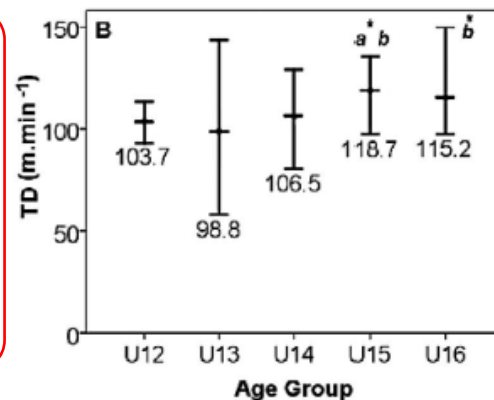
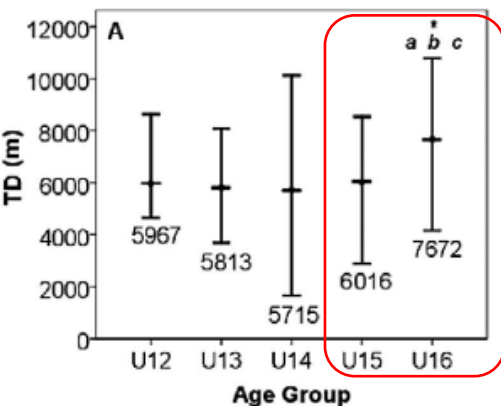
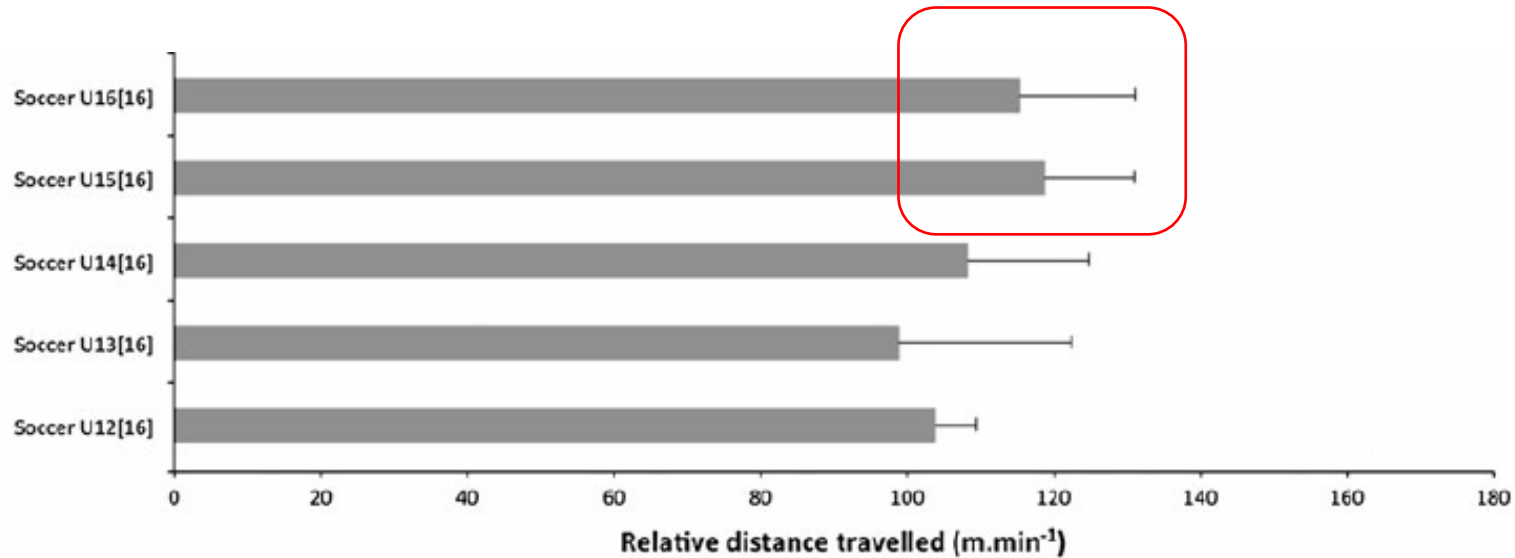
Gran distancia a *sprint* (Bucheit et al., 2010a)



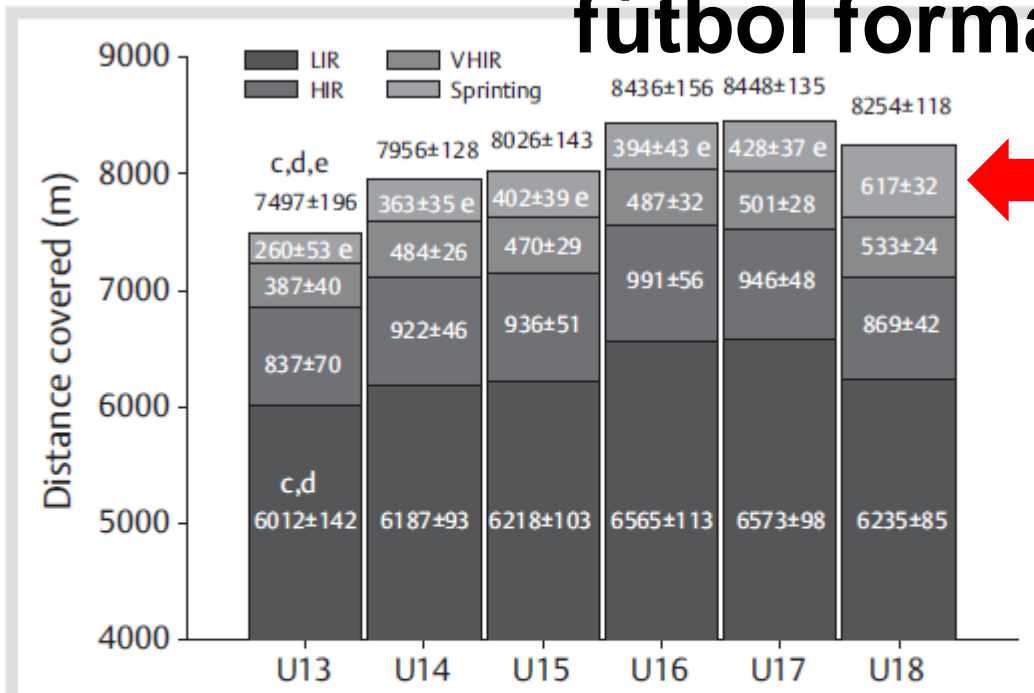
Gran distancia a *sprint* (Bucheit et al., 2010a)



## Descripción de los desplazamientos en el fútbol formativo



## Descripción de los desplazamientos en el fútbol formativo



**Diferencias significativas en la distancia a sprint (> 19.1 km/h)**

99 jugadores de una academia de fútbol de élite

Se monitorizaron 42 partidos

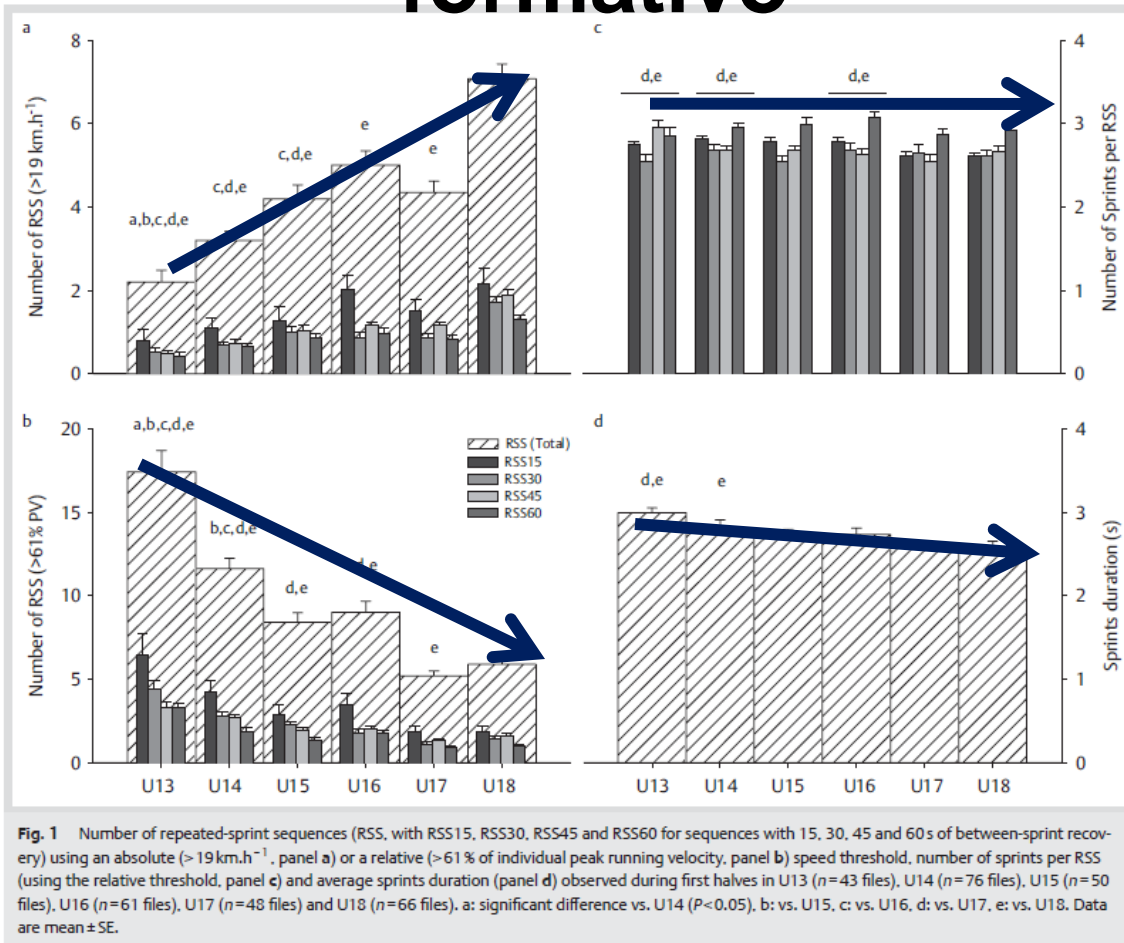
2 x 35' - U13 - U14  
 2 x 40' - U15 - U16 - U17  
 2 x 45' - U18

Si relativizamos al tiempo de práctica (m/min), únicamente diferencias en:  
 DT: U18 = U17 = U16 > U13  
 Sprint: U18 > U13- U17

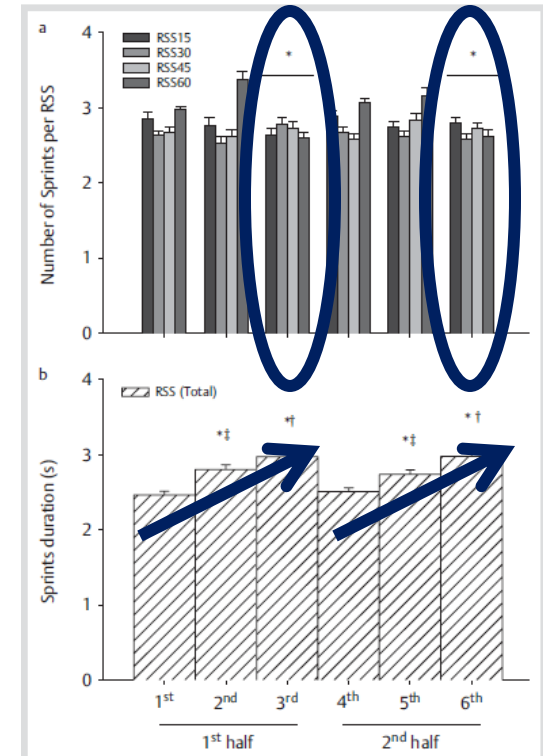


	U13	U14	U15	U16	U17	U18	$\eta^2$
peak game speed (km.h <sup>-1</sup> )	22.3±1.4 <sup>a,b,c,d,e</sup>	24.4±1.8 <sup>b,c,d,e</sup>	26.0±2.4 <sup>e</sup>	26.3±2.3 <sup>e</sup>	26.6±2.2 <sup>e</sup>	28.3±2.2	0.45

## Descripción de los desplazamientos en el fútbol formativo

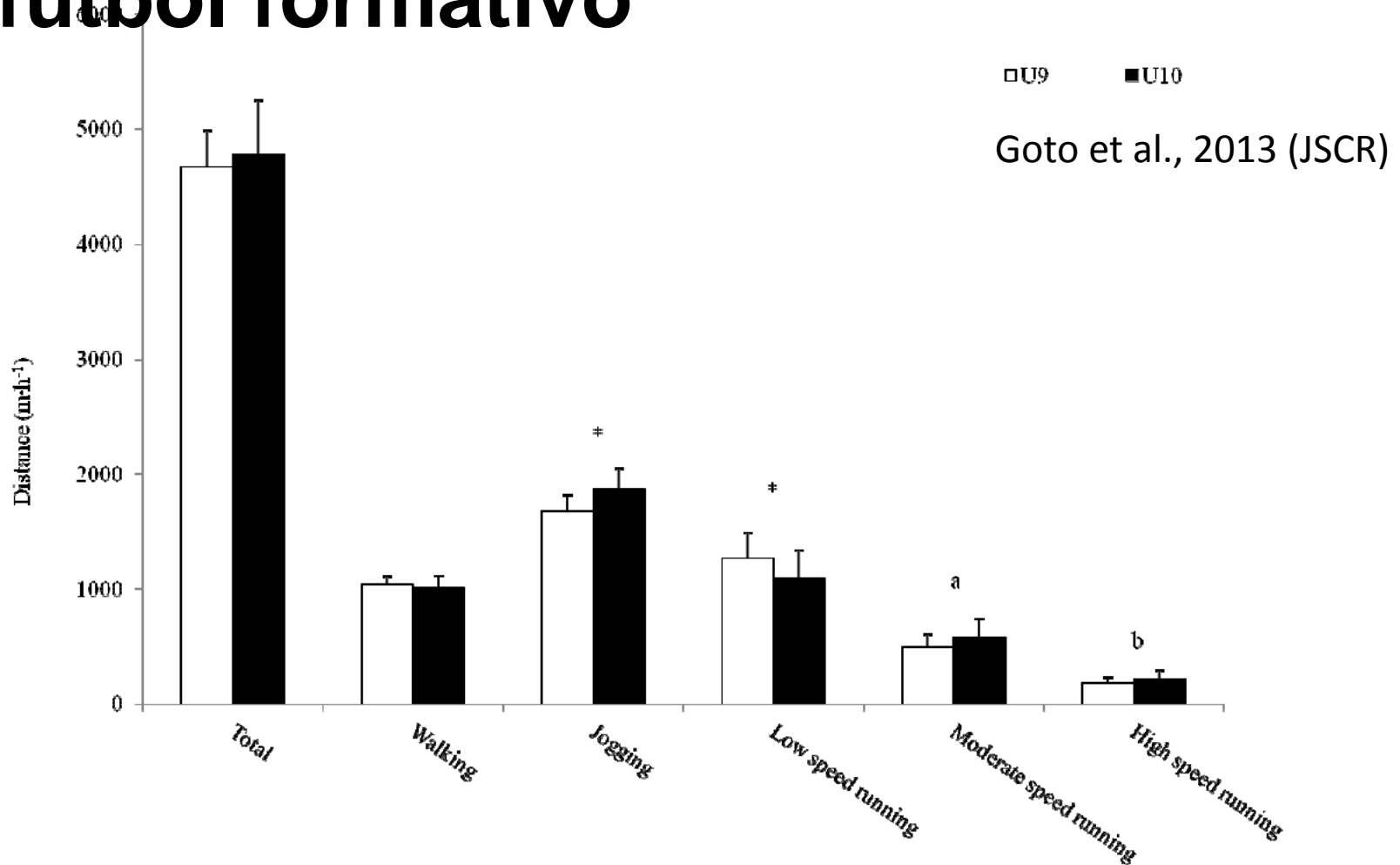


Training & Testing  
**Repeated-Sprint Sequences During Youth Soccer Matches**  
 Authors: M. Buchheit, A. Mendez-Villanueva, B. M. Simpson, P. C. Bourdon  
 Affiliation: Physiology Unit, Sport Science Department ASPRE, Academy for Sports Excellence, Doha, Qatar



**Fig. 4** Number ( $\pm$  SE) of sprints per repeated-sprint sequence (RSS, with RSS15, RSS30, RSS45 and RSS60 for sequences with 15, 30, 45 and 60 s of between-sprint recovery, with a relative threshold, i.e.,  $>61\%$  of individual peak velocity, panel a) and average sprint duration (panel b) as a function of playing time (i.e., 3 equally divided periods in each half) in all young soccer players pooled together (179 files). \*: significantly different from 1<sup>st</sup> and 4<sup>th</sup> periods ( $P<0.05$ ), †: significantly different from the 2<sup>nd</sup> and 5<sup>th</sup> periods ( $P<0.05$ ), ‡: significantly different from the 3<sup>rd</sup> and 6<sup>th</sup> periods ( $P<0.05$ ).

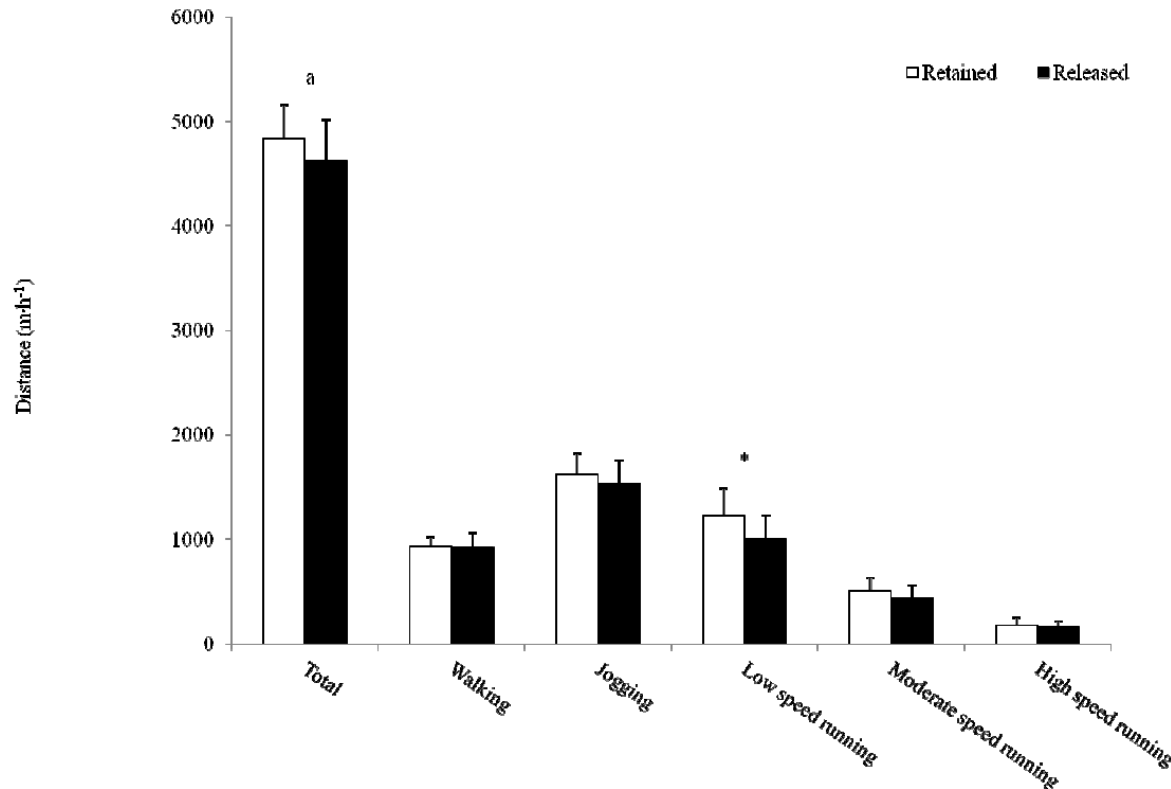
## Descripción de los desplazamientos en el fútbol formativo



**Figure 2.** Mean and standard deviation (%) of percentage of time spent on standing and walking, jogging, low speed running, moderate speed running and high speed running in a 11 match in the U9 and U10 squads. \*significantly different at  $p < 0.05$ .



## Descripción de los desplazamientos en el fútbol formativo



Goto et al., 2013 (JSCR)

**Figure 3.** Mean and standard deviation (m·h<sup>-1</sup>) of total distance covered and distance covered by walking, jogging, low speed running, moderate speed running and high speed running in an hour of a match in the retained and released groups. \*significantly different at  $p < 0.05$ .

## Descripción de los desplazamientos de los deportistas durante la competición

En el fútbol profesional

En el fútbol no profesional

En el fútbol formativo

## 2.- Descripción del entrenamiento y comparación con la competición

La prohibición del uso de los dispositivos GPS en partidos oficiales de competición en algunos deportes (como es el caso del fútbol), ha provocado que su aplicación se haya extendido, sobre todo, en el proceso de entrenamiento

(Hill-Haas, Dawson, Impellizzeri, y Coutts, 2011).

## ¿Qué supone un entrenamiento de fútbol profesional?

**3545 ± 1038 m**

**63 ± 8 m/min**

**Distancia recorrida**

**Distancia a potencia  
metabólica**

**Distancia recorrida alta  
velocidad (>14.4 km/h)**

**426 ± 218 m**

**7.5 ± 3.1 m/min**



**18 ± 10/25 ± 11**

**0.3 ± 0.1/0.4 ± 0.2**

**Frecuencia de  
aceleraciones/  
desaceleraciones**

**519 ± 212 m**

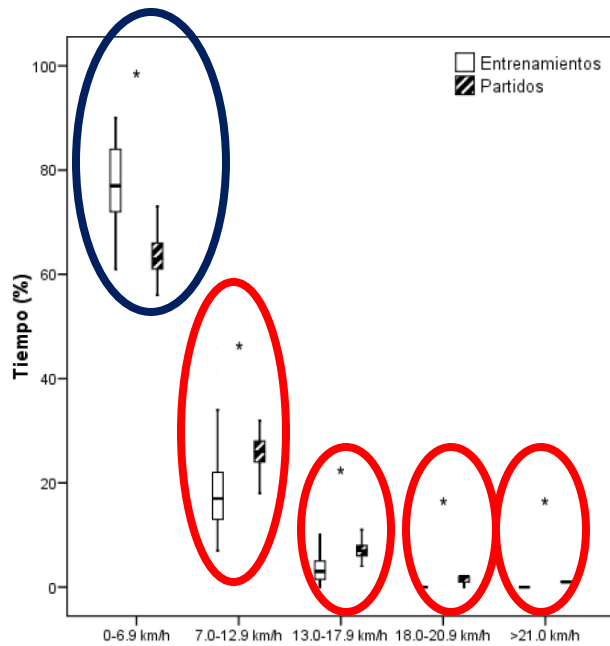
**9.1 ± 2.5 m/min**

**Distancia recorrida muy  
alta velocidad (>19.8 km/h)**

**109 ± 95 m**

**1.9 ± 1.5 m/min**

## ¿Cuánto se parece a un partido?



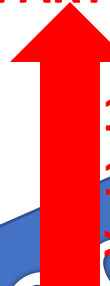
**Figura 6.2.** Porcentaje del tiempo en diferentes rangos de velocidad durante partidos y entrenamientos de futbolistas semiprofesionales. \*Diferencias significativas entre partidos y entrenamientos ( $p > 0.01$ ).

**ENTRENAMIENTOS**



0-6.9 km/h

**PARTIDOS**



7.0-12.9 km/h  
13.0-17.9 km/h  
18.0-20.9 km/h  
>21.0 km/h

**¿Cómo se juega?**  
(Gabbett, 2010; Hartwig et al., 2011)

**Demandas físicas en jugadores semiprofesionales de fútbol: ¿se entrena igual que se compete?**  
Physical Demands In Semi-Professional Football Players: Is Training Carried out the Same as Competition?

David Casamichana, Julen Castellano

Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Universidad del País Vasco (UPV-EHU)

**CORRESPONDENCIA:**

Julen Castellano Pareda  
Departamento de Educación Física y Deportiva,  
Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte,  
Universidad del País Vasco (UPV-EHU)  
Paseo de los Leones, 41  
48940 Leioa (Bizkaia), España

Recibido: noviembre 2010 - Aceptación: febrero 2011

**Resumen**

Este estudio comparó las demandas físicas en jugadores semiprofesionales de fútbol durante los entrenamientos y los partidos. Se estudió a 20 jugadores durante un periodo de 20 días. Se utilizaron dispositivos GPS para registrar la distancia recorrida, el tiempo de juego y el tiempo de juego a alta intensidad. Los resultados mostraron que durante los partidos se recorren distancias mayores y se juega a mayor intensidad que durante los entrenamientos. Estas diferencias son significativas en todas las variables excepto la distancia recorrida a baja intensidad (0-6.9 km/h), que fue mayor en los entrenamientos. Durante los partidos se recorren distancias mayores y se juega a mayor intensidad que durante los entrenamientos. Estas diferencias son significativas en todas las variables excepto la distancia recorrida a baja intensidad (0-6.9 km/h), que fue mayor en los entrenamientos. Durante los partidos se recorren distancias mayores y se juega a mayor intensidad que durante los entrenamientos. Estas diferencias son significativas en todas las variables excepto la distancia recorrida a baja intensidad (0-6.9 km/h), que fue mayor en los entrenamientos.

**Palabras clave:** tecnología GPS, fútbol, análisis del movimiento, demarcación, entrenamiento, competición.

En general se observa que durante los entrenamientos NO se reproducen las demandas de alta intensidad de los partidos (Casamichana y Castellano, 2011a; Dawson et al., 2004; Hartwig et al., 2011).



## Descripción de los desplazamientos de los deportistas durante la competición

En el fútbol profesional

En el fútbol no profesional

En el fútbol formativo

2.- Descripción del entrenamiento y comparación con la competición

3.- Estudio de tareas concretas del entrenamiento y comparación con la competición

# Juegos reducidos

Gran flexibilidad en la manipulación de variables

Mejora de la condición física de forma específica

## JR Vs. PARTIDOS

Aspectos técnico-tácticos  
Ambiente competitivo  
Fatiga y presión



Optimización del tiempo de entrenamiento  
(Little y Williams, 2007)

PRINCIPIO  
ENT  
(Reilly, 1991)

¿Son tareas específicas??

¿Se simulan los patrones de movimiento de la competición?

(Fontes et al., 2007)

**7 partidos de fútbol**

**27 registros**

**54 horas de análisis**



**Sistema 1-4-4-1-1**

**Partidos separados 72 horas**

**Mínimo 15' para análisis**

**27 situaciones de JR**

**217 registros**

**14.5 horas de análisis**



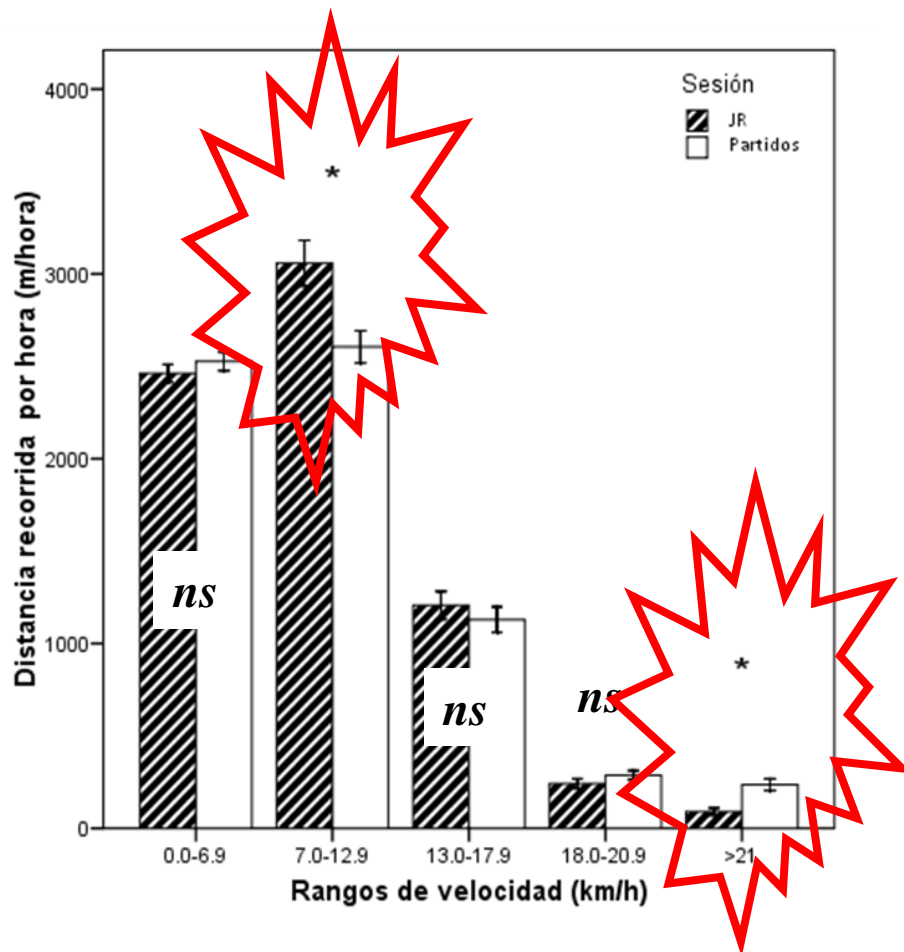
**3 vs. 3; 5 vs. 5; 7 vs. 7: JRP; JRpp; JRM**

**JR separados 48 horas**

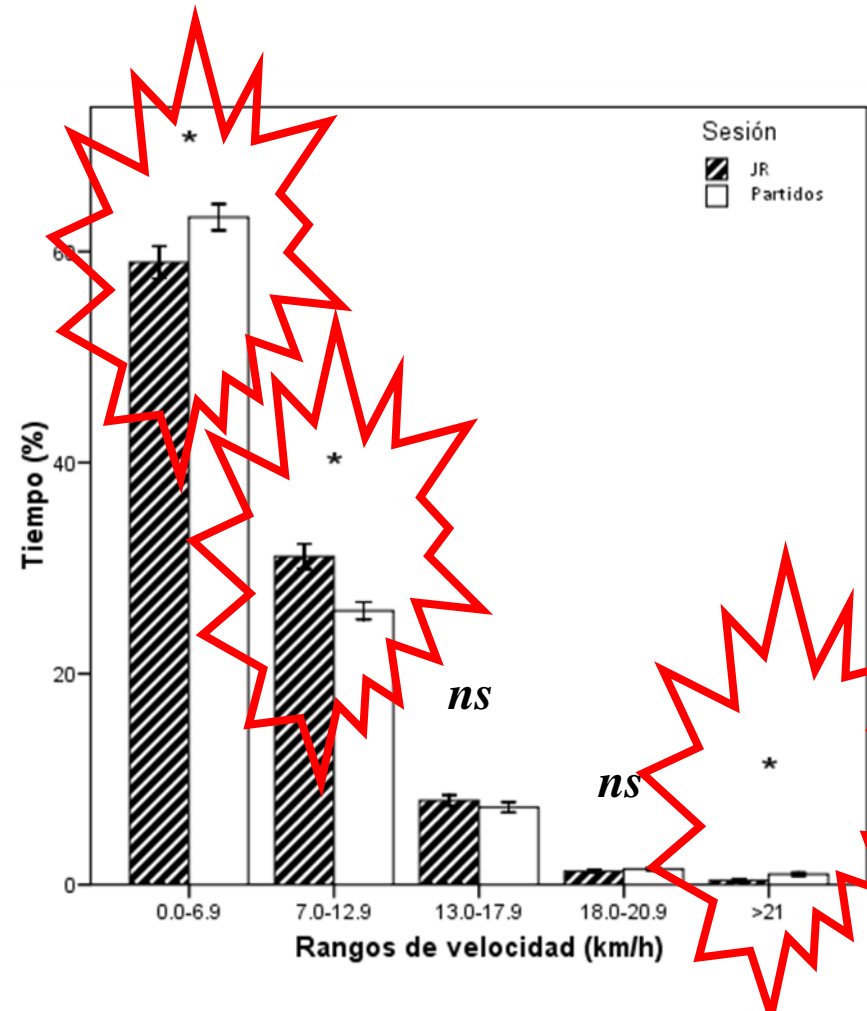
**3 x 4' / 2'**

## Juegos reducidos

Distancia recorrida (m/hora) en diferentes categorías de velocidad



Tiempo (%) en diferentes categorías de velocidad





# Juegos reducidos Vs. partidos

Velocidad máxima alcanzada (km/h)

Distancia recorrida a *sprint* (y tiempo)

(Gabbet, 2010)

Variables asociadas a *sprint*

Variables asociadas a *AAIR*

Distancia recorrida por minuto de juego

Distancia recorrida 7.0-12.9 km/h (y tiempo)

Ratio de trabajo:descanso

Carga del jugador/min

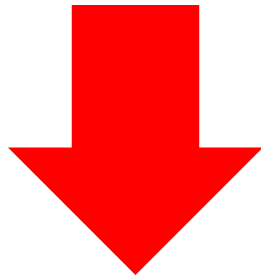
(Montgomery et al., 2010)



# Optimización del rendimiento

Los JR simulan la mayoría de las demandas físicas de la competición (Gabbet et al., 2009)

Sin embargo, insuficiente estimulación de acciones realizadas a altas velocidades



SUPLEMENTAR LOS JR CON TAREAS QUE ESTIMULEN DEMANDAS FÍSICAS SIMILARES A LOS PARTIDOS

TAREAS ESPECÍFICAS

1



TAREAS INESPECÍFICAS

2



## Descripción de los desplazamientos de los deportistas durante la competición

En el fútbol profesional

En el fútbol no profesional

En el fútbol formativo

2.- Descripción del entrenamiento y comparación con la competición

3.- Estudio de tareas concretas del entrenamiento y comparación con la competición

4.- Modificación de variables configuradoras de la tarea y efecto en los jugadores



# Optimización del rendimiento

Fuente	Muestra	Marca y modelo GPS	Formatos de JR
Aguiar, Botelho, Gonçalves et al. (2012)	10 jugadores profesionales	GPSports SPI Pro de 5 Hz	2 vs. 2, 3 vs. 3, 4 vs. 4 y 5 vs. 5 con un EII de 150 m <sup>2</sup>
Brandes et al. (2011)	17 jóvenes jugadores de alto nivel	GPS, Forerunner 305, Garmin de 1 Hz	2 vs. 2, 4 vs. 4 y 6 vs. 6 orientado con porterías pequeñas
Brito, Krustруп y Rebelo (2012)	16 Jugadores amateurs	GPSports SPI Elite de 5 Hz	5 vs. 5 con diferente superficie de juego (hierba artificial, arena y asfalto)
Casamichana y Castellano (2010)	10 jugadores junior	SPI-10, GPSports de 1 Hz	5 vs. 5 con diferente área de interacción individual
Casamichana, Castellano y Castagna (2012)	27 Jugadores semiprofesionales	MinimaxX, v.4.0 de 10 Hz	Comparación de JR con PA
Casamichana, Castellano y Dellal (2012)	10 Jugadores semiprofesionales	MinimaxX, v.4.0 de 10 Hz	5 vs. 5 en régimen continuo e interválico
Castellano et al. (2012)	14 Jugadores semiprofesionales	MinimaxX, v.4.0 de 10 Hz	3 vs. 3, 5 vs. 5 y 7 vs. 7 con diferente orientación del espacio
Dellal, Chamari et al. (2011)	20 jugadores internacionales	SPI-10, GPSports de 5 Hz	2 vs. 2, 3 vs. 3 y 4 vs. 4 con diferente número de contactos permitidos al balón
Dellal, Drust et al. (2012)	20 Jugadores de nivel internacional	GPSports SPI Elite de 5 Hz	2 vs. 2, 3 vs. 3 y 4 vs. 4 realizándose 4 repeticiones de 2, 3 y 4 min
Dellal, Hill-Haas et al. (2011)	20 jugadores profesionales y 20 amateurs	SPI-10, GPSports de 5 Hz	2 vs. 2, 3 vs. 3 y 4 vs. 4 con jugadores de diferente nivel competitivo
Dellal, Lago-Peñas et al. (2011)	20 Jugadores internacionales	SPI-10, GPSports de 5 Hz	4 vs. 4 con diferente número de contactos permitidos al balón durante 4 repeticiones de 4 min
Dellal, Owen et al. (2012)	14 Jugadores de nivel internacional	GPSports SPI Elite de 5 Hz	Comparación de JR con partidos en función de posiciones de juego
Hill-Haas, Coutts, et al. (2009)	16 jugadores junior	SPI-10, GPSports de 1 Hz	3 vs. 4, 3 vs. 3 + comodín, 5 vs. 6 y 5 vs. 5 + comodín) con cambio de 4 reglas
Hill-Haas, Dawson et al. (2009)	16 jugadores junior	SPI-10, GPSports de 1 Hz	2 vs. 2, 4 vs. 4 y 6 vs. 6
Hill-Haas, Rowsell, et al. (2009)	16 jugadores junior	SPI-10, GPSports de 1 Hz	2 vs. 2, 4 vs. 4 y 6 vs. 6 en régimen continuo e interválico
Köklü, Ersöz et al. (2012)	32 jóvenes jugadores de alto nivel	SPI ProX, GPSports de 15 Hz	4 vs. 4 alterando la forma de establecer los equipos
Sampaio y Maçãs (2012)	12 Estudiantes de Educación Física	GPSports SPI Pro de 5 Hz	Análisis de los datos de posición de los jugadores durante tareas de 5 vs. 5
Romero et al. (2012)	20 jugadores profesionales	GPSports SPI Elite	4 vs. 4 y 7 vs. 7 en un mismo espacio de juego

**ARTÍCULOS PUBLICADOS CON GPS EN EL ESTUDIO DE JUEGOS REDUCIDOS EN FÚTBOL**



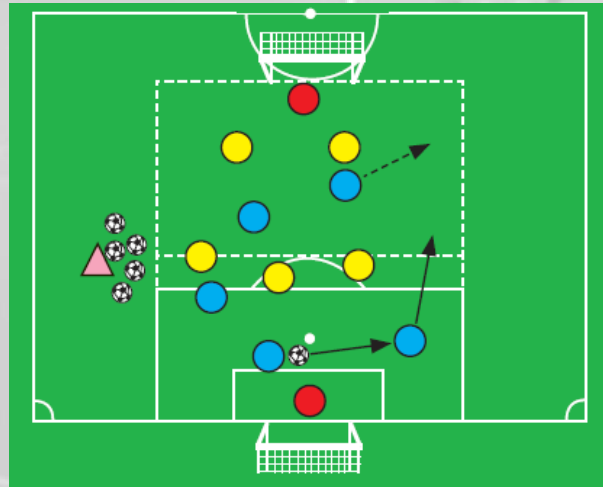
# Modulación de la intensidad durante

## JR

Espacio de  
juego

Jugadores

Reglas



Información

Prescripción

# Optimización del rendimiento

catapult.

SISTEMA

DEPORTES

EDUCACIÓN

CLIENTELA

MEDIA

ESTUDIO

ACERCA

CONTACTO



## PREPARACION

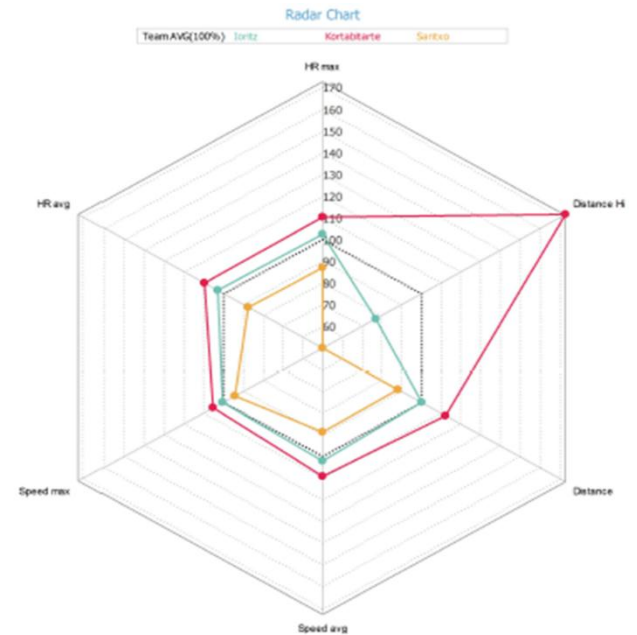
¿Cuándo un atleta es capaz de desempeñarse lo mejor posible? Existen muchas herramientas disponibles para evaluar algún componente de la preparación de tus atletas.

Los datos relacionados con RPE, nivel de hidratación, sueño y bienestar, todos tienen su importancia, pero a todos ellos les falta el indicador más directo de preparación: el rendimiento.

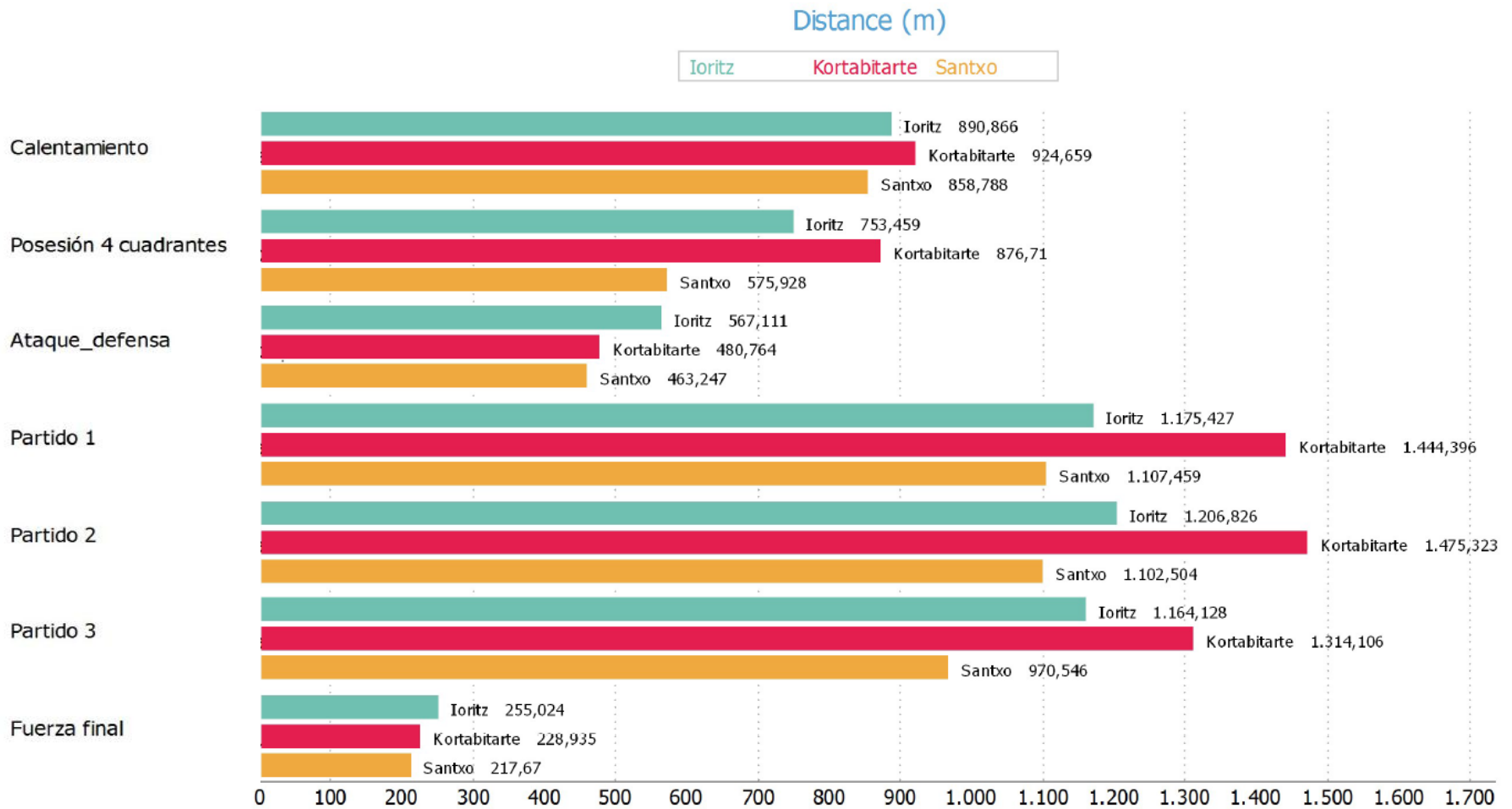
Catapult te permite medir y monitorear el rendimiento de tus atletas a lo largo del tiempo. Conoce cuando un atleta se encuentra en su tope de rendimiento, mide cuando su rendimiento disminuye, y utiliza esta información objetiva para prepararlos para la competencia.

Compara atletas, sesiones y semanas, y deja de adivinar. El coaching es un arte, pero respalda tus decisiones utilizando la ciencia.

INICIAR LA SUPERVISIÓN



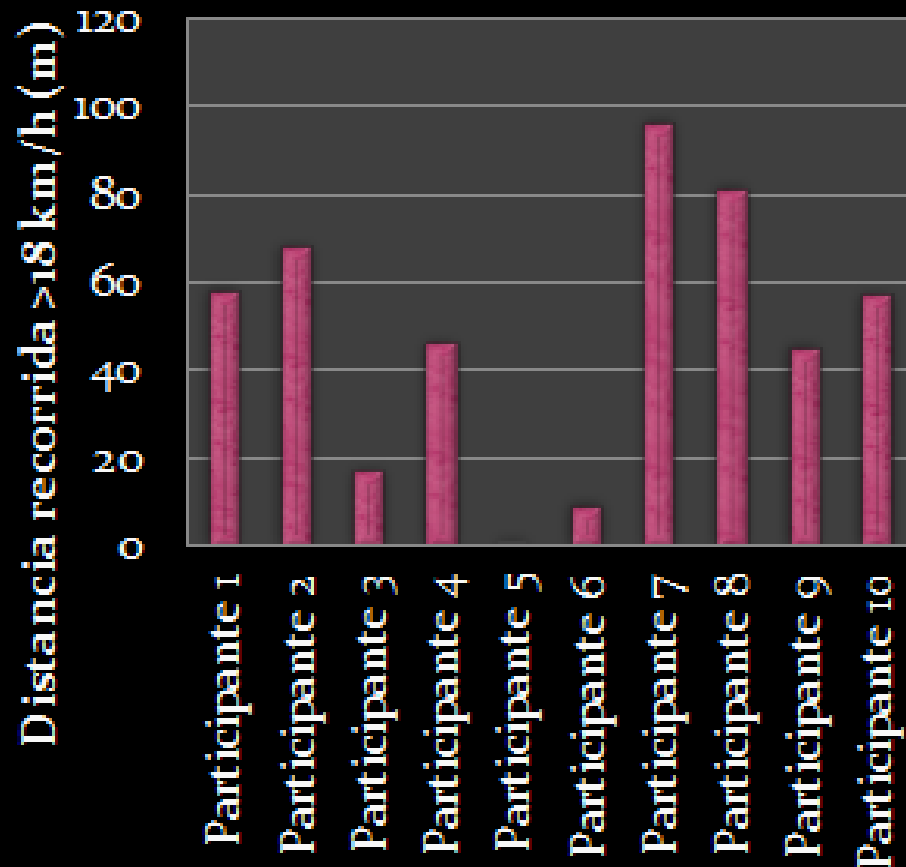
# Optimización del rendimiento



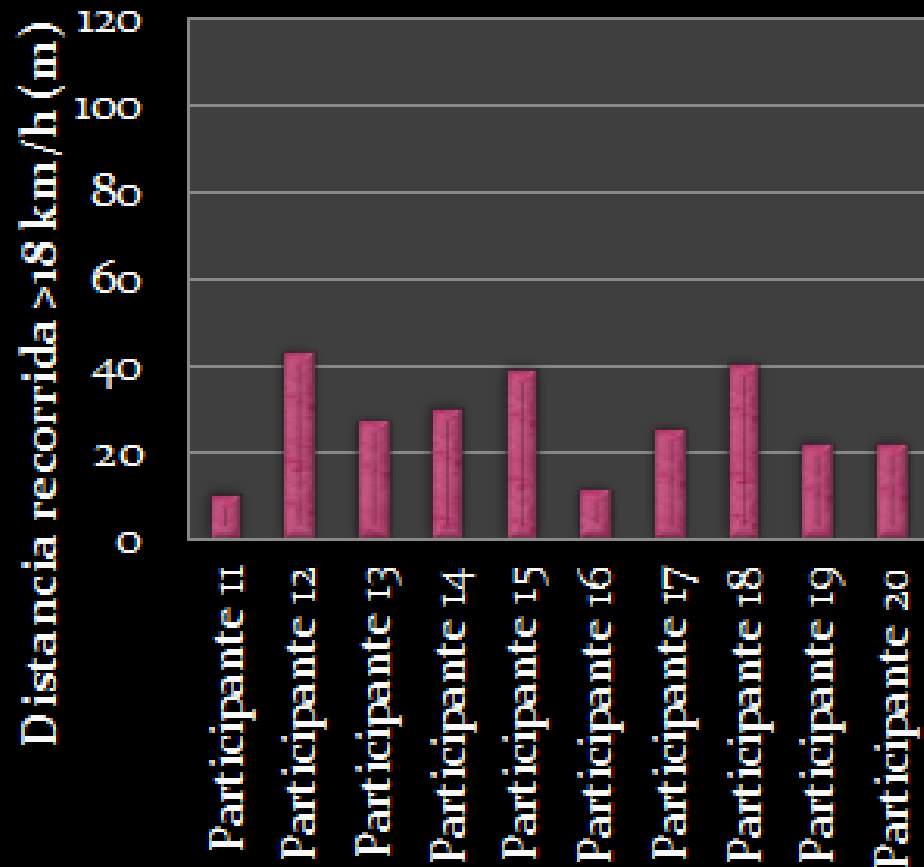
Ioritz	Partido 1	00:12:55	1175,43	691,76	426,94	52,14	4,60	90,94	1	23,73	141,00
Kortabitarte		00:12:55	1444,40	589,47	671,12	150,63	33,18	111,74	3	23,67	167,00
Santxo		00:12:55	1107,46	613,46	437,66	56,34	0,00	85,68	0	18,32	132,00
		AVG	1242,43	631,56	511,91	86,37	18,89	96,12	1,33	21,91	146,67
		SD	178,18	53,49	137,99	55,69	20,21	13,78	1,20	3,11	18,18

## Monitorizar las tareas sí, pero...

### Juego reducido 50 x 40



### Juego reducido 50 x 40



Una semana cualquiera,  
un día cualquiera,  
una tarea cualquiera...

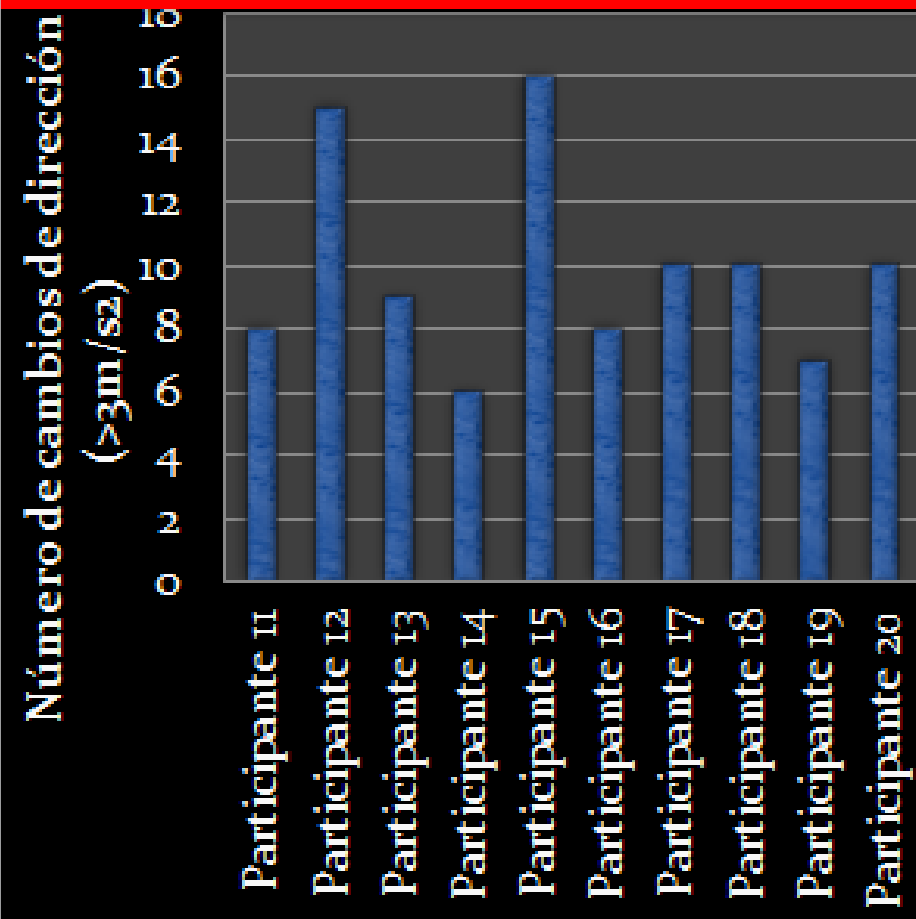
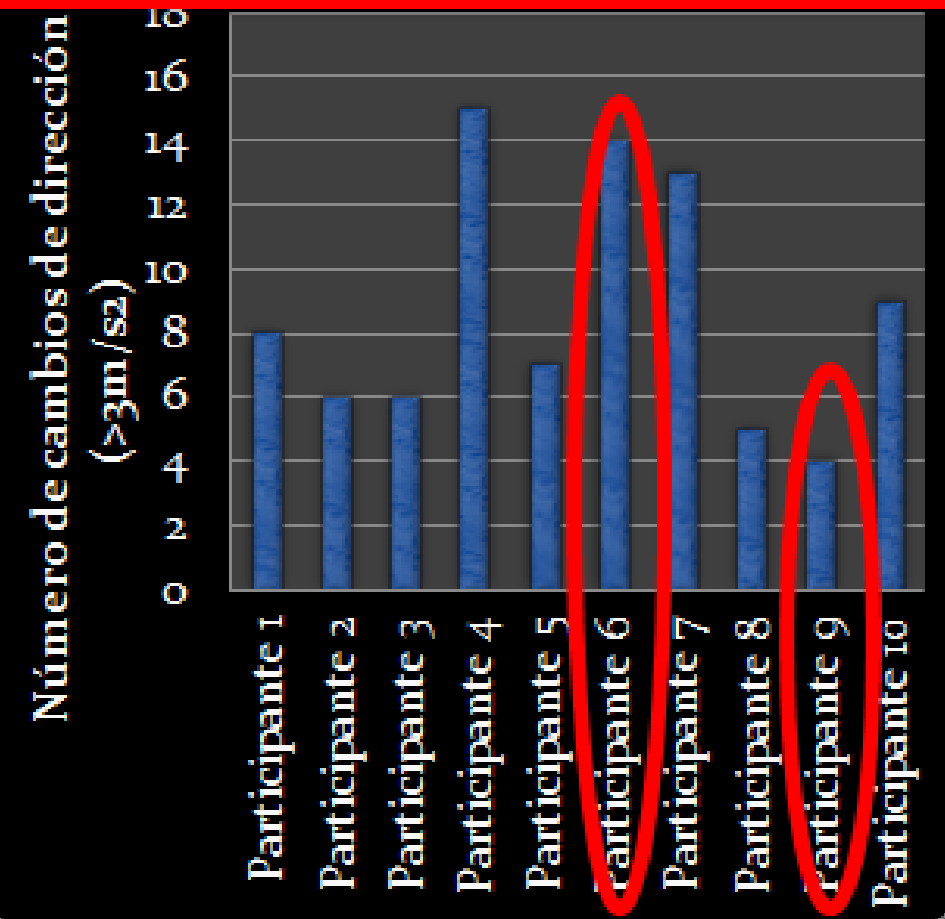
## ¿qué pasa dentro de cada tarea?

Casamichana, 2013. Datos sin publicar.



## Monitorizar las tareas sí, pero...

### ¿Qué hacemos con estos jugadores?



Una semana cualquiera,  
un día cualquiera,  
una tarea cualquiera...

### ¿qué pasa dentro de cada tarea?

Casamichana, 2013. Datos sin publicar.



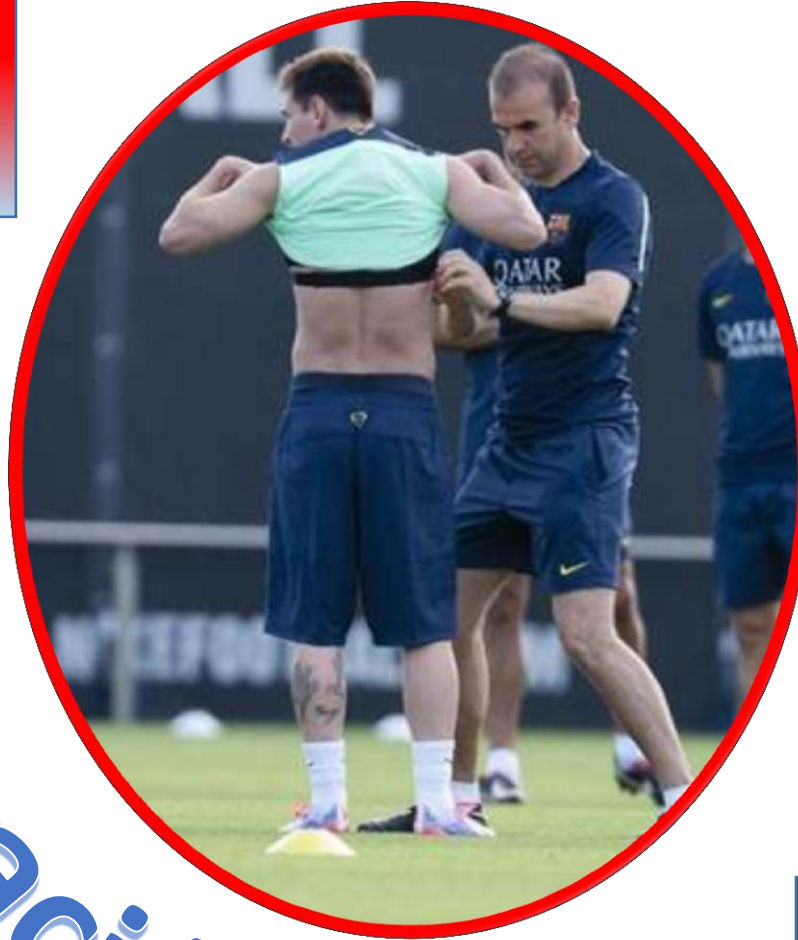
**¿Pero esto es malo?**

**¿O es específico?**

# Ámbitos de aplicación

Optimización del  
rendimiento

Prevención de  
lesiones



Investigación

Readaptación del  
deportista

## ¿Qué podemos obtener con sistemas de este tipo?



The image shows a screenshot of the Catapult website's 'injury-analysis' page. The browser address bar shows 'catapultsports.com/benefits/injury-analysis/'. The website header includes the 'Catapult' logo and navigation tabs for 'BENEFITS', 'SPORTS', 'SYSTEM', 'CLIENTS', 'RESEARCH', 'MEDIA', 'ABOUT', and 'CONTACT'. The main content area features a large graphic with the text 'INJURY ANALYSIS' and a background image of a soccer player in a Catapult vest. A large, diagonal blue banner with the word 'INFORMACIÓN' in white capital letters is overlaid on the right side of the page.

### MINIMIZE INJURY, MAXIMIZE REHABILITATION

#### KNOW WHO IS WORKING TOO HARD

Understand when to taper off individual training schedules to avoid overuse injuries and ensure players are fresh for game day. Measure the physical demands of each player and keep an eye on who needs recovery with simple post-practice graphs.

#### INJURY RESEARCH

Quantifying the physical demands of collision sports – Does microsensor technology measure what it claims to measure (523KB)

Comparison of global positioning and computer-based tracking systems for measuring player movement distance during Australian football (315KB)



# Prevención de lesiones

## MINIMIZE INJURY, MAXIMIZE REHABILITATION

### KNOW WHO IS WORKING TOO HARD

Understand when to taper off individual training schedules to avoid overuse injuries and ensure players are fresh for game day. Measure the physical demands of each player and keep an eye on who needs recovery with simple post-practice graphs.

Rehabilitate players safer by ensuring pre-injury physical targets are achieved before resuming live play.



### REHABILITATION

Catapult understands the value of your athletes and the importance of keeping them healthy, providing the best tools to avoid overuse injuries and aid rehabilitation.

You can build profiles of each athlete's physiological levels and performance to know how to manage rehabilitation more effectively.

By placing limits on variables like speed, heart rate or distance, the injury can be greatly reduced. Wireless real-time analysis enables immediate response if an athlete is exceeding these key limits.

Medical staff can tell you when an injury has healed, but Catapult will tell you when a player is ready to return to competition.

- Safely rehabilitate with reduced risk of re-injury.
- Avoid preventable injuries to prevent athletes missing games.

### INJURY RESEARCH

Quantifying the physical demands of collision sports – Does microsensor technology measure what it claims to measure (523KB)

Comparison of global positioning and computer-based tracking systems for measuring player movement during Australian football (315KB)

Identification of cross-country ski movement patterns using micro-sensors (3.2MB)

Movement demand indicators of elite athletes

Physical demands of elite athletes

**MÁS INFORMACIÓN EN ESTE ÁMBITO ES NECESARIA (CUMMIMIS, 2013)**

League training and match performance (406KB)

Physical capacity and match performance in Australian football – A mediation analysis (206KB)

Validity and reliability of MinimaxX accelerometers for measuring physical activity in Australian football (5.MB)

Validation of the MinimaxX tackle detection feature (26KB)

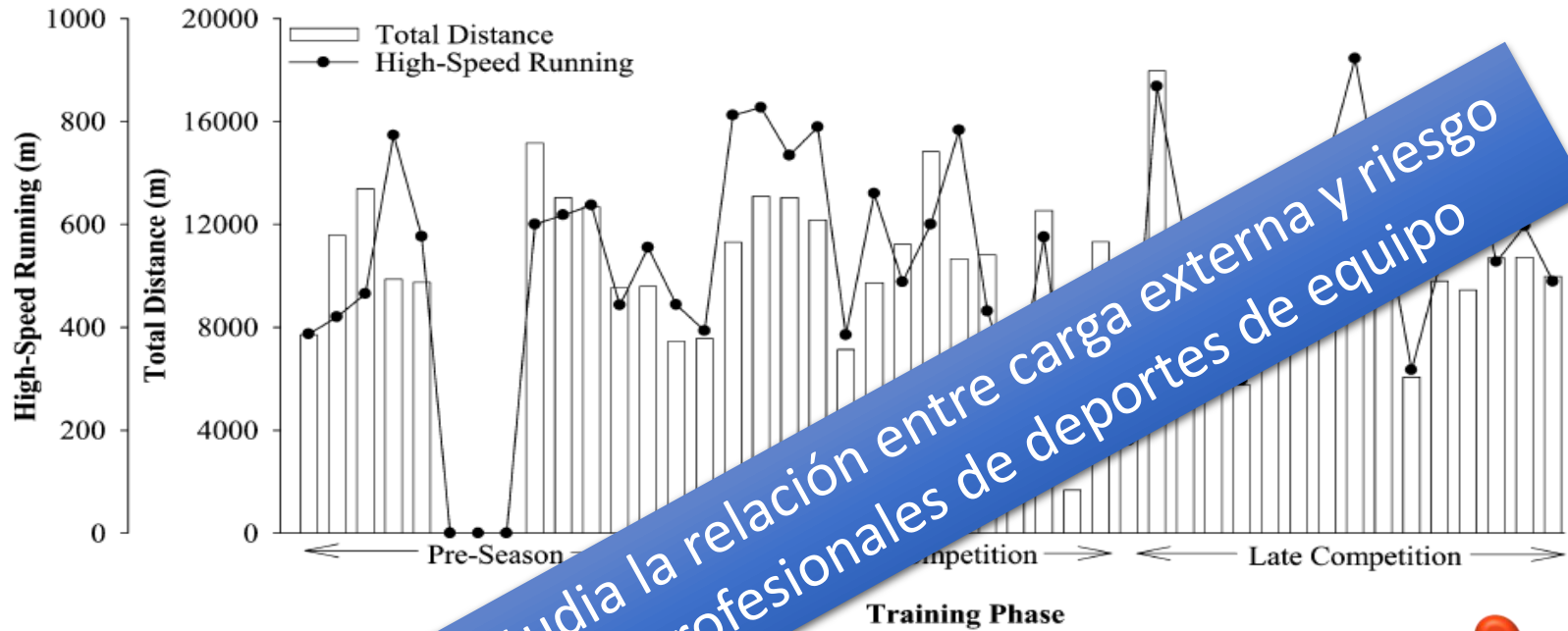
Validity and reliability of GPS for measuring instantaneous velocity during acceleration, deceleration, and constant motion (3.4MB)

Conocer lo que el deportista está realizando para evitar lesiones por sobreuso

Realizar la readaptación de manera controlada, evitando recidivas

Determinar en función del perfil construido cuando se encuentra en parámetros idóneos para la vuelta

# Prevención de lesiones



Empezamos a estudiar dosis-respuesta

TABLE 1. Running loads of professional rugby league players during the pre-season, early competition, and late-competition phases of the season.

	Early competition			Late competition		
	Mean (range)	SE		Mean (range)	SE	
Total distance (m)	65.8	3,923.3 (609.0–11,058.0)	76.2	3,448.8 (1,219.0–6,592.0)	64.9	
Relative distance (m·min <sup>-1</sup> )	1.8	62.6 (27.6–146.0)	0.8	67.5 (33.7–147.5)	1.1	
Very-low intensity (m·min <sup>-1</sup> )	14.8	566.5 (35.0–1,711.0)	13.4	441.6 (31.0–930.0)	10.9	
Low intensity (m·min <sup>-1</sup> )	46.8	2,342.3 (198.0–7,376.0)	47.0	2,038.4 (488.0–3,770.0)	42.2	
Moderate intensity (m·min <sup>-1</sup> )	14.3	812.2 (166.0–2,216.0)	17.2	786.2 (306.0–1,768.0)	16.7	
High intensity (m·min <sup>-1</sup> )	4.8	186.0 (16.0–641.0)	5.3	188.9 (23.0–684.0)	5.3	
Very-high intensity (m·min <sup>-1</sup> )	1.2	13.6 (0–100.0)	1.0	12.2 (0–74.0)	0.9	
Total high-speed running (m·min <sup>-1</sup> )	5.8	199.3 (16.0–685.0)	5.9	200.4 (23.0–684.0)	5.5	
Mild acceleration (m·s <sup>-2</sup> )	3.5	204.8 (37.0–583.0)	3.9	152.2 (28.0–412.0)	4.3	
Moderate acceleration (m·s <sup>-2</sup> )	5.0	249.8 (50.0–663.0)	4.9	133.6 (8.0–463.0)	6.1	
Maximum acceleration (m·s <sup>-2</sup> )	4.1	167.7 (26.0–462.0)	3.6	57.0 (0–276.0)	4.6	
Repeated high-intensity effort bouts (no.)	0.2	7.0 (0.0–15.0)	0.4	2.0 (0.0–9.0)	0.1	

\*Velocity: very low intensity = 0–1 m·s<sup>-1</sup>; low intensity = 1–3 m·s<sup>-1</sup>; moderate intensity = 3–5 m·s<sup>-1</sup>; high intensity = 5–7 m·s<sup>-1</sup>; very high intensity = >7 m·s<sup>-1</sup>; total high-speed running = all distance covered >5 m·s<sup>-1</sup>; acceleration: mild acceleration = 0.55–1.11 m·s<sup>-2</sup>; moderate acceleration = 1.12–2.78 m·s<sup>-2</sup>; maximum acceleration = ≥2.79 m·s<sup>-2</sup>; repeated high-intensity effort bouts: 3 or more maximal acceleration sprint efforts, very high-velocity sprint efforts, and tackle efforts with <21 seconds between efforts; SE = standard error.

# Prevención de lesiones



- Demuestra que gran cantidad de desplazamientos a alta velocidad incrementan el riesgo lesional de los deportistas
- Además, los deportistas que cubren una mayor distancia a muy bajas, bajas y moderadas velocidades presenta un menor riesgo lesional. EFECTO PROTECTOR

**• Debemos restringir la cantidad de sprint en la preparación de deportistas de equipo**

## Lesiones leves

Variable	Criterio	Riesgo
Distancia HI	>9 m sesión	3 veces
Aceleración media Intensidad	>186 m	0.2 veces
Aceleración moderada Intensidad	>217 m	0.3 veces
Aceleración alta Intensidad	>143 m	0.4 veces

## Lesiones moderadas

Variable	Criterio	Riesgo
Distancia muy baja intensidad	>542 m sesión	0.4 veces
Distancia baja velocidad	>2342 m	0.5 veces
Aceleración moderada Intensidad	>217 m	0.4 veces
Aceleración alta Intensidad	>143 m	0.5 veces

Gabbett, T.J., & Ullah, S. (2012). Relationship between running loads and soft-tissue injury in elite team sport athletes. *J Strength Cond Res.* 2012 Apr;26(4):953-60. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182302023.

# Prevención de lesiones



## Durante la pretemporada

Variable	Momento	Periodo	Criterio	Riesgo
Distancia	Acumulado	3 semanas	73-86 km	5 veces
Sprint	Acumulado	3 semanas	>1453 m	4 veces
Sprint	Acumulado	3 semanas	864-1453 m	0.2 veces
Carga Neuro	Pre-post	1 semana	+0.1-9.4 UA	0.04 veces

## Durante la temporada competitiva

Variable	Momento	Periodo	Criterio	Riesgo
Distancia	Acumulado	2 semanas	39-45 km	0.2 veces
Distancia v1	Acumulado	2 semanas	>13 m	0.3 veces
Carga Neuro	Acumulado	4 semanas	>102	2 veces
Distancia	Pre-post	1 semana	-549- 6 m	0.5 veces



## Relación entre variables de carga externa y riesgo de lesión



En busca del estímulo óptimo





# Prevención de lesiones



RIESGO



## SABER CON QUIÉN ESTÁ TRABAJANDO DEMASIADO DURO

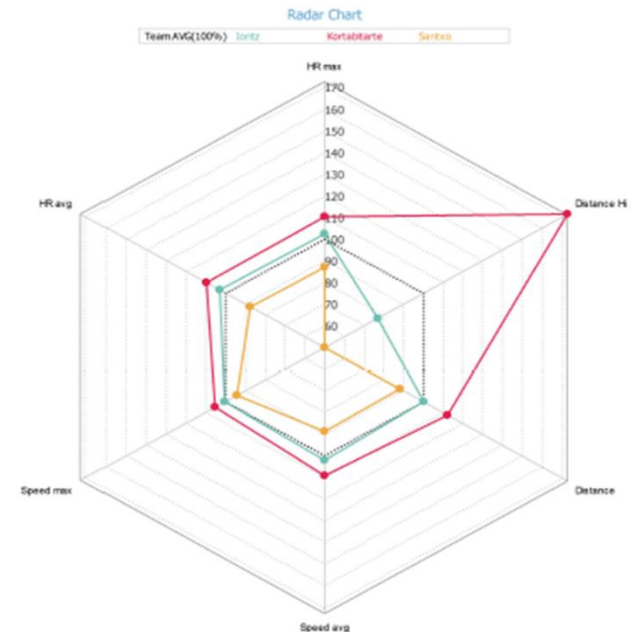
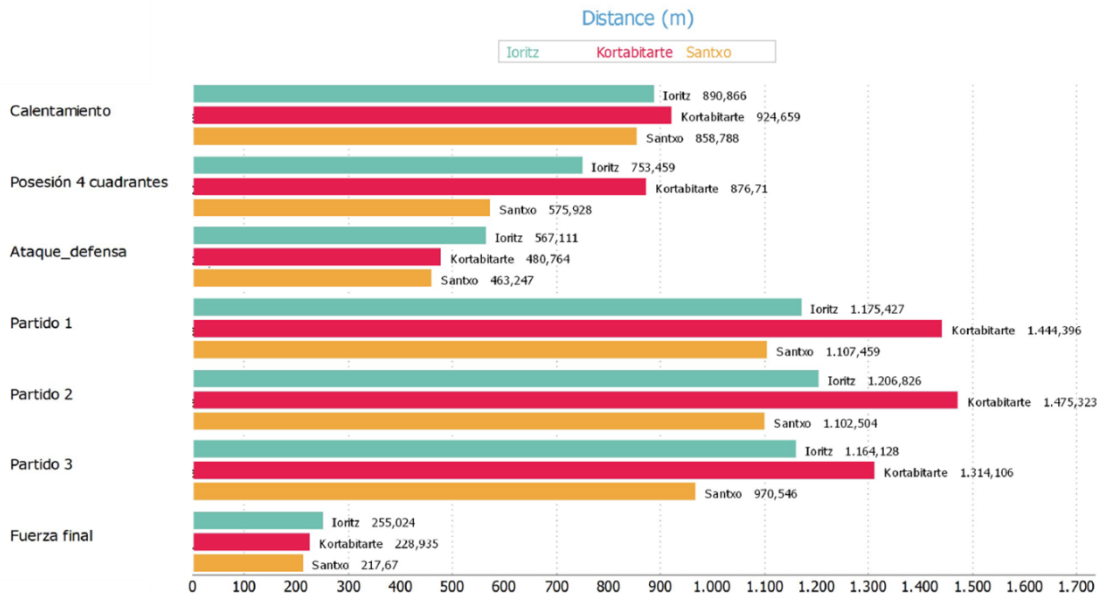
Los atletas están predispuestos a lesionarse cuando se fatigan durante los entrenamientos y juegos.

La fatiga reduce también las habilidades necesarias para competir en un nivel de élite. Esta puede ser de naturaleza mecánica, fisiológica o neurológica. Catapult permite a los entrenadores reconocer micro-niveles de movimiento y patrones de discriminación subóptimos.

El monitoreo del pulso cardiaco integrado con PlayerLoad ofrece una gestión del rendimiento óptima.

Mantén un modelo de entrenamiento fluido monitoreando la periodización y alcanza el pico de forma física en el momento justo.

Conoce quién está sobrecargado y economiza entrenamientos evitando las suposiciones.

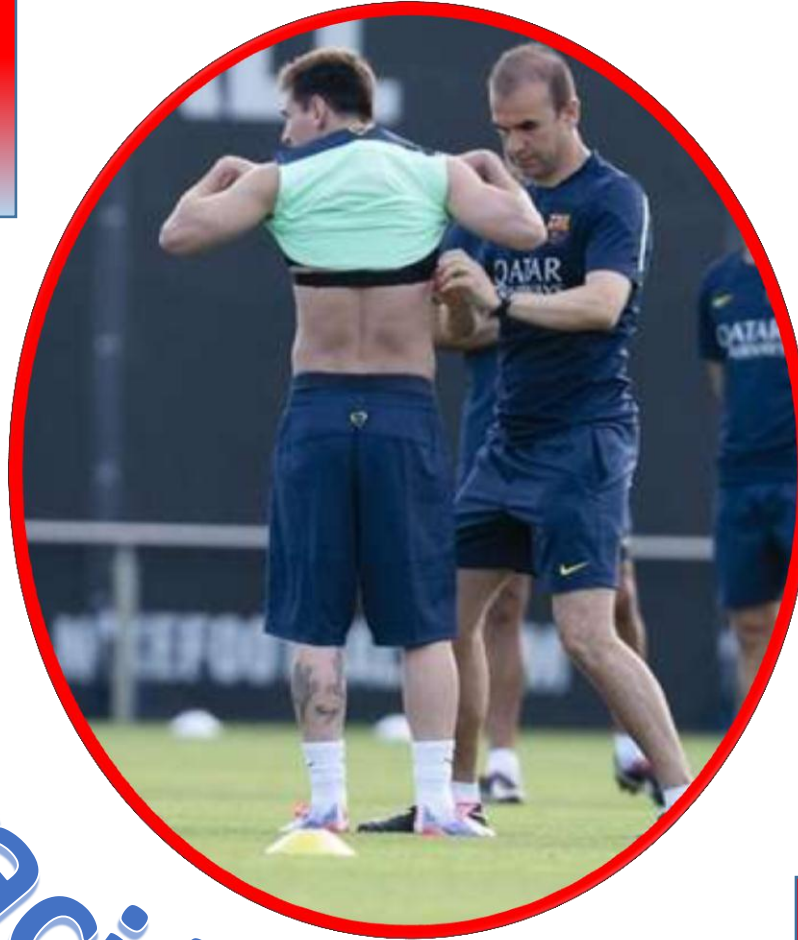


# Ámbitos de aplicación

Optimización del  
rendimiento

Prevención de  
lesiones

Investigación



Readaptación del  
deportista

# Readaptación de lesiones

[SISTEMA](#)[DEPORTES](#)[EDUCACIÓN](#)[CLIENTELA](#)[MEDIA](#)[ESTUDIO](#)[ACERCA](#)[CONTACTO](#)

## DE VUELTA AL JUEGO

### DE VUELTA AL JUEGO

Mantener a los atletas en un estado saludable es el reto más grande para un entrenador.

La mayoría de las lesiones son inevitables, pero el uso de perfiles individuales de los atletas eliminará el tener que adivinar cuándo la rehabilitación de un atleta se ha completado.

Ajusta las "huellas dactilares" de tus atletas con datos de referencia, monitorea a los atletas lesionados de manera remota, y utiliza comparaciones posicionales para analizar las asimetrías con información transparente.

Establece límites variables sobre datos específicos y obtén información en tiempo real si un atleta excede estos límites claves.

Justifica tus métodos con conocimiento basado en evidencia que protegerá a tus atletas.

[INICIAR LA SUPERVISIÓN](#)

Realizar la readaptación de manera controlada, evitando recidivas

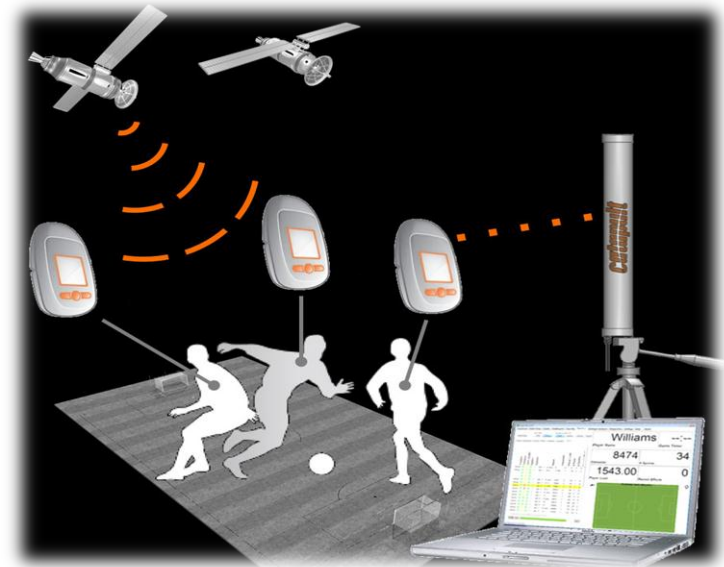
Establece límites u objetivos temporales (**SISTEMA DE ALARMAS**)

Determinar en función del perfil construido (huella dactilar) cuando se encuentra en parámetros idóneos para la vuelta (**RETURN TO PLAY**)





La temporalidad  
es fundamental



A silhouette of a person looking at a screen, with a background of green binary code (0s and 1s) that appears to be scrolling or moving. The person is in the center, looking towards the right side of the frame.

Y para todo  
esto...

¿Qué variables  
utilizo?



# Desplazamientos GPS

*Distancia total*

Duración abs y rel (%) en *categorías de vel*:

- *parado–andando* ( $0–6.9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), *carrera suave* ( $7.0–12.9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), *carrera rápida* ( $13.0–17.9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), *carrera alta intensidad* ( $18.0–20.9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) y *sprint* ( $>21 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ )

Distancia abs y rel (%) en categorías de vel.

Acciones de *sprints* ( $>21 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ )

- frecuencia, distancia media y máxima,
- Duración media y máxima de las acciones de *sprint*,
- frecuencia de acciones de *sprint* de diferentes distancias (0–5, 5–10, 10–40 y +40 m).

*Acciones de Alta Intensidad Repetidas (AAIR)* (RHIE, Buchheit et al., 2010)

- mínimo de 3 acciones de una velocidad  $>13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  ( $3.6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) con  $<21''$  recup. (Spencer et al., 2004).
- Frecuencia, n.º de esfuerzos por AAIR, duración media de los esfuerzos, intervalo medio entre esfuerzos, intervalo medio entre AAIR.

## VARIABLES DEPENDIENTES

**VALORES ABSOLUTOS**  
**(¿qué criterios?)**

**VS.**

**VALORES RELATIVOS**  
**(¿qué criterios?)**

**Table 2** Zone classification of work rate patterns in team sports

References	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5		Zone 6	
	Speed (km·h <sup>-1</sup> ) <sup>a</sup>	Description	Speed (km·h <sup>-1</sup> ) <sup>a</sup>	Description	Speed (km·h <sup>-1</sup> ) <sup>a</sup>	Description	Speed (km·h <sup>-1</sup> ) <sup>a</sup>	Description	Speed (km·h <sup>-1</sup> ) <sup>a</sup>	Description	Speed (km·h <sup>-1</sup> ) <sup>a</sup>	Sprinting
<b>Australian Football League (AFL)</b>												
Farrow et al. [21]					7.2–14.4	Moderate velocity	>14.4	High velocity			>20.0	Sprint
Brewer et al. [19]							>15.0	High-intensity run	20.0–23.0	Higher-speed running	>23.0	Sprint
Aughey and Falloon [18]							15.2–18.0	Jog	>18.0		>25.0	
Coutts et al. [20]	0–0.7	Standing	0.7–7.0	Walk	7.0–14.4	Jog	14.4–20.0	Run	18.0–24.9	Run	24.9–36.0	Sprint
Wisbey et al. [24]	0–0.8		8.0–12.0		12.0–16.0		16.0–18.0		18.0–21.6		>18.0	Sprint/ maximum intensity
Aughey [17]			7.2–10.8				14.4–18.0				>18.0	Sprinting
<b>Rugby Union</b>												
Hartwig et al. [31]	0–1.0	Stationary	1.0–7.0	Walk	7.0–12.0	Jog	12.0–21.0	Stride	81.0–95.0 % V <sub>max</sub>	Sprinting	>21.0	Sprint
Cunniffe et al. [36]	0–6.0	Standing, walking	6.0–12.0	Jogging	12.0–14.0	Cruising	14.0–18.0	Striding				
Hartwig et al. [32]	0–1.0	Stationary	1.0–7.0	Walking	7.0–12.0	Jogging	12.0–21.0	Striding	18.0–20.0	High-intensity running	>21.0	Sprint
Venter et al. [34]	0–1.0	Standing	<20 % V <sub>max</sub>	Walking	20–50 % V <sub>max</sub>	Jogging	51–80 % V <sub>max</sub>	Striding			96–100 % V <sub>max</sub>	Maximum sprint
Higham [35]			0–7.2		7.2–12.6		12.6–18		18.0–21.6		>21.6	
Suárez-Arrones et al. [33]	0.1–5.9	Standing, walking	6.0–11.9	Jogging	12.0–13.9	Cruising	14.0–17.9	Striding	18.0–19.9	High-intensity running	>20	Sprinting
<b>Rugby League</b>												
McLellan et al. [5, 40]	0–6.0	Standing/ walking	6.1–12	Jogging	12.1–14.0	Cruising	14.1–18.0	Striding	18.1–20.0	High-intensity running	>20.1	Sprint
Austin and Kelly [37]	0–12	Standing, walking, or jogging	12–14	Cruising	14–18	Striding	18–20	High-intensity running	20–24	Sprinting	>24	High-intensity sprinting
Duffield et al. [38]					<14.4	Low-speed activity	>14.5	High-speed running			>20	Very-high speed running
Gabbett et al. [39]	0–3.6	Low speed	>3.6	High speed								
<b>Soccer</b>												
Barbero Alvarez et al. [26]	0.0–0.4	Standing/stop	0.5–3.0	Walk	3.1–8.0	Low-intensity running or trotting	8.1–13.0	Medium intensity running	13.1–18.0	High-intensity running	>18.0	Sprint
Hill-Haas [29]	0–6.9		7.0–9.9		10.0–12.9		13.0–15.9		16.0–17.9		>19.1	Sprinting

Table 2 continued

References	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5		Zone 6	
	Speed (km·h <sup>-1</sup> ) <sup>a</sup>	Description	Speed (km·h <sup>-1</sup> ) <sup>a</sup>	Description	Speed (km·h <sup>-1</sup> ) <sup>a</sup>	Description	Speed (km·h <sup>-1</sup> ) <sup>a</sup>	Description	Speed (km·h <sup>-1</sup> ) <sup>a</sup>	Description	Speed (km·h <sup>-1</sup> ) <sup>a</sup>	Sprinting
Hill-Haas et al. [30]	0.0–0.4	Standing/stop					7.9–12.9	Jogging		13.0–17.9	Cruising	Sprinting
Castagna et al. [25]	0–0.4	Standing	0.4–3.0	Walking	3.0–8.0	Jogging	8.0–13.0	Medium-intensity running	13.0–18.0	High-intensity running	>18.0	Sprinting
Casamichana Castellano [28]	0–3.9	Stationary–walking			4.0–6.9	Jogging	7.0–12.9	Quick running	13.0–17.9	High-intensity running	>18.0	Sprinting
Bucheit et al. [27]					<13	Low-intensity running	13.1–16.0	High-intensity running	16.1–19.0	Very high-intensity running	>20.0	Very high intensity
Harley et al. [16]		Standing		Walking		Jogging		Running		High-speed running		
Cricket Petersen et al. [41–43]				Standing/walking	7.2–12.6	Jogging	12.6–14.4	Running	14.4–18.0	Striding		
Hockey Gabbett [44]	0–3.6	Low intensity			3.6–10.8	Moderate intensity	10.8–18	Moderate intensity	18–25.2	High intensity		
Macutkiewicz and Sunderland [46]	0–0.6	Standing		Walking	6.1–11.0	Jogging	11.1–15.0	Running	15.1–19.0	Fast running		
Jennings et al. [45]	0.36–15	Lower speed activity							>15	Hig-speed running		
Lacrosse Duffield et al. [48]					<7.0	Low-intensity activity	7.0–14.4	Moderate intensity activity	>14.5	High-intensity run		

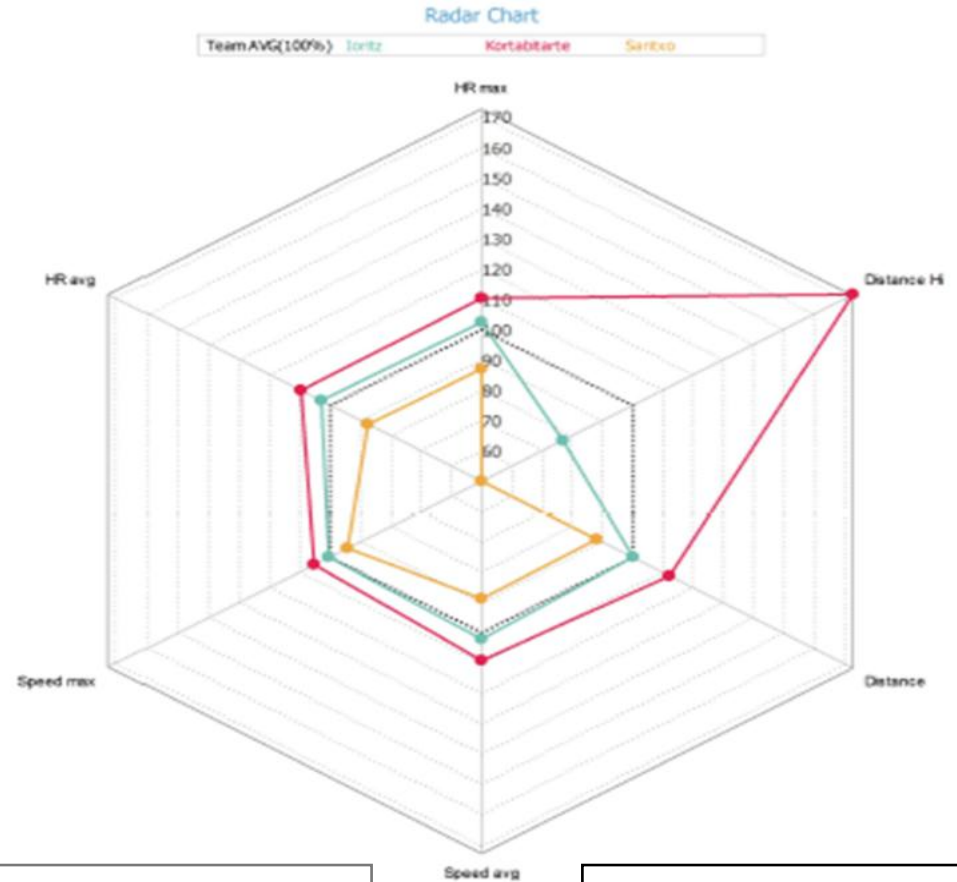
$V_{max}$  maximum velocity

<sup>a</sup> Except where otherwise stated

- Necesidad de estandarizar unas categorías para poder comparar trabajos
- Basarse en las categorías de velocidad utilizadas con trabajos de referencia para comparar



# Relativización de los rangos de velocidad



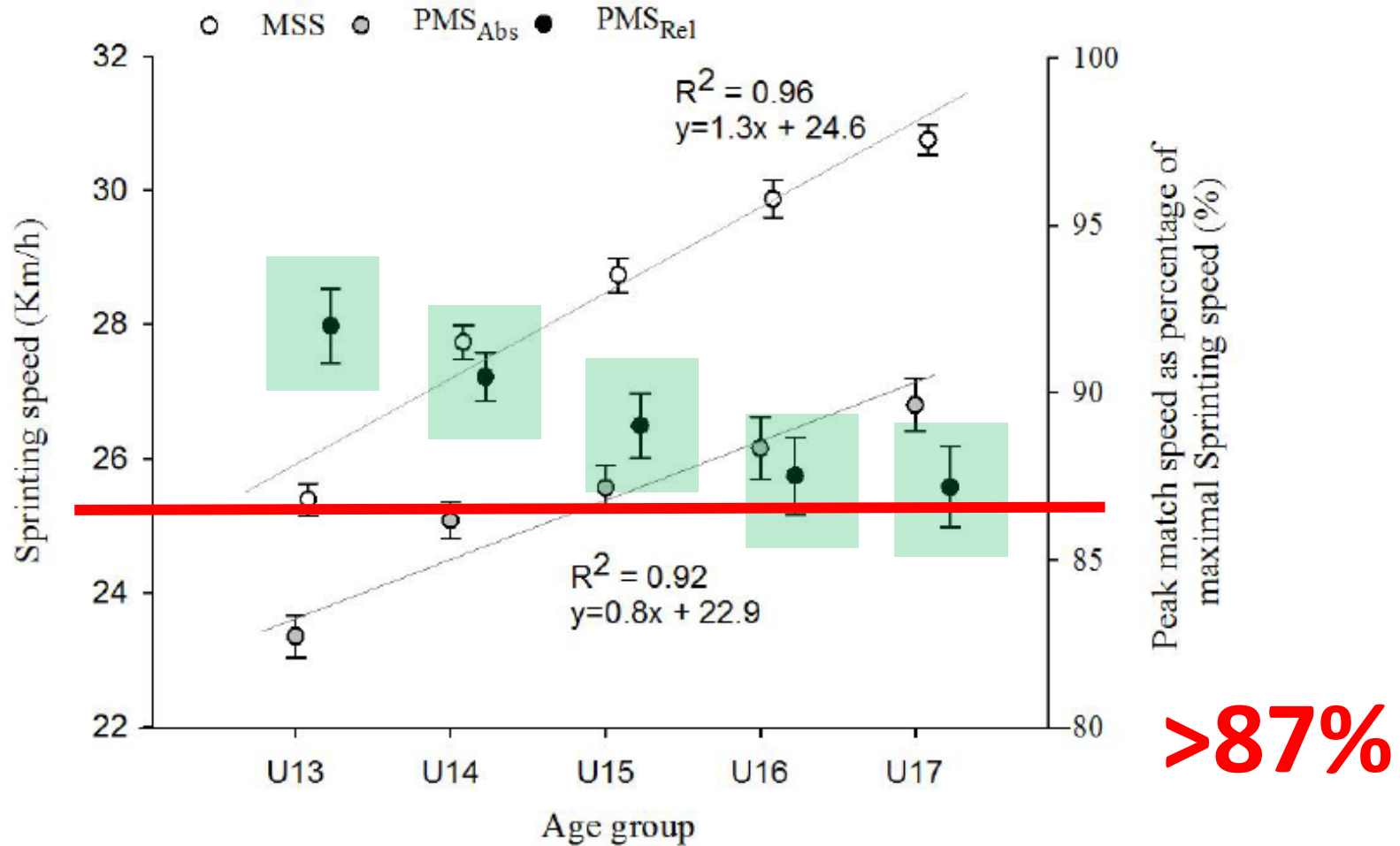
*¿Por qué no esprinta?*

- Mayor Distancia recorrida a >80% de su velocidad pico





# Velocidad en partido relativa en función de la edad de los sujetos



**Younger players were likely to use a greater percentage of their maximal sprinting speed during matches**

# Acelerometría



¿DISCRIMINAN LAS  
ACELERACIONES?

¿Qué variable utilizamos en su  
cuantificación?

VARIABLES DEPENDIENTES

# Aceleraciones

International Journal of Sports Physiology and Performance, 2010, 5, 394-405  
 © Human Kinetics, Inc.

## Australian Football Player Work Rate: Evidence of Fatigue and Pacing?

Robert J. Aughey

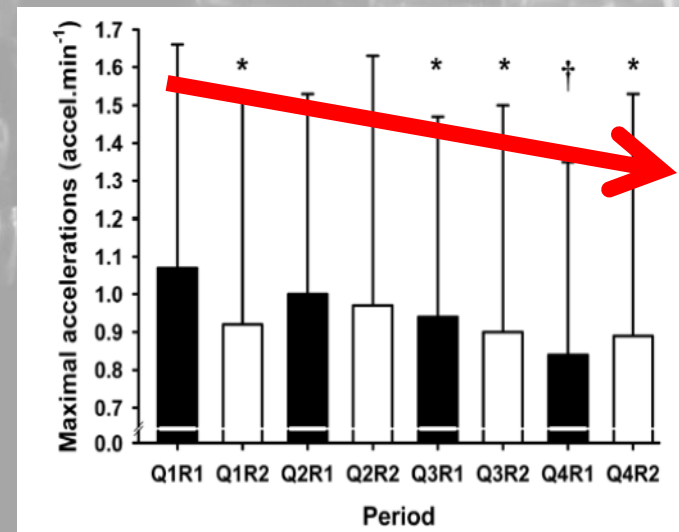
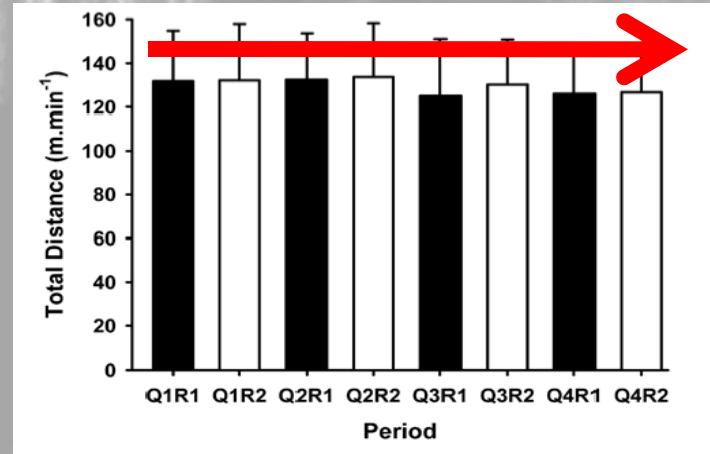
Previous research has suggested elite Australian footballers undertake pacing strategies to preserve high intensity activity later in matches. However, this research used GPS with slow sample rates, did not express performance relative to minutes played during games and used lowly ranked players. **Methods:** Therefore in this study movement was recorded by GPS at 5 Hz. Running performance was expressed per period of the match (rotation) divided into low-intensity activity (LIA, 0.10 to 4.17  $m \cdot s^{-1}$ ); high-intensity running (HIR, 4.17 to 10.00  $m \cdot s^{-1}$ ) and maximal accelerations (2.78 to 10.00  $m \cdot s^{-2}$ ). All data were expressed relative to the first period of play in the match and the magnitude of effects was analyzed with the effect size (ES) statistic and expressed with confidence intervals. **Results:** The total and LIA distance covered by players did not change by a practically important magnitude during games ( $ES < 0.20$ ). High intensity running was reduced in both rotations of the second quarter, Q3R2 and both rotations of the fourth quarter ( $ES -0.30 \pm 0.14$ ;  $-0.42 \pm 0.14$ ;  $-0.30 \pm 0.14$ ;  $-0.42 \pm 0.14$ ; and  $-0.48 \pm 0.15$  respectively). Maximal acceleration performance was reduced in Q1R2, and each rotation of the second half of matches. **Conclusion:** When expressed per minute of game time played, total distance and low intensity activity distance are not reduced by a practically important magnitude in AF players during a match. These data are therefore inconsistent with the concept of team sport players pacing their effort during matches. However, both high intensity running and maximal accelerations are reduced later in games, indicative of significant fatigue in players.

**Keywords:** motion analysis, functional performance, physical performance, sport physiology

Recent research on the match demands of elite Australian Football (AF)<sup>1,2</sup> has seemingly agreed with previous findings in soccer that players fatigue during matches<sup>3-5</sup> and therefore adopt a pacing strategy to mitigate the fatigue experienced later in matches.<sup>1,2</sup> However, there are a number of methodological issues in recent studies that must be addressed before accepting these findings.

The recent AF studies relied on 1 Hz global positioning systems (GPS) for the recording of running activities of players during matches.<sup>1,2</sup> As most high intensity

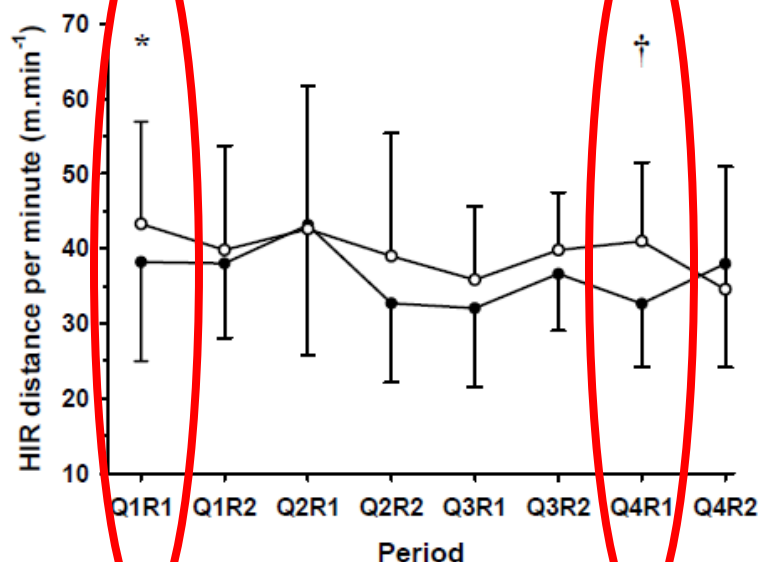
Robert J. Aughey is with the Institute of Sport, Exercise and Active Living, School of Sport and Exercise Science, Victoria University, Melbourne, Australia, and with the Western Bulldogs Football Club, Melbourne, Australia.



## Increased High-Intensity Activity in Elite Australian Football Finals Matches

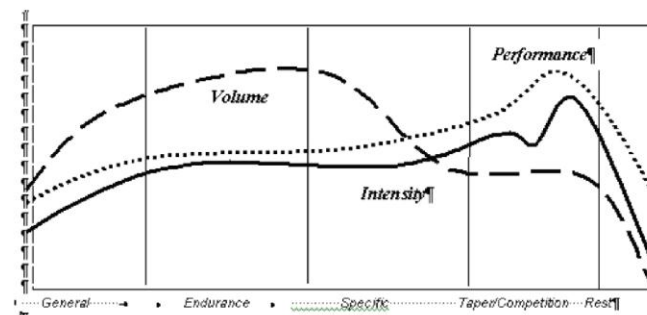
Robert J. Aughey

>= DR  
 > DRAI

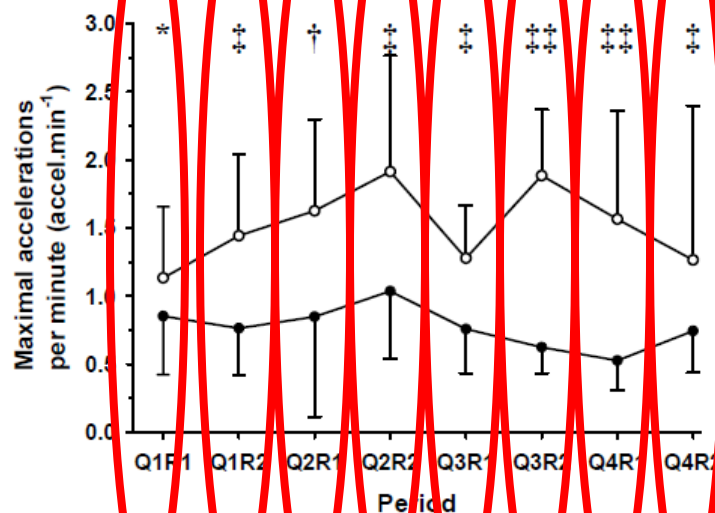


**Figure 2** — High-intensity running (HIR, 4.17–10.00 m·s<sup>-1</sup>) per period (rotation) expressed per minute of field time during games. Periods were named for the quarter of play they occurred in, and the sequential number of the rotation in that quarter (Q1R1, Q1R2, Q2R1, Q2R2, Q3R1, Q3R2, Q4R1 and Q4R2 respectively). Closed circles are for regular season games, open circles are for finals games. Data are means ± SD. \*Denotes a small magnitude increase from regular season games; †Denotes a moderate increase from regular season games; ‡Denotes a large increase from regular season games. n = 24.

Figure 4. A typical schematic plan for a 16 week training preparation for swimmers



## ACELERACIONES MÁXIMAS



**Figure 3** — The number of maximal accelerations (2.7–10.00 m·s<sup>-2</sup> per minute, expressed per period of time (rotation) of the field during games. Periods were named for the quarter of play they occurred in, and the sequential number of the rotation in that quarter (Q1R1, Q1R2, Q2R1, Q2R2, Q3R1, Q3R2, Q4R1 and Q4R2 respectively). Closed circles are for regular season games, open circles are for finals games. Data are means ± SD. \*Denotes a small magnitude increase from regular season games; †denotes a moderate increase from regular season games; ‡denotes a large increase from regular season games and ‡‡‡a very large increase. n = 24.



# ¿Relación entre indicadores de intensidad del entrenamiento?



Las aceleraciones por minuto (n/min) son el indicador de carga externa que más relaciona con la medida de intensidad de RPE

## RPE

High-Speed Distance per minute (m/min)	0.255	0.213-0.296	<0.001
Impacts per minute (n/min)	0.232	0.189-0.274	<0.001
Accelerations per minute (n/min)	0.297	0.256-0.337	<0.001





minimax

*Catapult.*

**Ventaja con respecto a distancias recorridas, tiene en cuenta saltos, aceleraciones y deceleraciones...**

The whole body movements of practice and competition were expressed as the accumulated load. This estimate of physical demand combines the instantaneous rate of change in acceleration in three planes of body movement: up/down (z), side/side (y) and forward/backward (x) according to the formula:

$$Load = \sqrt{((Ac1_n - Ac1_{n-1})^2 + (Ac2_n - Ac2_{n-1})^2 + (Ac3_n - Ac3_{n-1})^2)}$$

where  $Ac1$ ,  $Ac2$  and  $Ac3$  are the orthogonal components of acceleration measured from the triaxial accelerometer directions at 100 Hz. To reduce the value for ease of use, the resultant was multiplied by a scaling factor of 0.01, so it is representative of a 1/100-s summation. These values are then accumulated over the length of the drill to obtain the total physical demand. This unit of quantification, reported

El Accumulated Player Load es una medida del esfuerzo realizado utilizada recientemente en el control del entrenamiento de la élite de algunos deportes ([technical note www.catapultinnovations.es](http://www.catapultinnovations.es)).

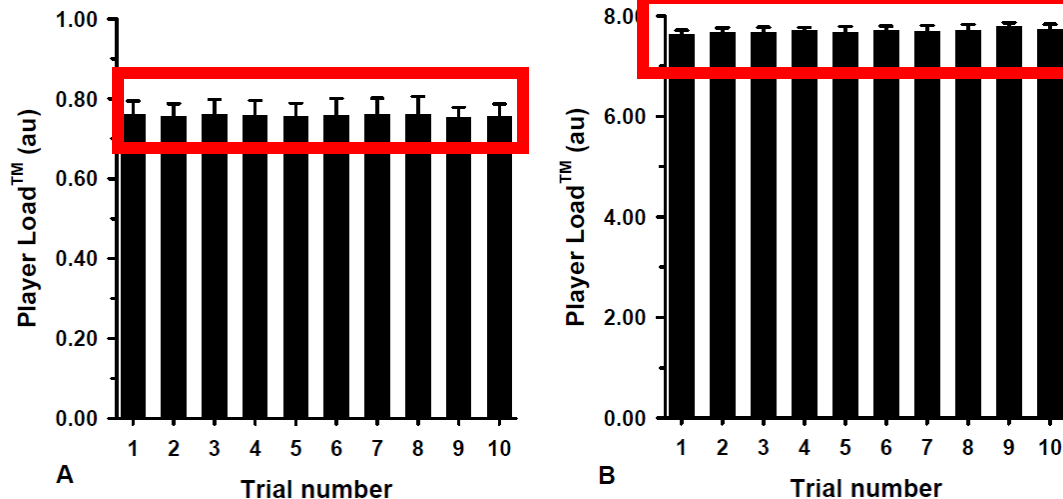
# ORIGINAL INVESTIGATIONS

International Journal of Sports Physiology and Performance, 2011, 6, 311-321  
© 2011 Human Kinetics, Inc.

## The Reliability of MinimaxX Accelerometers for Measuring Physical Activity in Australian Football

Luke J. Boyd, Kevin Ball, and Robert J. Aughey

↑  
FIABILIDAD  
INTRADISPOSITIVO

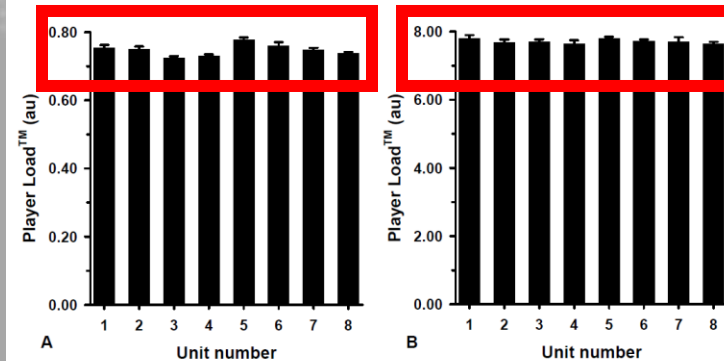


**Figure 2** — Raw Player load values (square root of the sum of the squared instantaneous rate of change in acceleration in each of the three vectors, divided by 100). (A) Within device—shaken at 0.5 g for 10 trials of 10 s. (B) Within device—shaken at 3.0 g for 10 trials of 10 s.

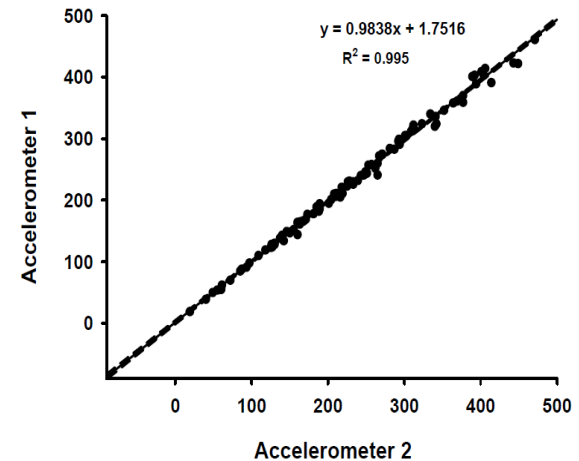
**Table 1** Summary of reliability results expressed as the mean and SD of raw data from all trials

	Mean	SD	TE	Lower 90% CI	Upper 90% CI	CV%
Static (within device)	0.062	0.07	0.055	0.046	0.069	1.01
Static (between device)	0.062	0.05	0.065	0.055	0.081	1.10
Dynamic 0.5 g (within device)	0.748	0.019	0.007	0.006	0.008	0.91
Dynamic 0.5 g (between device)	0.748	0.007	0.008	0.007	0.009	1.04
Dynamic 3.0 g (within device)	7.698	0.090	0.081	0.070	0.098	1.05
Dynamic 3.0 g (between device)	7.698	0.080	0.079	0.068	0.095	1.02
Sports specific (between devices)	227.692	101.246	5.064	4.497	5.841	1.94

Note. TE = technical error; CI = confidence interval; CV% = coefficient of variation.



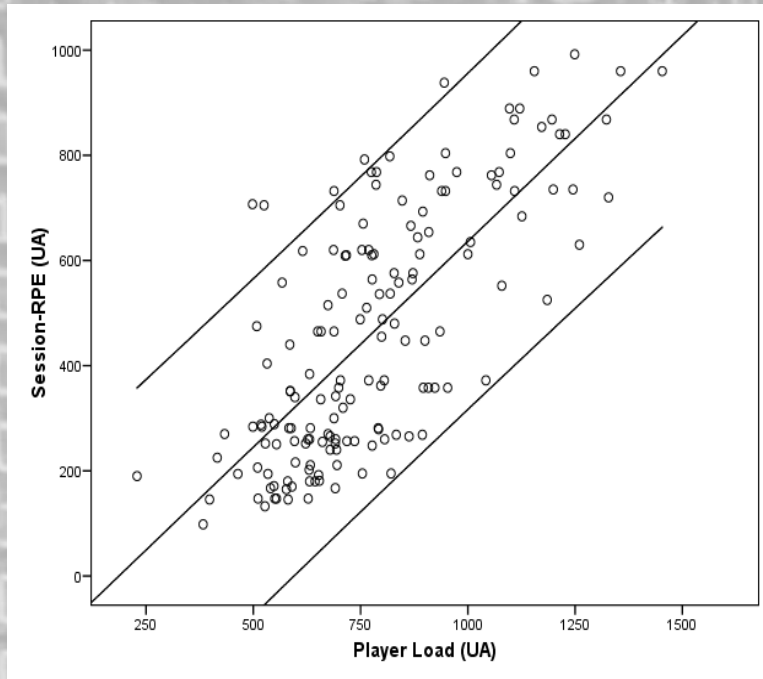
**Figure 1** — Raw Player load values (square root of the sum of the squared instantaneous rate of change in acceleration in each of the three vectors, divided by 100). (A) Between device—shaken at 0.5 g for 10 trials of 10 s. (B) Between device—shaken at 3.0 g for 10 trials of 10 s.



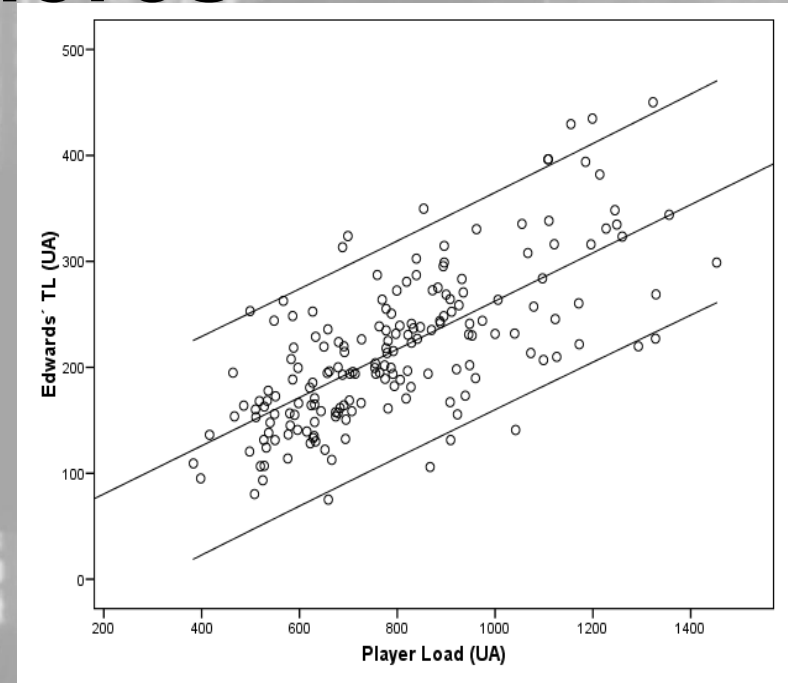
**Figure 3** — The relationship between two accelerometers placed on the same player during AF matches. The solid line is a line of best fit, hatched lines represent 95% confidence limits; the slope of the line is also given in text. n = 104.



# Relación Player Load-otros indicadores



**Figura 2.** Relación entre la carga de entrenamiento utilizando el método Sesión-RPE y el Player Load de los 210 registros realizados ( $r = 0.74$ ;  $p < 0.01$ ).

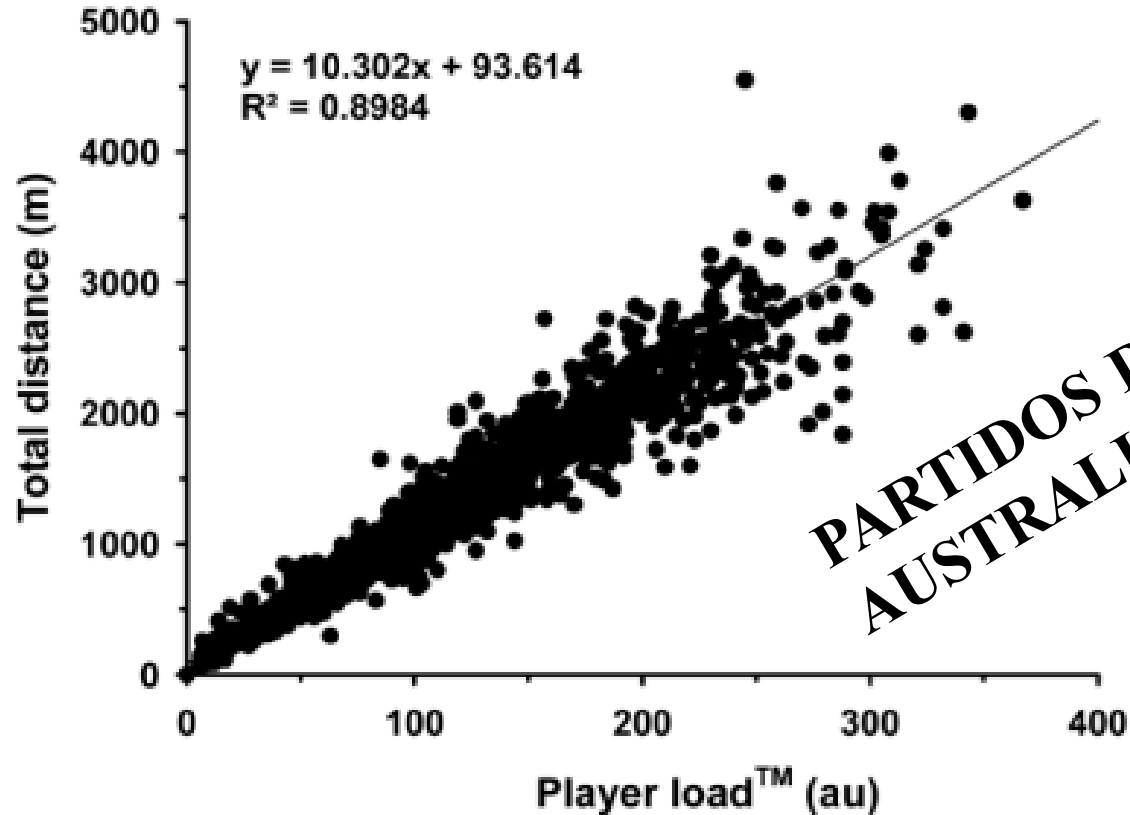


**Figura 1.** Relación entre la carga de entrenamiento utilizando el método Edwards' TL y el Player Load de los 210 registros realizados ( $r = 0.70$ ;  $p < 0.01$ ).

Player Load	Método Sesión RPE	Método Edwards'
	,739(**)	,704(**)



# Relación Player Load-otros indicadores

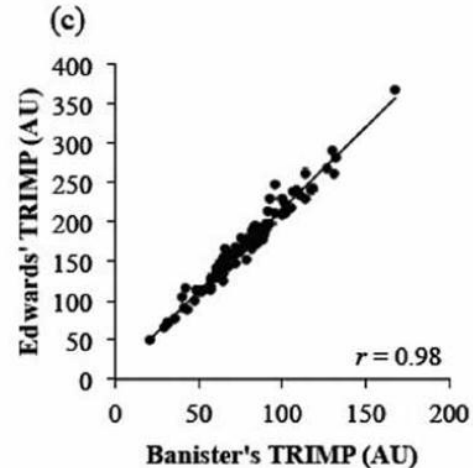
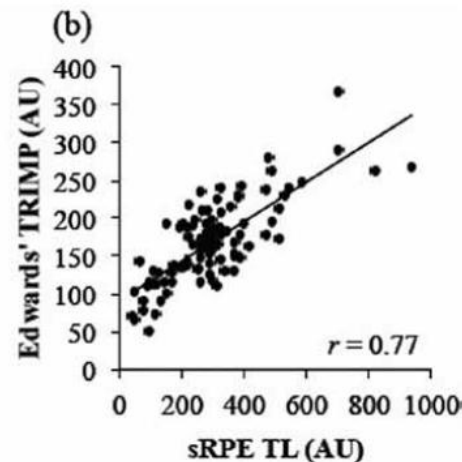
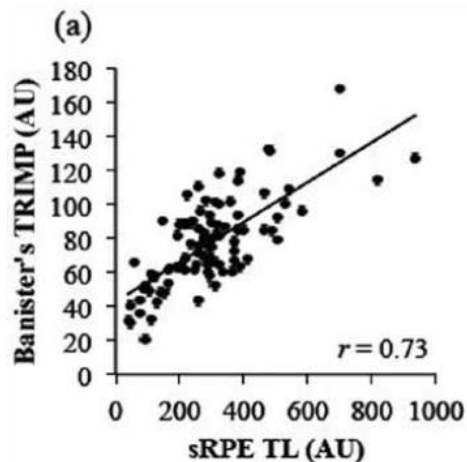


**Figure 3** — The relationship between total distance and a modified vector magnitude<sup>58</sup> in elite Australian football players (Aughey and Boyd, unpublished observations).

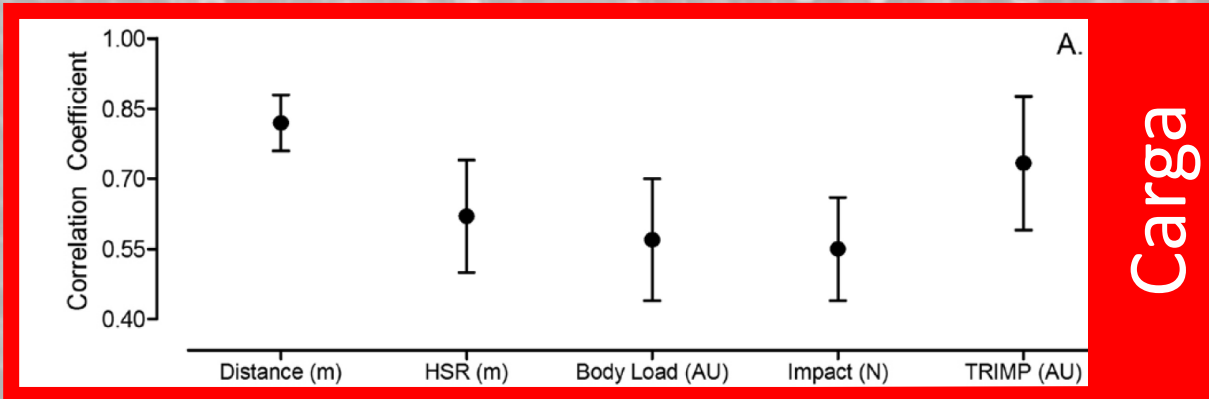
# ¿Qué tengo que monitorizar?

**Table 4 Correlation Coefficients (95% Confidence Intervals) Between Measures of Internal and External Training Load**

External training load	Internal Training Load		
	sRPE training load	Banister's training impulse	Edwards' training impulse
Total distance	.80 (.72–.86)	.73 (.62–.81)	.78 (.68–.84)
Low-speed activity distance	.80 (.71–.86)	.72 (.61–.81)	.77 (.67–.84)
Low-speed activity time	.78 (.69–.85)	.71 (.64–.84)	.77 (.68–.84)
High-speed running distance	.65 (.51–.75)	.58 (.43–.70)	.62 (.48–.73)
High-speed running time	.67 (.54–.77)	.58 (.44–.70)	.63 (.50–.74)
Very-high-speed-running distance	.43 (.26–.58)	.40 (.22–.55)	.41 (.23–.57)
Very-high-speed-running time	.46 (.29–.60)	.40 (.22–.56)	.42 (.24–.57)
Player load	.84 (.77–.89)	.73 (.62–.81)	.80 (.71–.86)



# Relación entre diferentes indicadores de carga



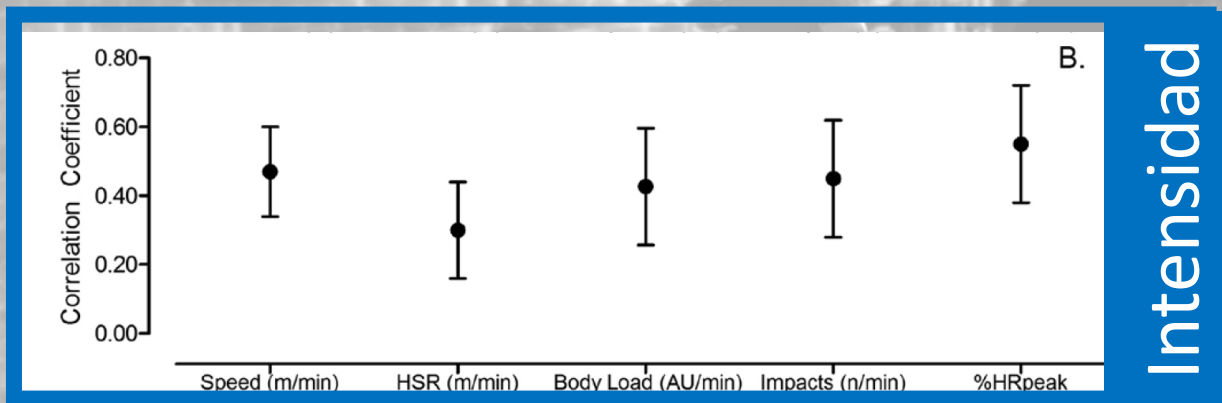
Carga

Clasificación	Descripción
0	Recuperación
1	Sumamente fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Algo duro
5	Duro
6	
7	Muy duro
8	
9	
10	Máximo



62.4% of the adjusted variance in sRPE-TL could be explained by diferentes TL measures

$$(y = 37.21 + 0.93 \text{ distance} - 0.39 \text{ impacts} + 0.18 \text{ body load} + 0.03 \text{ training impulse})$$



Intensidad

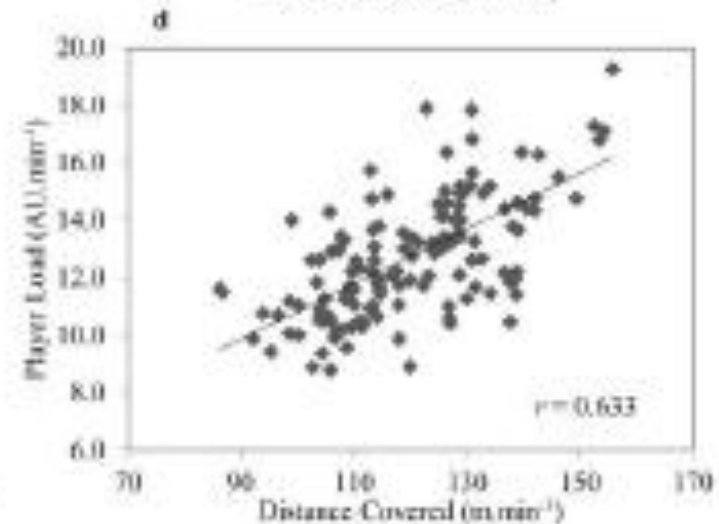
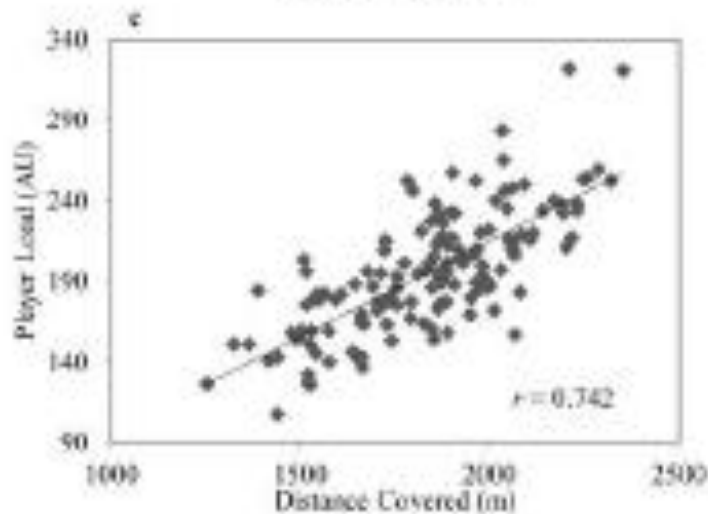
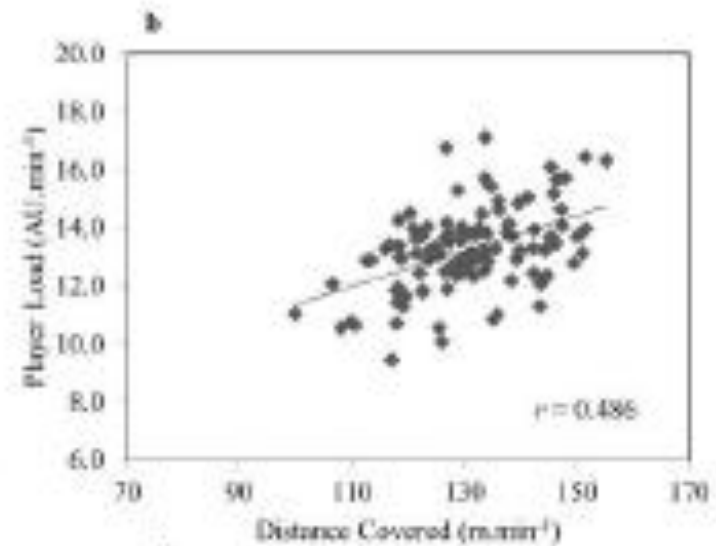
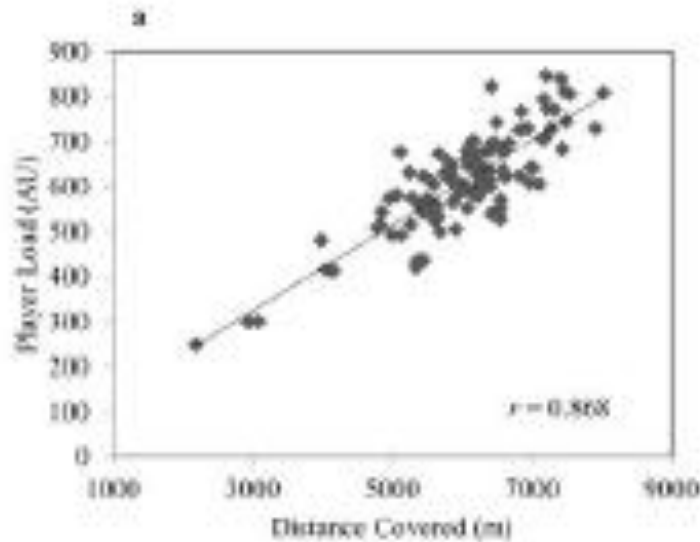
Clasificación	Descripción
0	Recuperación
1	Sumamente fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Algo duro
5	Duro
6	
7	Muy duro
8	
9	
10	Máximo

35.2% of the adjusted variance in sRPE could be explained by diferente exercise-intensity measures

$$(y = -0.01 + 0.37\%HRpeak + 0.10 \text{ impacts/min} + 0.17 \text{ m/min} + 0.09 \text{ body load/min})$$

# Validez del indicador Player Load en hockey

Competición



Entrenamiento



# Nuevo indicador de carga/intensidad



*Player load (AU)*

*Distancia recorrida (m)*

**Media**

$$\frac{100 (AU)}{1000 (m)}$$

Nos indica como se ha acumulado el Player Load



Cuanta no carrera se ha realizado

**Table 1** Mean  $\pm$  SD time-motion data for the four positional groups in hockey competition (Striker - STR, n = 36; Defensive Midfield - DMF, n = 21; Defenders - DEF, n = 28). Correlational data between

	Duration <i>min:s</i>	Absolute			Load/Distance <i>AU.m<sup>-1</sup></i>
		Distance <i>m</i>	Load <i>AU</i>	Correlation <i>r</i>	
STR	41:57 $\pm$ 5:23	5409 $\pm$ 689	577 $\pm$ 67	0.694	0.107 $\pm$ 0.010
AMF	45:14 $\pm$ 7:11	6156 $\pm$ 1055 <sup>a</sup>	624 $\pm$ 130	0.863	0.101 $\pm$ 0.011 <sup>a</sup>
DMF	47:08 $\pm$ 4:36 <sup>a</sup>	6428 $\pm$ 656 <sup>a</sup>	602 $\pm$ 61	0.808	0.094 $\pm$ 0.006 <sup>ab</sup>
DEF	52:04 $\pm$ 7:12 <sup>abc</sup>	6257 $\pm$ 909 <sup>a</sup>	649 $\pm$ 114	0.863	0.104 $\pm$ 0.009 <sup>c</sup>
All Players	46:49 $\pm$ 7:17	6095 $\pm$ 938	617 $\pm$ 106	0.868	0.102 $\pm$ 0.010

# La potencia metabólica

LA DISTANCIA RECORRIDA A ALTA VELOCIDAD HA SIDO SUGERIDA COMO UNA MEDIDA VÁLIDA DEL RENDIMIENTO FÍSICO

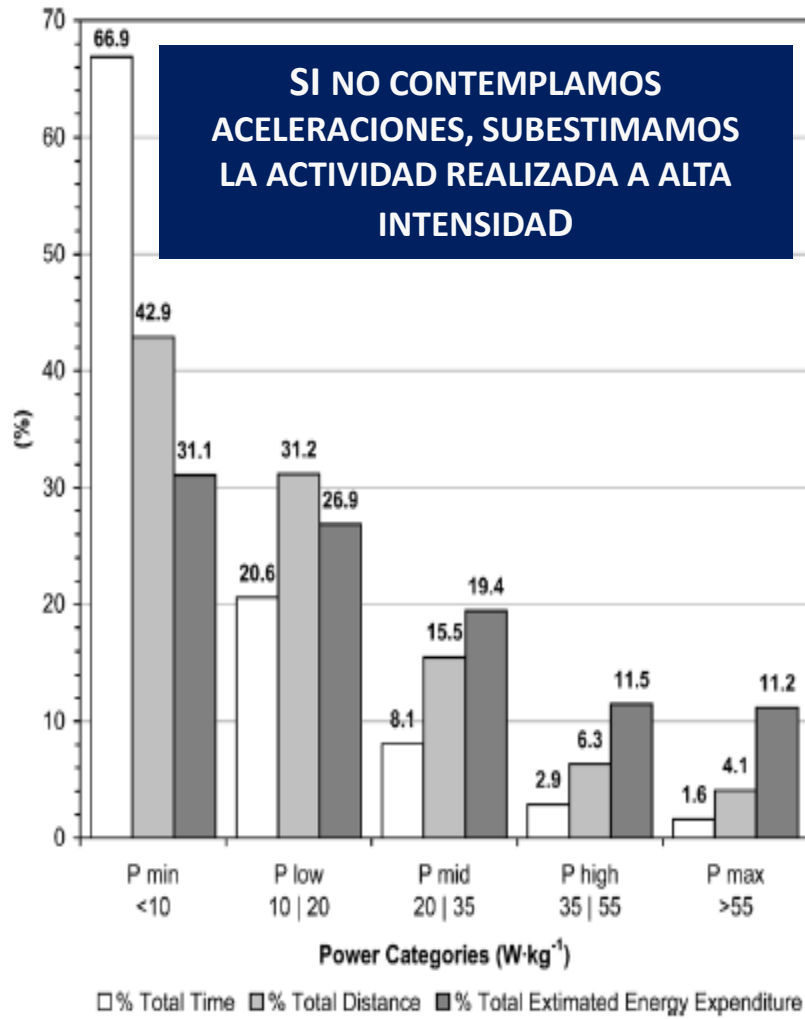
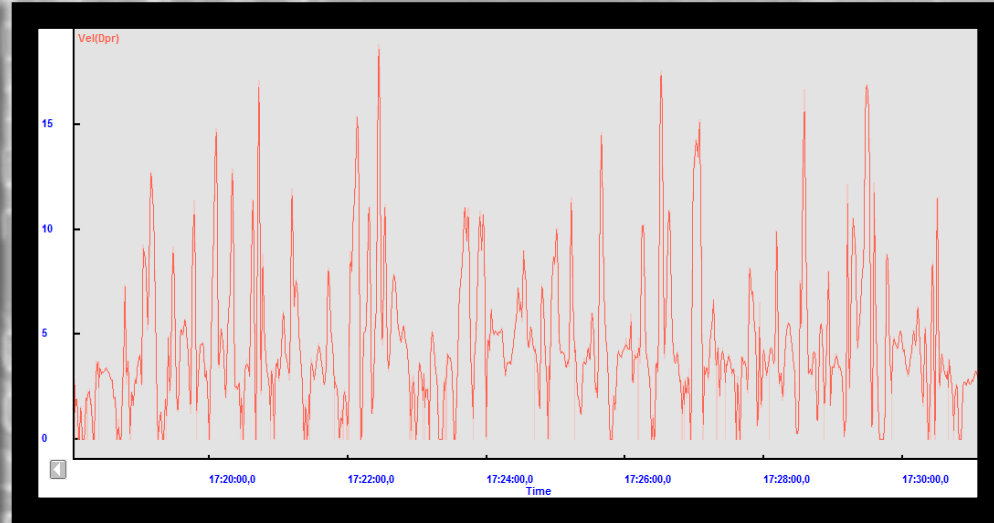


FIGURE 4—*T*, *D*, and *EEE* (%) during the entire match in each power category.

Osgnach et al. (2009)

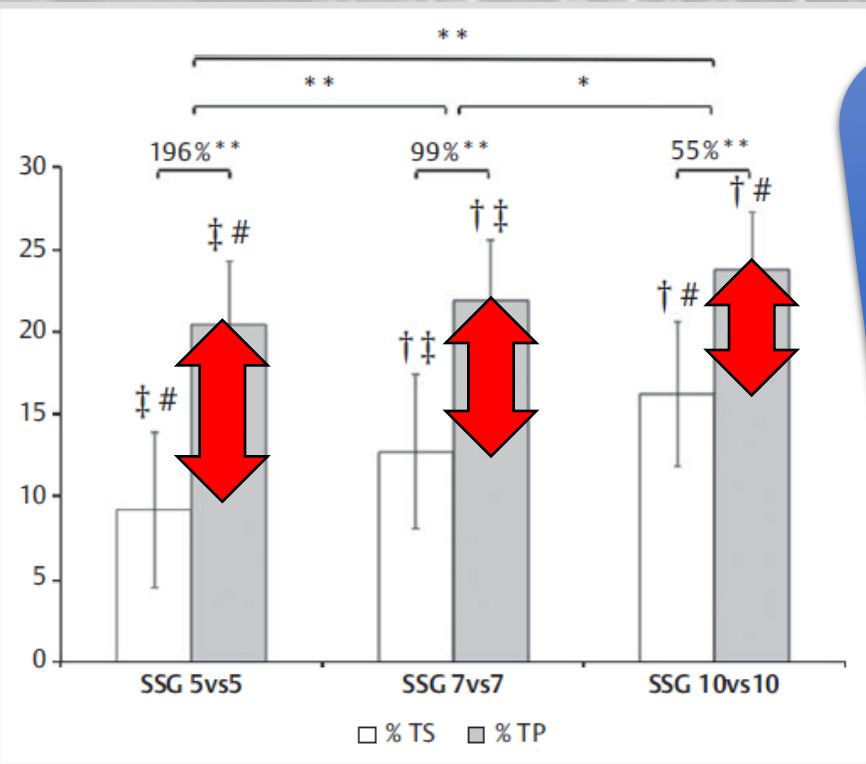
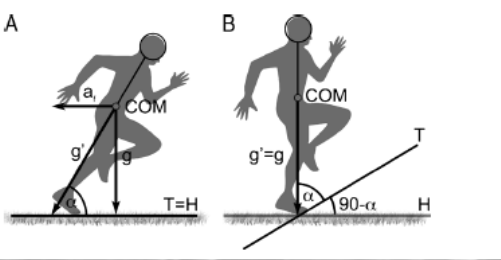


## Metabolic Power Definitions

Peak Meta. Power ( $W/kg$ )	$P = ECv$ **Peak = Instantaneous Metabolic Power
Meta. Energy ( $J/kg$ )	$EC = ES \times EM$
Meta. Energy ( $Cal/kg$ )	$EC = ES \times EM$
Estimated Dist	$ED = \frac{W}{ECcKT}$
Equivalent Distance Index (EDI)	$EDI = ED / \text{Odometer}$
<b>Meta. Power Banded Parameters</b>	
Banded Time	Total time spent in each band
Banded Time %	Time % spent in each band
Banded Efforts	Number of efforts per band
Banded Avg Power	Average power output split by band

Where:  $P$  = Power,  $EC$  = Energy Coast,  $v$  = velocity,  $ES$  = Equivalent Slope,  $EM$  = Equivalent Mass,  $ED$  = estimated distance,  $W$  = total energy expenditure ( $J \cdot kg^{-1}$ )  $EDI$  = equivalent distance index,  $Odometer$  = Total distance,  $KT$  = constant 1.29 to factor for grass terrain

# La potencia metabólica



**Fig. 1** Distance covered at high speed (TS) and high metabolic power (TP) expressed as percentage of total distance covered during the 3 different SSGs. (Mean  $\pm$  SD and percentage change). † Significant difference from the same parameter in 5vs5 SSG ( $p < 0.01$ ); # Significant difference from the same parameter in 7vs7 SSG ( $p < 0.01$ ); ‡ Significant difference from the same parameter in 10vs10 SSG ( $p < 0.001$ ); \* Significant differences between the indicated parameters or drills ( $p < 0.01$ ). \*\* Significant differences between the indicated parameters or drills ( $p < 0.001$ ).

Mayores diferencias entre formas de calcular *alta intensidad* cuando se juega con menos jugadores y el espacio relativo y absoluto es menor

**Table 1** Characteristics of the 3 small-sided games (SSGs).

Drill	Duration (min)	Pitch dimension (m)	Pitch area (m <sup>2</sup> )	Area per player (m <sup>2</sup> )
SSG 5vs5	5	30×30	900	75
SSG 7vs7	8	45×35	1575	98
SSG 10vs10	14	66×45	2970	135

Gaudino, P., Iaia, F.M., Alberti, G., Hawkins, R.D., Strudwick, A.J., & Gregson, W. (2013). Systematic Bias between Running Speed and Metabolic Power Data in Elite Soccer Players: Influence of Drill Type. *International Journal of Sports Medicine*, ahead of print

# ¿Qué tengo que monitorizar?

Baja o moderada correlación entre indicadores de carga externa, y entre indicadores de carga interna y externa

Carga externa

Distancia recorrida  
Player load

Distancia recorrida HI  
Nº esfuerzos HI

Nº aceleraciones y  
deceleraciones

Carga interna

Tiempo >90% FCmáx

**Recoger tanta información como sea necesaria, y tan poca como sea posible**

Casamichan, J. (2015) Relationship between indicators of intensity in small-sided soccer. Journal of Human Kinetics, (accepted).



# Y además otros sensores

**catapult.**

SISTEMA DEPORTES EDUCACIÓN CLIENTELA MEDIA ESTUDIO ACERCA CONTACTO



CONTACTO

**catapult.**

## EL ANÁLISIS DE MOVIMIENTO INERCIAL

IMA es lo que diferencia a Catapult de cualquier otra forma de monitoreo de atletas.

Es un algoritmo científico que elimina los errores inherentes de los sensores de inercia. Los acelerómetros, giroscopios y magnetómetros miden la fuerza, la dirección e inclinación, pero esta información así pura, no es relativa al atleta.

El IMA remueve la fuerza de gravedad con un filtro de Kalman avanzado que te ofrece información precisa y validada de las aceleraciones, las desaceleraciones, los cambios de dirección y los saltos (altura y frecuencia).

Si tus atletas se mueven como robots de A hasta B, entonces lo que necesitas es un GPS.

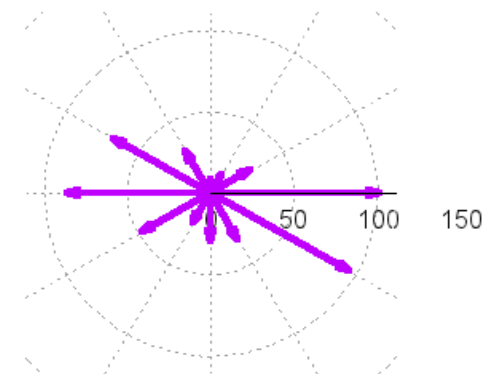
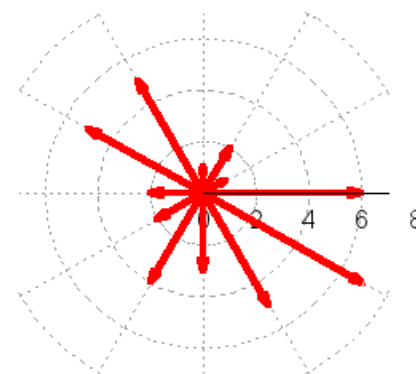
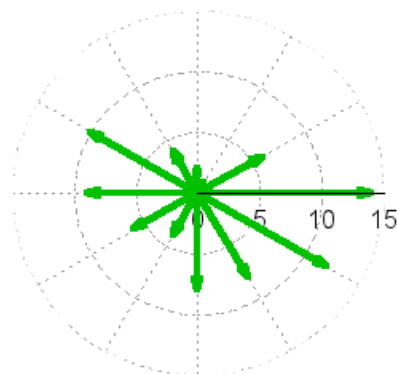
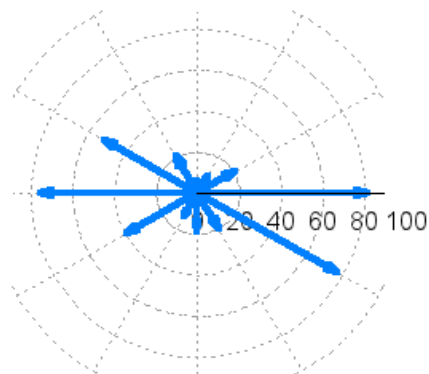
Si de verdad te importa monitorear el rendimiento, el IMA es la única herramienta de micro-movimientos científicamente validada.

Low Intensity (434)

Medium Intensity (84)

High Intensity (43)

All Efforts (561)



# Y además indoor...

**Catapult.**

SISTEMA DEPORTES EDUCACIÓN CLIENTELA MEDIA ESTUDIO ACERCA CONTACTO



DENTRO

**Catapult.**

## OPTIMEYE T5

**Sistema inalámbrico de posicionamiento local de alta precisión.**

ClearSky es todo lo que Catapult ha evolucionado en análisis de atletas, llevado a ambientes cerrados.

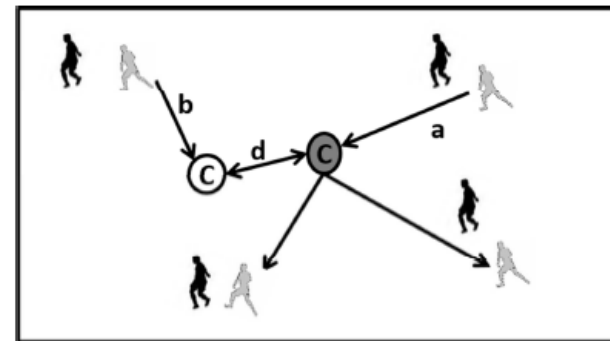
Sin la necesidad de recepción satelital como los monitores basados en GPS, ClearSky utiliza multilateración con satélites portables, llamados nodos, dentro de un estadio.

Fue desarrollado en conjunto con la Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, CSIRO) y es el ganador del Premio a la Excelencia en Ingeniería Australiana 2013.

ClearSky es versátil y es el epitome en rastreo con precisión.



# Y además análisis táctico...



# Mensajes para llevarme a casa...

Ten en cuenta el objetivo de la monitorización

Selecciona variables relevantes de control

Take it easy!

Importancia de la carga acumulada (3 semanas)

Importancia de los cambios semanales

**RECUERDA**

¿Cuánto debemos sprintar a la semana?

¿Cuánto debemos correr en pretemporada?

¿Cuánto debemos acelerar el día de partido?

¿Cuánto debemos correr para tener “estado optimizado” de preparación?

**Establecer relaciones causa-efecto**



# MUCHAS GRACIAS POR VUESTRA ATENCIÓN



David Casamichana Gómez



[@DavidCasamichan](https://twitter.com/DavidCasamichan)



[davidcasamichana@gmail.com](mailto:davidcasamichana@gmail.com)