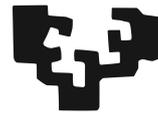




Jarduera Fisikoaren eta  
Kirolaren Zientzien Fakultatea  
Facultad de Ciencias de la  
Actividad Física y del Deporte

eman ta zabal zazu



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**CUANTIFICACIÓN DE  
LA CARGA INTERNA  
EN JÓVENES  
FUTBOLISTAS DE  
ÉLITE**

2014-2015

JON CIAURRI LERCHUNDI  
jciaurri001@ehu.es

Director: Javier Orbañanos

# *Cuantificación de la carga interna en jóvenes futbolistas de élite*



## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>4</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
ESTUDIOS PRECEDENTES.....	9
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>10</b>
<b>MÉTODOS</b> .....	<b>11</b>
PARTICIPANTES.....	11
ESTRUCTURA DEL MICROCILO Y DE LA SESIÓN .....	12
PROCEDIMIENTO .....	13
ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	14
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>15</b>
<b>DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b> .....	<b>17</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>18</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>19</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>21</b>

## RESUMEN

**Objetivo:** El objetivo de este estudio es analizar los diferentes métodos existentes para la cuantificación de la carga interna (CI) en el fútbol y estudiar las diferencias existentes en la CI en jóvenes jugadores élite de fútbol dependiendo de las características de las sesiones, equipo y puestos. **Métodos:** Se obtuvo la carga percibida, y la frecuencia cardiaca de 36 jóvenes jugadores élite ( $18,87 \pm 1,24$  años, masa:  $70,81 \pm 5,62$  kg) de las sesiones de entrenamiento realizadas durante tres semanas. **Resultados:** Las correlación encontrada entre el método de Edwards-TL y Stagno-TL fue de  $r=0,921 \pm 0,126$  entre Edwards-TL y el método de Foster  $r=0,47 \pm 0,343$  y entre el método de Stagno-TL y el método de Foster fue de  $r=0,451 \pm 0,386$ . Los distintos indicadores, sRPE, Edwards-TL y Stagno-TL describen una CI similar en los diferentes tipos de sesión analizadas (Recuperación, Simulación, Resistencia, Fuerza y Velocidad) aunque no siempre coincidían. Siendo la sesión denominada Resistencia la que acumulaba más CI ( $172,68 \pm 47,87$ ;  $76,01 \pm 28,62$  y  $445,49 \pm 115,02$  AU; Edwards-TL, Stagno-TL y Foster respectivamente). No se encontraron diferencias significativas en la CI dependiendo de los puestos jugadores, y solo se encontraron diferencias significativas entre los jugadores más veteranos y jóvenes en la carga percibida. **Conclusiones:** Los diferentes tipos de sesión suponen una CI diferente para los jugadores. Las diferencias existentes entre los tipos de sesión varían dependiendo del método de cuantificación utilizado. Los indicadores de CI basados en la FC y en la carga percibida no siempre pueden ser intercambiables y pueden aportar información distinta a los técnicos.

**Palabras Clave:** Carga interna, frecuencia cardiaca, carga percibida, fútbol, TRIMP, cuantificación

## **INTRODUCCIÓN**

El entrenamiento deportivo consiste en ejercitarse sistemáticamente para mejorar las capacidades involucradas en el rendimiento del deporte que se practica. Los efectos del entrenamiento están basados en los cambios que se dan en el organismo y dependen de la naturaleza, intensidad y duración de los ejercicios (Virus & Virus, 2000). Siendo el producto de la intensidad y el volumen el concepto definido como “Carga de Entrenamiento” (Impellizzeri et al., 2004). La carga de entrenamiento puede determinarse como carga externa: entrenamiento completado por el atleta medido en valores mecánicos y temporales generalmente (tiempo, distancia y potencia, por ejemplo) o carga interna (CI): definida como la respuesta que da el atleta a la carga externa realizada; mediada habitualmente en frecuencia cardíaca, esfuerzo percibido y lactato en sangre, por ejemplo (Wallace, Slattery & Coutts, 2014). Conocer la Carga de Entrenamiento resulta útil para determinar las adaptaciones del deportista al entrenamiento, entender los cambios en el rendimiento y para minimizar el riesgo de sobentrenamiento o lesión (Halson, 2014). La monitorización de la carga de entrenamiento resulta importante también para la periodización y ajuste del entrenamiento en el fútbol (Akubat, Patel, Barret & Abt 2012) y para asegurar que cada futbolista recibe el estímulo adecuado (Impellizzeri et al., 2004 y Los Arcos, Rey, Izcue & Irigoyen., 2013).

## **MARCO TEÓRICO**

Dentro de los diversos métodos e instrumentos que existen para cuantificar la carga interna de entrenamiento, bien es sabido que los medidores de frecuencia cardíaca resultan buenos indicadores para los deportes de resistencia debido a su relación lineal con el consumo de oxígeno (Hopkins, 1991 y Achten & Jeukendrup., 2003). De este hecho surgió la propuesta de Banister y col. (1991) dentro los denominados métodos *Training impulse (TRIMP)* de cuantificación de carga interna; en los que basándose en la frecuencia cardíaca media obtenida a lo largo de la sesión y teniendo en cuenta factores como la frecuencia cardíaca máxima, frecuencia cardíaca en reposo y sexo, se estimaba un valor numérico de carga de entrenamiento interna (Borresen & Lambert, 2009). Diferenciado de los modelos TRIMP por Borresen y Lambert (Borresen &

Lambert, 2008), existe también el modelo denominados Sumatorio de zonas de frecuencia cardiaca propuesto por Edwards en 1993, en el que calculando el tiempo acumulado en las 5 zonas determinadas en base a la frecuencia cardiaca máxima (50–60%, 60–70%, 70–80%, 80–90% y 90–100%) multiplicando ese tiempo por el valor ponderal arbitrario asignado a cada zona (50–60% = 1, 60–70% = 2, 70–80% = 3, 80–90% = 4 y 90–100% = 5) y sumando los productos se obtiene la carga interna. Más tarde este modelo fue modificado por Lucia col. (2003) y fue definido como *Lucia's TRIMP* por Impellezzeri y col (2004) (Borresen & Lambert, 2009). En este método a diferencia del de Edwards se definieron tres zonas en vez de 5 y estaban basadas en los umbrales ventilatorios obtenidos en pruebas de laboratorio (Impellizzeri et al., 2004). Años más tarde en un intento de disminuir las limitaciones de los anteriores métodos Stagno y col. (2007) propusieron el método denominado TRIMPmod para deportes intermitentes. Alegando que los modelos de valores arbitrarios seguían una progresión lineal que no correspondía a las respuestas y demandas fisiológicas ante los estímulos anaeróbicos. También propusieron ajustar las zonas en base a lo que denominaron los dos puntos de ruptura comunes (LT1 y OBLA) basándose en la curva de respuesta láctica ante el aumento de la intensidad del ejercicio; obtenidas después de realizar test incrementales en laboratorio; establecidos en 1,5 y 4mm·l<sup>-1</sup> respectivamente con la intención de reflejar la respuestas fisiológicas de cada sujeto. Obteniendo un valor ponderal=  $0,1225^{e^{3,9434x}}$  y 5 zonas en base a la frecuencia cardiaca máxima (65-71%, 72-78%, 79-85%, 86-92% y 93-100%) con los correspondientes valores ponderales (1,25;1,71;2,54;3,61 y 5,16) (Stagno, Thatcher & Van Someren, 2007).

**Figura I:** Zonas y valores ponderales TRIMPmod

Zone	% Maximal heart rate	Weighting	Training Type
5	93–100	5.16	Maximal training
4	86–92	3.61	OBLA training
3	79–85	2.54	Steady-state training
2	72–78	1.71	Lactate threshold training
1	65–71	1.25	Moderate activity

Otro método popular para cuantificar la carga interna está basado en la escala subjetiva de percepción de la intensidad del esfuerzo propuesta por Borg en 1962, en la que se entendía que el atleta puede reconocer el estrés fisiológico experimentado en su cuerpo a lo largo de la sesión (Borresen & Lambert, 2009) . Más tarde esta escala del 1 al 20 fue ligeramente modificada por Foster y col. (2001). En esta nueva escala el rango abarcaba del 1 al 10 y los descriptores fueron modificadas del inglés británico al inglés americano con el objetivo de hacer más fácil su comprensión. El valor de la carga se obtenía del producto del valor dado en la escala por el deportista 30 minutos después de realizar la sesión y el tiempo total de la sesión (Foster et al., 2001). Este método de cuantificación de la carga es muy popular y ampliamente utilizado por los profesionales (Borresen & Lambert, 2009) y lo veremos denominado como sRPE en muchas ocasiones (Impellizzeri et al. 2004, Los Arcos et al. 2013)

**Figura II:** Escala de percepción subjetiva del esfuerzo propuesta por Foster y col (2001)

Rating	Descriptor
0	Rest
1	Very, Very Easy
2	Easy
3	Moderate
4	Somewhat Hard
5	Hard
6	.
7	Very Hard
8	.
9	.
10	Maximal

En los deportes de equipo como el fútbol, debido al alto coste que suponen los dispositivos telemétricos, las normativas que prohíben el uso de los mismos en las competiciones oficiales, la necesidad de conocimientos técnicos y el tiempo requerido para recoger y procesar los datos, son pocos los clubs que cuantifiquen la carga en base

a la frecuencia cardiaca (Impellizzeri et al., 2004). Con el objetivo de atajar este problema Impellizzeri y col. (2004) validaron el método propuesto por Foster y col. (2001) para cuantificar la carga interna en el fútbol encontrando una correlación entre ( $r=0,50$  y  $r=0,77$ ) para la propuesta de Foster y col. (2001) y el método Banister (1991), ( $r=0,54$  y  $r=0,78$ ) para la propuesta de Foster y col. (2001) y el método de Edwards (1993) y entre ( $r=50$  y  $r=77$ ) para la propuesta de Foster y col. (2001) y el método Lucia y col. (2003) (Impellizzeri et al., 2004). En 2012, Akubat y col. (2012) cuestionaron dichos métodos al entender que presentaban ciertas limitaciones, alegando la arbitrariedad tanto de las franjas como de los valores arbitrario propuestos por Edwards (1993) y la ausencia de relación de dicho método con los cambios en la condición física al igual que indicaron en el caso de Stagno y col. (2007); por otro lado mencionaron la no individualización de los valores ponderales del modelo de Stagno y col. (2007). Por lo tanto pusieron en cuestión la validez de la medición de la carga interna a partir de la propuesta de Foster y col. (2001) validada en base a los métodos anteriormente expuestos y haciendo referencia a los resultados de (Gabbett & Domrow, 2007) en los que no se encontró relación entre el esfuerzo percibido de la sesión y el estado de forma. (Akubat et al., 2012). Ante estas limitaciones propusieron el método de Manzi y col (2009), estudio que se realizó en 8 atletas recreacionales de larga distancia, denominado por Akubat y col (2009) iTRIMP como método de cuantificación de la carga interna en el fútbol. Ya que este método se basaba en valores de ponderación individuales obtenidos después de una prueba de laboratorio (Akubat et al., 2012)

Sin embargo este método también presenta ciertas limitaciones como apuntan en su propio estudio. El pequeño tamaño de la muestra tanto del estudio de Manzi y col. (2009) realizado con 8 jugadores y la muestra de Akubat y col. (2012) de 14 sujetos que fue reducida a 9 debido a incidencias técnicas, la dificultad de valorar la mejora en el rendimiento de un deporte multifactorial como el fútbol, la inespecificidad de las pruebas de laboratorio y la cuestionada validez de mediciones de lactato sangre para cuantificar los cambios en la condición física (Akubat et al., 2012) son algunas de ellas. A todo ello hay que sumar la variabilidad diaria que según diferentes estudios es de aproximadamente 3 o 6 latidos por minuto,  $<4,1\%$  o  $<6,5\%$  (Achten & Jeukendrup., 2003; Lambert, Mbambo & Gibson., 1998 y Bagger, Petersen & Pedersen., 2003). Además del estado de hidratación, factores ambientales como la temperatura y la altura

(Achten & Jeukendrup., 2003), la necesidad de estar constantemente haciendo pruebas de laboratorio con el coste económico y el consumo de tiempo que conlleva. Sin olvidarnos de los posibles fallos técnicos o pérdida de información que pueden surgir por la inestabilidad de la cinta torácica debido a los golpes, saltos agarrones y acciones a máxima intensidad que se dan en el fútbol; que pueden influir en la frecuencia cardiaca y la ausencia de validación de la frecuencia cardiaca para cuantificar ejercicios de alta intensidad y acciones neuromusculares. Por todo ellos se debe tener cierta cautela al interpretar los valores obtenidos a través de los pulsómetros a la hora de interpretar la CI de los jugadores de fútbol.

### ***Estudios precedentes***

En estudios precedentes que han analizado la carga interna en el fútbol Impellizzeri y col. (2004) en base al método de Foster y col. (2001) mostraron una carga de  $634 \pm 116$  AU los lunes,  $550 \pm 67$  AU los martes,  $453 \pm 83$  AU los miércoles y  $343 \pm 65$  AU los jueves en 19 jugadores de  $17,6 \pm 0,7$  años. Algrøy y col. (2011) mostraron una carga media semanal de 2536 AU en base al método de Foster y col. (2001) en 11 jugadores élite Noruegos. Wrigley y col. (2012) mostraron diferencias significativas en la carga interna en base al método de Foster y col. (2001) entre el tipo de sesiones y los equipos y Sub18, Sub16 y Sub 14 con una carga de  $501 \pm 38$  AU,  $347 \pm 49$  AU y  $188 \pm 11$  AU respectivamente para los entrenamientos de gimnasio; y  $2464 \pm 607$ ,  $1892 \pm 142$  y  $1643 \pm 131$  respectivamente para los entrenamientos en el terreno de juego. También encontraron diferencias significativas en las mediciones hechas en base a la frecuencia cardiaca entre los diferentes equipos. Casamichana y col. (2013) describieron una carga media por sesión de  $462,4 \pm 237,9$  AU en base al método de Foster y col. (2001) y una carga de  $216,3 \pm 72,6$  AU en base al método de Edwards (1993) en 28 jugadores semiprofesionales de  $22,9 \pm 4,2$  años. En el estudio de Los Arcos y col (2013) encontraron una carga interna de las sesiones de entrenamiento semanales media de 900AU en 19 jugadores de  $20,95 \pm 1,66$  años de la segunda división española B y una diferencia interjugador del 12.99% al 27.57%. Siendo el miércoles la sesión con más carga. Malone et al (2014) analizaron tanto la carga externa como interna durante una temporada de 30 jugadores élite de la Premier League inglesa encontrando diferencias en la carga externa y la frecuencia cardiaca media dependiendo de los puestos pero no encontraron diferencias en la carga interna medida a través de la percepción subjetiva

del esfuerzo. Por último Campos Vázquez y col. (2014) encontraron una correlación  $r=0,92$  y  $0,98$  entre el método de Edwrad's (1993) y el TRIMPmod de Stagno (2007) , una correlación  $r=0,50$  y  $r=0,87$  entre el método de Edwards (1993) y el método de sRPE (minutos por el esfuerzo percibido mediante la escala de Borg-10, 1987) y una correlación  $r=0,35$  y  $0,78$  entre el método de TRIMPmod y el método de sRPE en los diferentes tipos de sesión realizadas durante la semana. La sesión que denominaronn Circuit Training + Juegos reducidos tenía una carga de  $(226,2 \pm 37,5; 132,9 \pm 34,7$  y  $642 \pm 108,6)$  en base a los métodos de Edwards, Stgano y sRPE. Las sesiones denominadas Juegos de posesión + ejercicios técnico tácticos tienen una carga de  $(197,7 \pm 47,1; 119,6 \pm 38,6$  y  $516 \pm 178)$ . La sesiones tácticas tenían una carga de  $(166 \pm 51,4; 85,1 \pm 37,6$  y  $370,5 \pm 182)$ . Para finalizar las sesiones pre partido suponían una CI de  $(156,2 \pm 20,2; 73,6 \pm 22,3$  y  $328 \pm 82,7)$  en base a los métodos anteriormente citados.

## HIPÓTESIS

- Hipótesis 1: Los métodos de cuantificación de la carga interna aplicados al fútbol de Edwards y Stagno correlacionan entre si.
- Hipótesis 2: Los métodos de cuantificación de la CI aplicados al fútbol de Edwards Y Stagno correlacionan con la carga percibida.
- Hipótesis 3: La CI de los jugadores que realizan la sesión *Simulación* es más alta que los que realizan la sesión *Recuperación* en base a los métodos de Edwards, Stagno y carga percibida.
- Hipótesis 4: No existen diferencias significativas en la CI acumulada realizada por los jugadores dependiendo del puesto en base a los métodos de cuantificación de Edwards, Stagno y carga percibida.
- Hipótesis 5: Existen diferencias significativas en la carga interna semanal realizada entre los jugadores del C.D. Basconia y Juvenil División de Honor Nacional.

## MÉTODOS

### *Participantes*

**Tabla I:** Características de los sujetos (Media  $\pm$  DS)

Juvenil	Edad (años)	Altura (cm)	Masa (kg)	IMC
17	17,99 $\pm$ 0,56	179,12 $\pm$ 4,28	68,57 $\pm$ 5,36	21,36 $\pm$ 1,31

C.D. Basconia	Edad (años)	Altura (cm)	Masa (kg)	IMC
19	19,66 $\pm$ 1,16	179,84 $\pm$ 5,3	72,81 $\pm$ 5,19	22,52 $\pm$ 1,45

Total	Edad (años)	Altura (cm)	Masa (kg)	IMC
36	18,87 $\pm$ 1,24	179,5 $\pm$ 4,79	70,81 $\pm$ 5,62	21,97 $\pm$ 1,49

El estudio se realizó con 36 futbolistas jóvenes élite varones del Athletic Club y C.D. Basconia. Los participantes pertenecían al equipo juvenil División de Honor nacional del Athletic Club (n=17), equipo que juega en la máxima liga posible establecida para dicha categoría y al conjunto regional del C.D Basconia que juega en la tercera división Española (n=19). De los cuales 14 eran defensas, 13 centrocampistas y 9 delanteros. Los jugadores de categoría juvenil tenían 17,99  $\pm$  0,56 años, medían 179,12  $\pm$  4,28 cm, una masa de 68,57  $\pm$  5,36 kg y tenían un IMC de 21,36  $\pm$  1,31. Respecto a los integrantes del C.D Basconia los sujetos tenían 19,66  $\pm$  1,16 años, medían 179,84  $\pm$  5,3 cm, una masa de 72,81  $\pm$  5,19 kg y tenían un IMC de 22,52  $\pm$  1,145. En cuanto al total de sujetos analizados, tenían una edad de 18,87  $\pm$  1,24 años, medían 179,5  $\pm$  4,79 cm, una masa de 70,81  $\pm$  5,62 kg y tenían un IMC de 21,97  $\pm$  1,49.

Los jugadores de ambos equipos entrenan juntos con una frecuencia media de entrenamiento de 4 sesiones semanales, con una duración aproximada de 80 minutos; más un partido de competición oficial el fin de semana. Exceptuando la última sesión semanal de entrenamiento y el partido, los integrantes de ambos equipos realizan las sesiones de entrenamiento a la vez y mezclados, sin diferenciación alguna por pertenecer a un equipo o a otro.

Los datos fueron cedidos por el Athletic Club; club que gestiona tanto el equipo juvenil como el equipo regional del C.D. Basconia, cuerpo técnico y directores deportivos.

**Estructura del microciclo y de la sesión**

**Tabla II:** Estructura de la semana

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Fin de semana
<i>Recuperación</i>	<i>Simulación</i>	<i>Resistencia</i>	<i>Fuerza</i>	<i>Partido</i>
Activación	Activación	Activación	Gimnasio	Activación
Fútbol tenis	Técnica colectiva	Técnica colectiva	Calentamiento	Partido
Carrera continua (Opcional)	Juego Reducido y/o Juego Corto	Juego Reducido y/o Juego Corto	Juego Reducido y/o Juego Corto	Juego Reducido y/o Juego Corto y/o Partido y/o Llegadas y/o Jugadas de estrategia
Vuelta a la calma	Vuelta a la calma	Carrera interválica, Vuelta la calma	Vuelta a la calma	Vuelta la calma

Para este estudio se recogieron los datos de 3 semanas, durante la temporada 2014-2015, con un total de 16 sesiones de entrenamiento, comprendidas del 23/02/2015 al 12/03/2015. Las sesiones de entrenamiento estaban estructuradas de la siguiente manera: Todas ellas comenzaban en torno a las 17:20 y terminaban sobre las 18:50 y se realizaban de lunes a jueves. Se diferencian 4 tipos de sesión de entrenamiento clasificadas por el contenido. La sesión *Recuperación* se realizara el lunes por aquellos jugadores que habían jugado más de 45 minutos el fin de semana. Consta de una activación idéntica a los que realizarán la sesión *Simulación*, un fútbol tenis y en algunos casos de 10 a 20 minutos de carrera continua seguidos de una vuelta a la calma. La sesión *Simulación*; consta de una activación, seguida de una técnica colectiva, un

juego reducido y/o juego corto y por último una fase de vuelta a la calma. Los martes los jugadores realizan una sesión definida como *Resistencia* consta de una activación, juego reducido y/o corto, carrera interválica en torno a 10 o 20 minutos y una fase de vuelta a la calma. La sesión definida como *Fuerza* realizada los miércoles consta de una fase de entrenamiento de la fuerza en el gimnasio en torno a 30 o 45 minutos, una corta activación específica en el campo de fútbol de unos 10 minutos de duración, seguida de un juego reducido y/o corto y una fase de vuelta a la calma. La última sesión de la semana, *Velocidad*, se realiza los jueves en la que después de una activación se realiza un entrenamiento de la velocidad, seguido de un juego reducido y/o juego corto y/o partido de 12 a 18 jugadores y/o llegadas a la portería y/o jugadas de estrategia y una fase de vuelta a la calma.

### ***Procedimiento***

La carga interna fue medida mediante tres métodos diferentes; dos basados en la monitorización de la frecuencia cardiaca y uno basado en la percepción subjetiva del esfuerzo.

La frecuencia cardiaca durante la sesión fue medida mediante los dispositivos telemáticos (Polar Team2 Pro System, Polar Electro Oy, Kempele, Finland) con una frecuencia de muestreo de un hercio. Los valores de la percepción subjetiva del esfuerzo fueron recogidos mediante la escala de 10 puntos modificada por Foster y col (2001) al final de cada sesión. La escala fue validada por (Impellizzeri et al., 2004). La carga interna en base a la percepción subjetiva del esfuerzo fue medida mediante el método propuesto por (Foster et al., 2001) en la cual se multiplica el valor indicado por el jugador por el tiempo total de entrenamiento en minutos, exceptuando los estiramientos. La carga interna en base a la frecuencia cardiaca fue medida mediante el método propuesto por (Edwards, 1993) en la que se diferencian 5 zonas de diferente intensidad. La carga interna se obtiene de multiplicar el tiempo acumulado en cada zona por el valor asignado a cada zona (90-100% FC<sub>máx</sub> = 5, 80-90% FC<sub>máx</sub> = 2, 70-80% FC<sub>máx</sub> = 3, 60-70% FC<sub>máx</sub> = 2, 50-60% FC<sub>máx</sub> = 1). La carga medida mediante el método propuesto por (Stagno et al., 2007) se obtiene multiplicando el tiempo acumulada en las 5 zonas determinadas por los valores asignados a cada una de ellas (93-100% FC = 5.16; 86-92% FC<sub>máx</sub> = 3.61; 79-85% FC<sub>máx</sub> = 2.54; 72-78% FC<sub>máx</sub> = 1.71; 65-71% FC<sub>máx</sub> = 1.25). Para el tratamiento de la frecuencia cardiaca se utilizó el software

Microsoft. (2003). Microsoft Excel [computer software]. Redmond, Washington: Microsoft.”

En total se han analizado 576 sesiones individuales de las cuales debido a lesiones, enfermedad, descanso, y otras incidencias se han completado 367, de todas ellas se ha obtenido la carga percibida y se han extraído el archivo de la frecuencia cardiaca de 275. Todos aquellos registros de frecuencia cardiaca que presentaban algún defecto fueron eliminados del estudio.

Semanas analizadas	Sesiones analizadas	Registros EP	Sesiones registradas con frecuencia cardiaca	Registros de frecuencia cardiaca desechados
3	367	367	275	92

### ***Análisis estadístico***

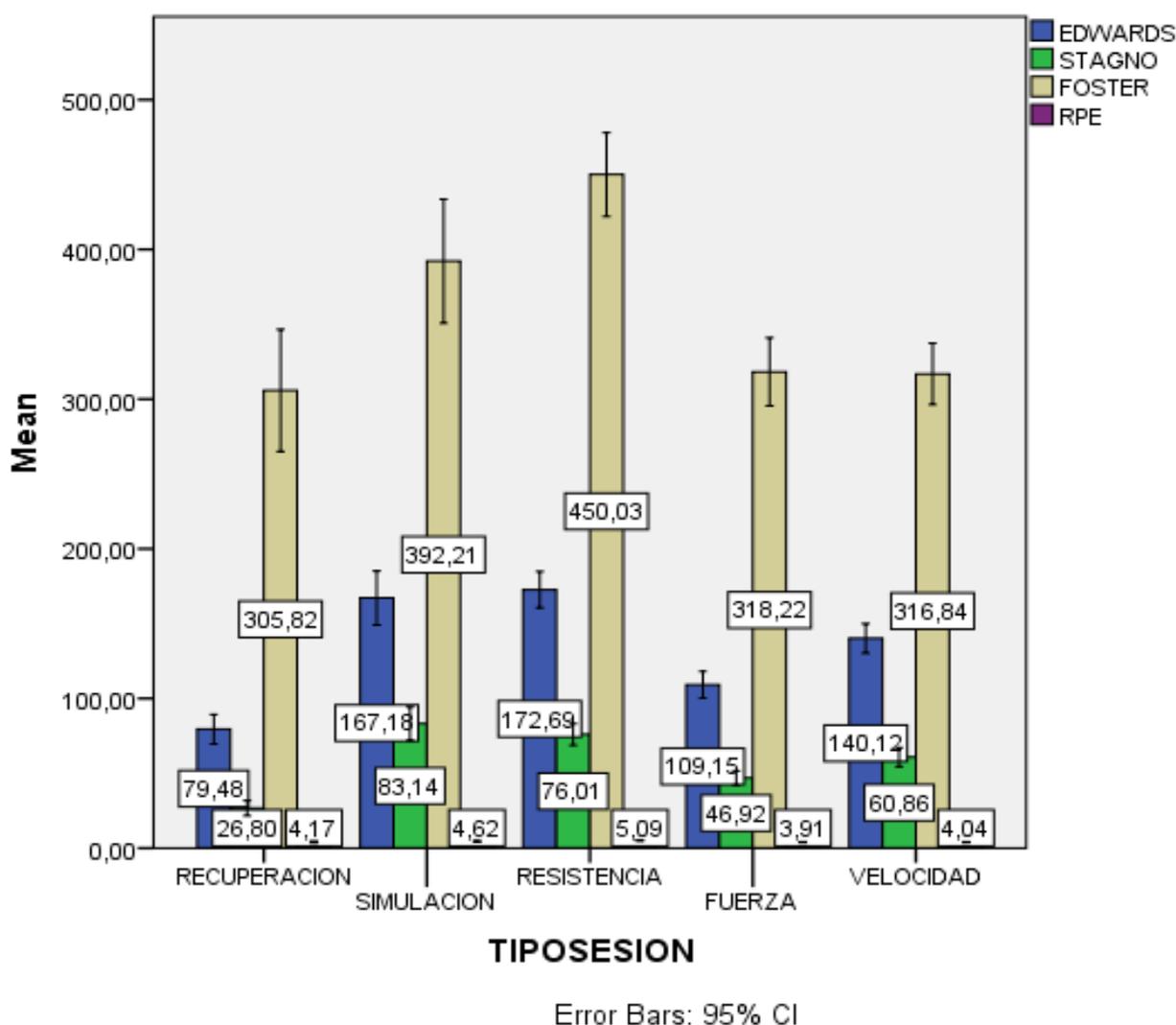
Para el análisis estadístico se ha utilizado el paquete informático IBM SPSS Statistics 20 (Chicago IL, USA). Para el cálculo de la media y la desviación estándar se usaron los métodos estadísticos estándares. Se comprobó la normalidad y homogeneidad de las varianzas de los datos mediante la prueba de Kolmogorov-Shimirnov y el estadístico de Levene. Para aquellos datos que cumplían dichas condiciones se utilizaron las pruebas paramétricas Anova y T- Student para muestras independientes. Para los datos que no satisfacían esas condiciones se utilizaron las pruebas no paramétricas de Kruskal Wallis y U de Mann Whitney. El límite superior de significación estadística se estableció en  $p < 0,05$ . Para determinar las asociaciones entre los distintos métodos se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson (r). Los datos semanales fueron calculados exclusivamente a partir de los jugadores que completaron todas las sesiones de la semana.

## RESULTADOS

La correlación individual de los jugadores entre los modelos de FC de Edwards y Stagno fue de  $r=0,921 \pm 0,126$  entre el método de Edwards y la carga percibida cuantificada mediante el método de Foster fue de  $r=0,47 \pm 0,343$  y entre el método de FC de Stagno y el método de EP de Foster fue de  $r=0,451 \pm 0,386$  (Tabla I). Lo que confirma que la hipótesis I, existiendo una concordancia entre los dos métodos basados en la frecuencia cardiaca. Sin embargo la hipótesis II no pudo ser confirmada ya que la correlación entre los modelos de FC y carga percibida fue inferior ( $r=0,47 \pm 0,343$ ) entre el método de Edwards y Foster y ( $r=0,451 \pm 0,386$ ) entre el método de Stagno y Foster.

Tras las sesiones de *Recuperación* la CI fue de  $79,47 \pm 29,9$ ;  $26,79 \pm 15,38$  y  $310 \pm 125,78$  UA en base a los métodos de Edwards, Stagno y Foster respectivamente. La sesión *Simulación* acumuló una CI de  $169,02 \pm 56,12$ ;  $83,14 \pm 34,62$  y  $384,42 \pm 131,76$  UA. La sesión definida como *Resistencia* supuso una CI de  $172,68 \pm 47,87$ ;  $76,01 \pm 28,62$  y  $445,49 \pm 115,02$  UA. Durante la sesión de *Fuerza* la CI acumulada fue de ( $108,13 \pm 34,78$ ;  $46,92 \pm 18,69$  y  $322,47 \pm 98,6$  UA). Por último en la sesión *Velocidad* la CI fue de  $140,12 \pm 40,87$ ;  $60,86 \pm 26,34$  y  $319,49 \pm 82,34$  UA (Tabla II). Un análisis estadístico más profundo mostró diferencias significativas ( $p<0,05$ ) entre la sesión *Recuperación* y la sesión *Simulación* en base a los tres métodos estudiados. Por lo tanto la hipótesis II puede ser aceptada. Sin embargo no se mostraron diferencias significativas en el EP declarado por los jugadores aun siendo este más bajo. Por otro lado, la sesión que más difirió del resto fue la sesión *Resistencia*, siendo esta la sesión de mayor CI.

Figura I: Media CI por tipo de sesión



En lo que respecta a los puestos específicos la media de CI de los defensores fue de  $124,31 \pm 45,37$ ;  $52,84 \pm 26,058$  y  $360,4 \pm 117,18$  UA en base a los tres métodos. Los centrocampistas acumularon una CI media de  $142,16 \pm 62,23$ ;  $64,08 \pm 36,34$ ;  $356,23 \pm 126,87$  UA y os delanteros de  $142,89 \pm 51,20$ ;  $62,63 \pm 29,82$  y  $353,71 \pm 112,73$  UA (Tabla III). Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) lo cual permite aceptar la hipótesis V. En cuanto a los equipos, mientras que los jugadores del Basconia C.D. acumularon una CI media por sesión de  $134,26 \pm 56,23$ ;  $57,57 \pm 32,89$  y  $324,88 \pm 87,57$  UA, para los del equipo Juvenil fue de  $137,92 \pm 51,16$ ;  $62,02 \pm 29,28$  y  $394,5 \pm 108,58$  UA (Tabla IV). De este modo, la hipótesis IV es parcialmente aceptada

constatada puesto que, existen diferencias en el EP declarado y en la carga percibida pero no en la CI derivada de la FC.

## **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

El objetivo de este estudio ha sido valorar los distintos métodos para cuantificar la carga interna acumulada en el entrenamiento del fútbol y tratar de explorar la respuesta de los jugadores durante las sesiones de entrenamiento. Los resultados del estudio muestran que la carga interna acumulada durante las sesiones de entrenamiento fluctúa de sesión a sesión. Sin embargo, a diferencia de otros estudios, (Campos-Vázquez et al., 2014) en nuestro trabajo estas diferencias son menores entre las sesiones realizadas los martes, miércoles y jueves. En concreto, la CI es similar excepto para la sesión de los martes, denominada *Resistencia*.

En varios estudios se han mostrado altas asociaciones entre la CI derivada de la FC y la carga percibida (Impellizzeri et al., 2004; Alexiou & Coutts, 2008). Sin embargo, las correlaciones encontradas en este estudio entre los métodos objetivos y el subjetivo no fueron tan altas y deben ser tomadas con cautela como se ha indicado en otros estudio (Campos-Vazquez eta al., 2014). Sin embargo, ambos métodos describen tendencias similares en la CI a lo largo de la semana. Por este motivo hay que tener cautela a la hora de utilizar únicamente un método de cuantificación de la CI pudiendo no ser intercambiable la CI basada en la FC y la CI derivada del EP general.

Otro hallazgo importante de este estudio revela que los jugadores declaran un EP mayor tras la sesión de *Recuperación* en comparación con n las sesiones de *Fuerza y Velocidad*. Hecho que concuerda con los resultados de (Campos-Vazquez et al., 2014), en los cuales la carga percibida el primer entrenamiento post partido fue más alta que aquella de las sesiones pre partido. Sin embargo, a diferencia de los resultados de dicho estudio estos jugadores acumularon una CI menor según la cuantificación a través de los métodos basados en la FC y sRPE, y las diferencias radica en el valor asignado en la escala que pueden quedar camuflados por el volumen de entrenamiento que es más bajo que el resto de las sesiones. Con lo que podemos intuir que puede deberse a una fatiga muscular difícilmente cuantificable a través de los métodos basados en la FC. Sugiriéndose que los métodos de cuantificación basados en la FC y los métodos basados

en la carga percibida pueden aportar diferente información y deben ser complementarios.

Este estudio es el primero en comparar las diferencias que se puedan dar dependiendo de los puestos de los jugadores. Hemos mostrado que no existen diferencias en lo que a la CI se refiere en los diferentes tipos de sesión en base a los métodos estudiados. También es el primero en comparar las diferencias que pueden existir entre los jugadores más jóvenes y más veteranos debido a la particularidad de que entrenen dos equipos de distinta categoría juntos. Concluyendo que las diferencias no son estadísticamente significativas exceptuando en la sRPE.

Aun siendo sugerido que la carga estimada por métodos de valores ponderales reflejan mejor la CI (Stagno et al, 2007), al igual que concluyeron Campos- Vázquez y col. (2014), los métodos basados en la FC estiman cargas similares y muestran una gran relación entre ellos, deduciendo que los valores ponderados versus arbitrarios no influyen en la CI. Otra de las conclusiones compartidas con Campos –Vazquez y col. (2014)

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera agradecer a todas las personas que han participado en este ambicioso proyecto, sin ellos no habría sido posible realizarlo. A los jugadores por su disposición, al club, a los entrenadores y preparadores físicos Iker Egaña, Eduardo Estibariz, Markos Amado e Iban Urkiza del Athletic Club por su apoyo e interés, a Txus Cámara por facilitarme los medios necesarios y a mi director Javier Orbañanos por su capacidad para guiar mis ideas, confianza depositada en mi y por su saber.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Achten, J., & Jeukendrup, A. E. (2003). Heart rate monitoring. *Sports medicine*, 33(7), 517-538.
2. Alexiou, H., & Coutts, A. (2008). A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 3, 320-330
3. Akubat, I., Patel, E., Barrett, S., & Abt, G. (2012). Methods of monitoring the training and match load and their relationship to changes in fitness in professional youth soccer players. *Journal of sports sciences*, 30(14), 1473-1480.
4. Algrøy, E. A., Hetlelid, K. J., Seiler, S., & Pedersen, J. I. (2011). Quantifying training intensity distribution in a group of Norwegian professional soccer players.
5. Bagger, M., Petersen, P. H., & Pedersen, P. K. (2003). Biological variation in variables associated with exercise training. *International journal of sports medicine*, 24(6), 433-440.
6. Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of sports sciences*, 24(07), 665-674.
7. Borg G, Hassmen P, Lagerstrom M. Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1987;56:679- 85.
8. Borresen, J., & Lambert, M. I. (2008). Quantifying training load: a comparison of subjective and objective methods. *International journal of sports physiology and performance*, 3(1), 16.
9. Borresen, J., & Lambert, M. I. (2009). The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Medicine*, 39(9), 779-795.
10. Brink, M. S., Nederhof, E., Visscher, C., Schmikli, S. L., & Lemmink, K. A. (2010). Monitoring load, recovery, and performance in young elite soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(3), 597-603.
11. Campos-Vazquez, M. A., Mendez-Villanueva, A., Gonzalez-Jurado, J. A., León-Prados, J. A., Santalla, A., & Suarez-Arrones, L. (2014). Relationships Between RPE-and HR-derived Measures of Internal Training Load in Professional Soccer Players: A Comparison of On-field Integrated Training Sessions. *International journal of sports physiology and performance*.

12. Casamichana, D., Castellano, J., Calleja-Gonzalez, J., San Román, J., & Castagna, C. (2013). Relationship between indicators of training load in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(2), 369-374.
13. Edwards S. High performance training and racing. In: Edwards S, ed. *The Heart Rate Monitor Book*. Sacramento, 1993:113-123.
14. Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(1), 109-115.
15. Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*, 44(2), 139-147.
16. Hopkins, W. G. (1991). Quantification of training in competitive sports. *Sports Medicine*, 12(3), 161-183.
17. Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine and science in sports and exercise*, 36(6), 1042-1047.
18. Lambert, M. I., Mbambo, Z. H., & Gibson, A. S. C. (1998). Heart rate during training and competition for longdistance running. *Journal of sports sciences*, 16(sup1), 85-90.
19. Los Arcos, A., Rey, E. G., Izcue, I., & Irigoyen, J. Y. (2013). Monitoring training load in young professional soccer players. *AGON*, 3(3), 13-21.
20. Malone, J. J., Di Michele, R., Morgans, R., Burgess, D., Morton, J. P., & Drust, B. (2014). Seasonal Training-Load Quantification in Elite English Premier League Soccer Players. *IJSP*, 10(4).
21. Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of sports sciences*, 18(9), 669-683.
22. Stagno, K. M., Thatcher, R., & Van Someren, K. A. (2007). A modified TRIMP to quantify the in-season training load of team sport players. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 629-634.
23. Viru, A., & Viru, M. (2000). Nature of training effects. *Exercise and sport science*, 67-95.
24. Wallace, L. K., Slattery, K. M., & Coutts, A. J. (2014). A comparison of methods for quantifying training load: relationships between modelled and actual training responses. *European journal of applied physiology*, 114(1), 11-20.
25. Wrigley, R., Drust, B., Stratton, G., Scott, M., & Gregson, W. (2012). Quantification of the typical weekly in-season training load in elite junior soccer players. *Journal of sports sciences*, 30(15), 1573-1580.

ANEXOS

**Tabla I:** Correlación individual con los diferentes métodos de cuantificación de la CI

Jugador	Edwards TL-Stagno TL	Edwards TL-sRPE	Stagno TL-sRPE
1	,959**	,566	,639
2	,987**	,649	,695*
3	,999**	,612	,640
4	,978**	,994**	,987**
5	,951**	,403	,639
6	,767*	,614	,626
7	0,3491	0,341	-0,560
8	,984**	,747*	,792*
9	0,6475	0,716	0,851
10	,975**	0,555	0,629
11	,923**	0,651	0,574
12	,986**	0,667	,718*
13	,903*	-0,738	-0,593
14	,963**	,854**	,771**
15	,988**	0,290	0,257
16	,996**	,929**	,899*
17	,979**	0,495	0,372
18	,985**	-0,015	-0,012
19	,921*	0,634	0,521
20	,935**	0,429	0,430
21	,967*	0,559	0,688
22			
23			
24	,760*	0,417	0,517
25	,980**	,764**	,696*
26	,955**	0,298	0,311
27	,957**	0,470	0,465
28	,937**	-0,184	0,000
29	,946**	0,569	,579*
30	,984**	0,613	0,564
31	,904*	0,804	,839*
32	,863**	0,091	0,121
33	,962**	0,329	0,194
34	,964**	-0,019	-0,185
35	,968**	0,248	-0,004
36	,992**	0,615	0,666

\*\* . Correlación significativa  $p < 0.01$

\* . Correlación significativa  $p < 0.05$

**Tabla II:** CI de los diferentes tipos de sesión

	Edwards-TL	Stagno-TL	sRPE-TL	RPE
<i>Recuperación</i>	79,47 ± 29,9	26,79 ± 15,38	310 ± 125,78	4,23 ± 1,66
<i>Simulación</i>	169,02 ± 56,12	83,14 ± 34,62	384,42 ± 131,76	4,55 ± 1,18
<i>Resistencia</i>	172,68 ± 47,87	76,01 ± 28,62	445,49 ± 115,02	5,00 ± 1,27
<i>Fuerza</i>	108,13 ± 34,78	46,92 ± 18,69	322,47 ± 98,6	3,96 ± 1,13
<i>Velocidad</i>	140,12 ± 40,87	60,86 ± 26,34	319,49 ± 82,34	4,36 ± 1,28

**Tabla II:** CI por puestos

	Edwards-TL	Stagno-TL	sRPE-TL	RPE
<i>Defensas</i>	124,31 ± 45,37	52,84 ± 26,058	360,4 ± 117,18	4,45 ± 1,28
<i>Centrocampistas</i>	142,16 ± 62,23	64,08 ± 36,34	356,23 ± 126,87	4,29 ± 1,31
<i>Delanteros</i>	142,89 ± 51,20	62,63 ± 29,82	353,71 ± 112,73	4,33 ± 4,36

**Tabla II:** CI por equipos

	Edwards-TL	Stagno-TL	sRPE	RPE
<i>Basconia C.D.</i>	134,26 ± 56,23	57,57 ± 32,89	324,88 ± 87,57	3,93 ± 1,26
<i>Juvenil</i>	137,92 ± 51,16	62,02 ± 29,28	394,5 ± 108,58	4,84 ± 1,13