



universidad
de león



TRABAJO DE FIN DE GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL
DEPORTE

Curso Académico 2017/2018

**INFLUENCIA DE LA UTILIZACION DE UNA MÁSCARA DE SIMULACIÓN DE ALTITUD EN
COMBINACION CON EL ENTRENAMIENTO ESPECIFICO DE FUTBOL EN EL
RENDIMIENTO AERÓBICO EN JOVENES FUTBOLISTAS (17 Y 18 AÑOS).**

*Influence of using elevation breathing devise during specific soccer training on
aerobic performance in young soccer players (17 & 18 y.o).*

Autor: JAVIER SAGASTE VILLANUEVA

Tutores: Juan Carlos Redondo y José María Izquierdo Velasco

Fecha:

VºBº TUTORES

VºBº AUTOR



INDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS	2
1.-INTRODUCCION	4
2.- OBJETIVOS.....	8
3.- METODOLOGIA	9
3.1.- MUESTRA.....	9
3.2.- PROCEDIMIENTO Y MATERIAL EMPLEADO	9
4.- RESULTADOS	18
4.1.-TEST DE PROBST.....	18
4.2.- SENSACION PERCIBIDA DE ESFUERZO (RPE)	24
5.- DISCUSIÓN	28
5.1.- TEST DE PROBST.....	28
5.2.- SENSACIÓN PERCIBIDA DE ESFUERZO (RPE)	29
6.- BIBLIOGRAFIA.....	32



INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1.- Muestra de los jugadores participantes en el estudio por posiciones. Medias de edad, peso, altura y años entrenamiento.....	9
Tabla 2: Media sesiones de entrenamiento asistido, total de minutos jugados por partido y media de minutos disputados por jugador.	12
Tabla 3: Resultados obtenidos tras realización test de Probst iniciales y finales en ambos grupos. Comparativa Media de periodos completados, FCM (ppm) y % respecto a la FCM teórica.....	19
Tabla 4: Media RPE (Borj 0-10) sesiones diarias y competición a lo largo de 10 semanas.24	
Tabla 5: Media y DT RPE (Borj 0-10) en las sesiones de un microciclo estructurado tipo..24	
Figura 1.- Elevation training Mask 2.0	4
Figura 2.- Jugadores Rondo calentamiento usando Elevation training Mask 2.0.	5
Figura 3.- Calentamiento pre-entrenamiento GE utilizando Elevation training Mask 2.0..10	
Figura 4.- Sistema regulador de válvulas altitud ETM 2.0.....	14
Figura 5.- Recorrido test de Probst (Probst 1989).....	14
Figura 6.- Ejemplo de determinación del umbral anaeróbico mediante la frecuencia cardiaca en un test de esfuerzo progresivo (Fisiología del ejercicio López-Chicharro y Fernández-vaquero 2006).....	15
Figura 7: Pulsómetro Polar m400.....	16
Figura 8: Realización del test de Probst con uno de los jugadores del estudio.	17
Figura 9: Media periodos completados y FCM (ppm) de GC y GE en test Probst Inicial y Final.	19
Figura 11.- Curva evolución FC (ppm) y velocidad (km/h) TI y TF en MC del GC y GE y localización UAn.	21
Figura 12.- Grafica 5: Curva evolución FC (ppm) y velocidad (km/h) TI y TF en LT del GC y GE y localización UAn	22
Figura 13.- Grafica 6: Curva evolución FC (ppm) y velocidad (km/h) TI y TF en EX del GC y GE y localización UAn	23
Figura 14.- Media (escala Borj 0-10) en las sesiones de un microciclo estructurado + competición por jugador y día.	26
Figura 15.- Diferencia Media (escala Borj 0-10) en las sesiones de un microciclo estructurado + competición en GC-GE.	26



Resumen

Este trabajo tiene como objetivo estudiar cómo afecta en el rendimiento de la capacidad aeróbica el uso de máscaras de simulación de altitud en combinación con el entrenamiento específico de fútbol, así como comparar y observar la evolución que supone el uso de este dispositivo en la intensidad del entrenamiento a través de la sensación percibida de esfuerzo (RPE) en un grupo de 6 futbolistas de categoría juvenil liga nacional. Tres de estos jugadores utilizaron durante 10 semanas dicho dispositivo durante el entrenamiento de su equipo (GE) mientras que los otros 3 realizaron los entrenamientos normalmente (GC). Inicialmente todos jugadores realizaron el test interválico de Probst previamente al comienzo de las 10 semanas de entrenamiento, para obtener su umbral anaeróbico. Transcurridas las 10 semanas estipuladas de entrenamiento, se volvió a repetir este test, donde se pudo observar las diferencias en la aparición de este umbral del grupo que utilizó las máscaras en los entrenamientos respecto al que no. Los resultados no reflejan una mejoría reseñable en la capacidad aeróbica de los jugadores GE respecto al GC. Si se encontró una mayor RPE en las sesiones de entrenamiento del GE respecto al GC mientras que en la competición mostraban valores más bajos el GE que el GC.

Palabras clave: entrenamiento en altura, entrenamiento músculos inspiratorios, test Probst, umbral anaeróbico, RPE.

Abstract

This project's main goal is to study the influence of using an elevation breathing devices combined with specific soccer training, on aerobic performance and also to observe and compare the evolution of using this device on training sessions intensity according with the results obtained from de rate perception exercise (RPE) in 6 players under-19 y.o. from the Liga Nacional soccer players group. Three of those players combined the use of this device with their training sessions during a period of 6 weeks (GE), while the other three preformed their usual training sessions (GC). Previously, the 6 players performed an intervallic specific indirect test (Probst test), in order to get anaerobic threshold. After a 10-week training period, test was repeated and that, allows to compare the evolution on the anaerobic threshold between both groups. Results show no difference on improvements of aerobic performance between GE and GC. Relevant differences were found in RPE, where GE shown higher rates than GC, while during competition GE RPE values were lower than that shown by the GC group.

Key words: high altitude training, inspiratory muscles training, Probst test, anaerobic threshold, RPE.

1.-INTRODUCCION

La realización de este trabajo de fin de grado proviene de la inquietud que me sugiere el conocer cómo afecta al rendimiento de la capacidad aeróbica de los jugadores de campo de fútbol, la utilización un dispositivo de entrenamiento respiratorio conocido como “Elevation Training Mask 2.0” (ETM) en combinación con el entrenamiento específico de fútbol. De esta manera y haciendo uso de los medios de que dispongo, pretendo estudiar si su aplicación, de manera continuada en las sesiones de entrenamiento, genera un beneficio sustancial en la capacidad aeróbica del futbolista. Concretamente en la aparición del umbral anaeróbico, es decir, un retraso en la aparición de fatiga, lo cual justificaría en cierta manera la incorporación de este dispositivo a las rutinas de entrenamientos de los clubes de fútbol.

De acuerdo con el funcionamiento del dispositivo, su principal finalidad es disminuir la cantidad de oxígeno que se respira durante el entrenamiento, generando un déficit de O_2 , mediante la regulación de un sistema de válvulas de entrada y salida de aire, estas pretenden simular las condiciones de hipoxia inducida que se encuentran de manera natural en altitud, donde la concentración de oxígeno en el aire es menor que a nivel del mar. Nada más lejos de la realidad, ya que, al utilizar este dispositivo, lo único que conseguimos es realizar un mayor esfuerzo para conseguir inspirar el O_2 que necesitamos respirar.



Figura 1.- Elevation training Mask 2.0

En realidad, la exposición prolongada a respirar aire a elevada altitud, o el entrenamiento en altitud (a partir de 2000 metros), tiene consecuencias positivas en el rendimiento aeróbico, además de generar adaptaciones cardiopulmonares significativas ⁽¹⁾. Al ejercitarnos, o simplemente al permanecer durante un periodo suficientemente largo en zonas de elevada altitud, en estos lugares, la presión atmosférica es menor que

a nivel del mar, es decir, el aire que respiramos presenta una disminución del volumen de O_2 disponible en referencia al volumen de aire inspirado, en comparación con el que podemos respirar a nivel del mar, lo cual genera en nuestro organismo, tras un periodo considerable de exposición al mismo (hablamos de periodos de meses), un incremento del $VO_2\max$ así como un aumento en la hemoglobina de carácter transitorio que se encarga de transportar O_2 a los tejidos y de desechar el CO_2 sobrante. Este aumento, genera, en definitiva, una ventaja a la hora al regresar al nivel del mar, ya que, este exceso de glóbulos rojos transporta más oxígeno, lo que en definitiva resulta en un aumento de energía y por consiguiente una mejora en nuestra capacidad aeróbica, eso sí, de carácter transitorio, ya que de acuerdo con Naeije⁽²⁾, este aumento permanece temporalmente (unos 15 días) una vez finalizada la exposición de nuestro organismo a ese aire, hasta que vuelve a la normalidad.

Todos estos procesos metabólicos, son los que conseguimos “a groso modo” con un entrenamiento o una exposición prolongada a las condiciones de hipoxia que se generan en alta montaña, y que nos sugieren de una forma natural ventajas a la hora de competir y que con el mecanismo de funcionamiento de la ETM 2.0.



Figura 2.- Jugadores Rondo calentamiento usando Elevation training Mask 2.0.

El verdadero funcionamiento la “Elevation training Mask 2,0” consiste en, mediante el sistema de válvulas mencionado previamente, reducir el flujo de aire inspirado por los pulmones, haciendo que la acción inspiratoria será más costosa, y por lo tanto obligándote a respirar más profundamente. Esto es lo que se conoce con “entrenamiento de los músculos inspiratorios” (EMI) o “entrenamiento con restricción de la entrada de aire” ⁽³⁾. Este entrenamiento, causa adaptación, por una parte, a nivel de los alveolos pulmonares (estirándolos hasta un cierto punto), lo que genera un incremento en la captación de O_2 , así como una adaptación de los pulmones a este tipo de resistencia, ocasionando un uso más eficaz del O_2 disponible y en definitiva un incremento de la capacidad pulmonar y del umbral aeróbico. La carga añadida con esta



resistencia genera un fortalecimiento de la musculatura inspiratoria (diafragma, intercostales, pectorales, serratos, escalenos o esternocleidomastoideos) lo cual puede aportar ventajas en el rendimiento en el ejercicio aeróbico de alta intensidad, evitando la fatiga prematura de estos músculos ⁽⁴⁾. Concretamente el entrenamiento de músculos como el diafragma e intercostales, mejora su capacidad oxidativa e impide el prematuro agotamiento de glucógeno y retrasando a aparición de fatiga por depleción de sustratos energéticos ⁽⁵⁾.

Nicole C. et al ⁽⁶⁾, en su estudio de 2017 con jóvenes estudiantes universitarios compararon el entrenamiento de carrera mediante HIIT con la utilización de ETM 2.0, encontrando mejoras similares a las adaptaciones generadas mediante el entrenamiento en hipoxia, como fue un mayor incremento en el VO₂max en el grupo que utilizó adicionalmente la ETM 2.0 sin encontrar cambios significativos a nivel de volúmenes pulmonares.

También otros autores, como Salazar-Martínez et al. ⁽⁷⁾ encontraron como tras un ejercicio sostenido de resistencia a alta intensidad en ciclismo, existía una fatiga en la musculatura inspiratoria y como un EMI contribuye a reducir la fatiga de este grupo muscular y mejora la eficiencia ventilatoria.

Durante ejercicios intensos, que los músculos respiratorios pueden llegar a utilizar el 16% del gasto cardiaco, disminuyendo la disponibilidad de O₂ para la musculatura esquelética, lo que nos hace ver al sistema respiratorio como un limitante del consumo de O₂ máximo y también sugiere la utilización de la ETM como un buen método para mejorar estos parámetros en la musculatura implicada ⁽⁸⁾.

Al trasladarnos al fútbol, hablamos de un deporte intermitente de alta intensidad, que, debido a su duración, la distancia media cubierta por los jugadores (de 10 a 12 km) y la intensidad del ejercicio (75% VO₂max) requiere de una participación combinada de sistemas aeróbicos y anaeróbicos (además de otras muchas variables condicionales determinantes (como, la fuerza, la potencia, la RSA, agilidad, la capacidad cardiovascular y metabólica...). El metabolismo aeróbico resulta de gran importancia en el rendimiento de este deporte, ya que, este, combina acciones propias del metabolismo aeróbico y anaeróbico (baja y alta intensidad respectivamente) ⁽⁹⁾. Aunque las acciones decisivas del juego (velocidad de acciones, número de acciones) son de carácter anaeróbico, la resistencia aeróbica tiene una mayor importancia durante la recuperación, que, durante el propio esfuerzo, atendiendo especialmente a la aleatoriedad en cuanto a tiempo de actividad/pausa, distancia y trayectoria de los esfuerzos físicos intensos de la competición ⁽¹⁰⁾ por lo que también resulta un factor determinante en el juego.

La capacidad de resistencia aeróbica tiene una relación estrecha, tanto con la función respiratoria, así como de la función muscular y circulatoria⁽⁴⁾, por esta razón, me sugiere un interés considerable, conocer las posibles ventajas que el entrenamiento combinado de los músculos inspiratorios mediante el uso de la ETM y la resistencia cardiorrespiratoria genera en el rendimiento de los jugadores el fútbol, a la hora de ser



aplicado a lo largo de ciertos periodos de la temporada, de cara a lograr una mejora en su condición aeróbica y retrasar la aparición de fatiga durante la competición.

Definitivamente, el componente aeróbico resulta importante para la mejor y más rápida recuperación entre esfuerzos intermitentes y para mantener la capacidad de resistencia a lo largo de las diferentes fases del partido ⁽¹¹⁾ por lo cual, el umbral anaeróbico nos puede resultar un buen indicador de cara a conocer la evolución en la forma física del jugador.

Para poder comparar las mejoras que genera la utilización de la ETM como método de entrenamiento para fortalecer la musculatura inspiratoria combinado con el entrenamiento específico, en la resistencia aeróbica, utilizare el umbral anaeróbico (UAn) ya que, según algunos estudios, se muestra mucho más sensible a los efectos del entrenamiento y tiene la posibilidad de hallarse de manera indirecta ⁽¹²⁾.

Existen tres metodologías básicas para determinar el UAn: lactacidémica, ergoespirometría y por la frecuencia cardíaca. A partir de esta última, se han diseñado una amplia gama de test indirectos para valorar el UAn⁽¹⁰⁾. De todos ellos, he seleccionado un test específico como es el test de Probst para realizar este TFG. Dicha prueba, es una adaptación del test de Conconi, aplicada al fútbol, la cual utiliza un protocolo incremental, progresivo, máximo y discontinuo, con pausas de recuperación de 30 segundos entre los intervalos de esfuerzo, para determinar el UAn a partir de la inflexión de la relación entre la velocidad de carrera y la frecuencia cardíaca máxima para cada intervalo de esfuerzo ⁽¹⁰⁾.

A lo largo de las últimas décadas, los principales avances en lo que respectan al rendimiento en el fútbol reside en la incorporación de nuevos sistemas de control y manejo de la carga externa (estímulos físicos) de trabajo para tratar de optimizar el rendimiento de los futbolistas de alto nivel de cara a la competición (sistemas de posicionamiento global GPS o el posicionamiento por multicámara)

Por otro lado, la cuantificación de la carga interna (estímulos fisiológicos) así como la intensidad de trabajo se pueden obtener a través de la frecuencia cardíaca (FC) o la sensación percibida de esfuerzo (RPE) ⁽¹³⁾. Una de las principales inquietudes en el ámbito del entrenamiento es conocer si durante las sesiones de entrenamiento se replican las demandas de la competición. Para ello, es necesario monitorizar las demandas físicas y fisiológicas de las sesiones entrenamiento, así como de la competición. Esta información, puede ser usada para el diseño de las sesiones de entrenamiento, con el objetivo de aproximar a los jugadores a los valores de carga e intensidad alcanzados en los partidos.

En fútbol, diferentes tipos de sesión son realizadas durante cada microciclo de entrenamiento, con el objetivo de que los jugadores mejoren sus habilidades técnico tácticas necesarias para el juego, para que puedan ser soportadas las intensidades y demandas que requiere la competición. Por tanto, un adecuado control de carga se ha demostrado crucial para optimizar el rendimiento en futbolistas de alto nivel. No



obstante, esta cuantificación, requiere una gran cantidad de recursos humanos y materiales, en ocasiones difícilmente alcanzables hasta en equipos profesionales. Por ello resulta interesante el conocer herramientas alternativas, que permitan desarrollar de forma práctica y con una cierta fiabilidad la respuesta del futbolista ante los diferentes estímulos soportados en entrenamiento y competición ⁽¹⁴⁾.

En este estudio, se utilizó la percepción subjetiva de esfuerzo (RPE, Borg 1998) como método para estimar la intensidad percibida por los jugadores participantes en este estudio tanto en las sesiones de entrenamiento como en la competición. La RPE es una herramienta simple, no invasiva, barata y válida para valorar la intensidad del ejercicio físico en fútbol. El objetivo es observar la evolución que presentan los jugadores al utilizar este dispositivo a lo largo de las sesiones semanales, así como comparar la diferencia de intensidad entre los que empleaban el dispositivo en las sesiones con los que no lo hacían y ver de esta manera si los resultados obtenidos coinciden con lo esperado para cada una de las sesiones de la semana y cómo se comportan en relación a la intensidad percibida en competición.

2.- OBJETIVOS

Objetivo General

- Estudiar cómo afecta, a lo largo de los primeros meses de la temporada, la utilización la ETM en el rendimiento de la capacidad aeróbica en futbolista de categoría juvenil 17-18 años.

Objetivos Específicos

- Comprobar si existe una compatibilidad del uso de la ETM 2.0 con el entrenamiento específico de fútbol.
- Comparar la evolución de la aparición del umbral anaeróbico como indicador del rendimiento mediante la realización del test de Probst pre y post utilización del dispositivo.
- Realizar cada una de las sesiones de entrenamiento específico por parte de los jugadores implicados en el estudio, con el resto del grupo, sin interferir en el desarrollo normal de la sesión planteada por el entrenador.
- Estudiar, a través del método de sensación percibida de esfuerzo (RPE), la evolución que genera la utilización de la ETM 2.0 en la intensidad percibida por los jugadores tras el entrenamiento específico de fútbol.
- Aportar al cuerpo técnico información útil de cara al rendimiento de los jugadores.



3.- METODOLOGIA

3.1.- MUESTRA

El estudio fue realizado por 6 jugadores (N=6) de la plantilla del juvenil Liga Nacional de la Sociedad Deportiva Ejea. Compiten en la categoría Liga Nacional grupo de Aragón y tienen edades entre los 17 y 18 años. La mayoría de ellos son estudiantes de bachillerato o grados medios. Los 6 son de nacionalidad española y nacidos de la ciudad de Ejea de los Caballeros.

Tabla 1.- Muestra de los jugadores participantes en el estudio por posiciones. Medias de edad, peso, altura y años entrenamiento.

Grupo	Masa Corporal \pm DT	Altura (cm) \pm DT	Edad \pm DT	Años Entrenando \pm DT
Medio centros (n=2)	75,95 \pm 4,12	182 \pm 2,82	16,50 \pm 0,70	7,5 \pm 0,7
Laterales (n=2)	62,07 \pm 3,44	171,5 \pm 2,12	17,50 \pm 0,70	8,5 \pm 0,7
Extremos (n=2)	64,34 \pm 1,06	173 \pm 2,82	17,00 \pm 0	7 \pm 1,42
TOTAL (n=6)	67,4 \pm 1,60	175 \pm 0,41	17,00 \pm 0,63	7,67 \pm 1,03

Los jugadores que participaron en este proyecto, lo hicieron de forma voluntaria. Previamente al comienzo, mantuve una charla con toda la plantilla en la que expuse la idea al conjunto, donde fueron informados del objetivo del estudio y de cómo se iba a llevar a cabo el desarrollo del mismo y el perfil de jugador que necesitaba.

Tras esto, los 6 jugadores necesarios para llevar a cabo salieron de forma voluntaria, todos ellos con ficha federativa en regla y por tanto con reconocimiento médico aprobado y aptos para la realización de actividad física de alta intensidad.

3.2.- PROCEDIMIENTO Y MATERIAL EMPLEADO

Los primeros test de campo comenzaron a partir del mes de septiembre, entre los días 21 y 23, donde todos jugadores realizaron el test de Probst en dos sesiones diferentes, para calcular de manera indirecta su umbral anaeróbico. A partir de aquí los jugadores, fueron divididos de manera aleatoria en dos grupos, grupo control (GC), jugadores que entrenan sin mascara y grupo experimental (GE), jugadores que entrenan con mascara.

El realizar las pruebas en el mes de septiembre tiene como aspecto positivo que los jugadores, tras un mes aproximado de pretemporada, parten con unos niveles de adaptación aeróbica aceptables, lo que permite asumir cargas mayores de entrenamiento y tolerar mejor el uso de las máscaras durante las primeras sesiones.

Como aspecto negativo, el comenzar el proyecto a estas alturas nos hace perder especificidad en los resultados obtenidos, ya que, el uso de este dispositivo, estaría realmente orientado a los primeros meses de pretemporada, dentro del periodo preparatorio, donde, lo que se busca principalmente es dotar al futbolista para competir con garantías.

En este periodo, es cuando el entrenamiento de la resistencia a la velocidad debe de ir precedido de un trabajo base sobre la resistencia aeróbica, que nos asegure la recuperación de los esfuerzos máximos decisivos, es decir, un entrenamiento indirecto sobre la resistencia a la velocidad, donde, mediante la optimización de la base aeróbica, se benefician los procesos directamente relacionados con la resistencia a la velocidad (15).

Aun así, el realizar los entrenamientos durante esta fase de temporada, también nos permite ver la evolución que experimentan los futbolistas en su umbral anaeróbico durante los primeros compases de la temporada, y nos permite conocer si el trabajo de base realizado durante pretemporada ha sido adecuado, así como el margen de mejora que presentan.

Participaron 6 jugadores en este estudio, 2 por demarcación específica; 2 extremos (jugadores de banda de perfil ofensivo), 2 medioscentros y 2 laterales defensivos. Uno de ellos de cada grupo, realizara las sesiones con mascara incorporada, grupo experimental (GE), mientras que su análogo en la posición realizara las sesiones de entrenamiento normalmente, grupo control (GC). Por lo general, durante esta primera parte de la temporada, las sesiones del equipo se dividen en 3 días (martes, jueves y viernes) siendo el martes el día de más carga y volumen de trabajo condicional y el jueves y el viernes tiende a ser más específico de cara al partido del fin de semana.



Figura 3.- Calentamiento pre-entrenamiento GE utilizando Elevation training Mask 2.0.



La fecha de nacimiento, altura y peso (así como su evolución semanal), posición en el campo, lesiones de relevancia en temporadas anteriores, minutos de juego por partido, asistencia a las sesiones de entrenamiento, años de experiencia en el fútbol base, alergias y enfermedades crónicas han sido variables a tener en cuenta durante el estudio. Podremos sacar conclusiones lógicas y establecer relaciones en cuanto a los datos obtenidos en las pruebas de rendimiento teniendo en cuenta estos parámetros.

Previamente a la realización del test de Probst para establecer el umbral anaeróbico de cada uno de los jugadores, estos realizaron una sesión de familiarización con el protocolo de actuación, para poder realizar el test en las mejores condiciones.

Por otro lado, de igual manera, antes de comenzar los entrenamientos con el dispositivo, se realizó 1 semana con 3 sesiones de adaptación de unos 30 minutos de duración, tanto con los jugadores del GC como GE, al margen de los entrenamientos del resto del equipo, para que estos últimos se familiarizaran con el uso de la máscara y desarrollaron una serie de ejercicios con y sin balón donde progresivamente se iba incrementando la intensidad de los esfuerzos, así como la dificultad técnica de los mismos, para que a la hora de la inclusión con el resto del grupo, los jugadores del GE estuvieran acostumbrados a trabajar con el dispositivo.

El estudio comenzó el día 25 de septiembre. A partir de aquí, los jugadores participantes en el estudio, entrenaron con normalidad con el resto de sus compañeros de equipo, todas las sesiones, durante unas 10 semanas, hasta el día 28 de noviembre, día en el que se completaron los últimos test. Esto comprende un total de 30 sesiones y 9 partidos, divididas en microciclos semanales de 3 días (martes, jueves, viernes) y competición un día del fin de semana. Los jugadores realizaron todas, las mismas tareas que el grupo dentro de la planificación que el cuerpo técnico tiene establecida para el grupo.

Los entrenamientos tuvieron una duración media de 70 minutos (con un rango de entre 60 y 80 minutos) y fueron estandarizadas en 3 tipologías atendiendo de manera general a los objetivos que persigue la sesión, distancia al partido de competición y contenidos desarrollados en la misma, definiendo estos 3 tipos de sesiones:

- Sesiones de Condición Física (CF): se desarrolladas normalmente los miércoles. Estas comenzaban con un trabajo de fuerza general de tren inferior (arrastrés, sentadillas o cambios de dirección con sobrecargas) o funcional (CORE, ejercicios de aductores o isquiotibiales) con una duración de unos 30 minutos. La segunda parte de la sesión, de unos 40 minutos, constaba normalmente de tareas de acondicionamiento físico como acciones interválicas de alta intensidad, circuitos físico técnicos o situaciones reducidas de juego con o sin portero.
- Sesiones Tácticas (ST): normalmente tenían lugar los jueves, iniciadas con un calentamiento técnico (15 min) y una tarea de activación jugada (rondos dinámicos o de posesión) de otros 15 minutos y tras esto tareas condicionadas en espacios más amplios donde se trataba de mejorar el modelo de juego del equipo (30-35 min).



- Sesiones Activación Pre-partido (SA): Esta sesión se realiza el día previo al partido o dos días antes dependiendo del calendario. Estas sesiones constan de un calentamiento dinámico pre-velocidad de reacción con o sin balón (15min) unas actividades de máxima velocidad generalmente con disparo a puerta (20 min) y se finalizaba con un partido a campo completo de 10 vs 10 y acabar con acciones estratégicas a balón parado.

Tabla 2: Media sesiones de entrenamiento asistido, total de minutos jugados por partido y media de minutos disputados por jugador.

	MEDIOS CENTROS		LATERALES		INTERIORES	
JUGADOR	JUGADOR 1 (GE)	JUGADOR 2 (GC)	JUGADOR 3 (GE)	JUGADOR 4 (GC)	JUGADOR 5 (GE)	JUGADOR 6 (GC)
Total Sesiones (n=30)	29	27	30	29	29	26
Media/DT	28 ± 1,41		29,5 ± 0,7		28 ± 2,12	
Total minutos partido	840	821	555	778	848	602
Media (min)	76,6	74,6	47,45	70,72	77,1	54,7
Media Total (min)	75,6		59,085		65,9	

De esta forma, el GE, realizo todas las sesiones utilizando el dispositivo durante la mayor parte del entrenamiento, mientras que el grupo control realizo las sesiones normalmente.

Por lo general, los jugadores comenzaban la sesión utilizando el dispositivo y lo mantenían durante los ejercicios de calentamiento y se la retiraban durante las transiciones entre las tareas y explicaciones del entrenador, y también en aquellos ejercicios de componente táctico/estratégico en los que la demanda física no era reseñable, o cuando la demanda de la tarea era tan grande que no era posible mantener la intensidad de trabajo (tareas de sprints repetidos de alta intensidad, alta demanda metabólica, gran cantidad de aceleraciones y deceleraciones...) en las sesiones con mucho volumen condicional de trabajo, en las tareas finales de esa sesión o las tareas específica en las que los jugadores necesitaban comunicarse, en cuyo caso era incompatible el uso del dispositivo. En esos casos, retiraban la máscara y tras un tiempo, normalmente, volvían a retomar la tarea con ella hasta donde sus niveles de condición física les permitían.



Por otra parte, con el fin de conocer la influencia que el uso del dispositivo generaba en la muestra en función del tipo de sesión llevada a cabo y poder tener referencia de cara a comparar los esfuerzos con los llevados a cabo en los partidos, se pidió a los jugadores que tras cada sesión de entrenamiento y tras cada partido aportaran su RPE en una escala Borj (0-10) en lo que respecta a la intensidad percibida de manera individual.

Sensación percibida de esfuerzo RPE: se trata de conocer la intensidad que los jugadores experimentaban tras cada sesión y partido de la semana y ver cómo influye en ella el uso del dispositivo. Como ya se ha dicho, la RPE es una herramienta no fisiológica que proporciona información sobre el nivel de dificultad de un ejercicio y que ha sido utilizada con éxito en la monitorización del entrenamiento en fútbol ⁽¹⁶⁾.

La RPE se registró diariamente, 15 minutos aproximadamente después de cada sesión, los jugadores proporcionaban individualmente mediante mensaje de texto un valor de 0 a 10 (con intervalos de 0,5) según la escala de Borg (Borg 1987) en función de cómo de exigente había sido para él la sesión.

Los registros individuales de los jugadores que no completaron algún entrenamiento por lesión o reducción de carga de entrenamiento fueron excluidos de la medición. Igualmente, a la hora de cuantificar la RPE en competición, únicamente se incorporaron a la base de datos aquellos parámetros de los jugadores que habían jugado 75 minutos o más, para poder estandarizar la medición dentro de lo posible.

Puesto que la RPE puede dar más información de la intensidad de entrenamiento que la estrictamente fisiológica, algunos factores como la consciencia psicológica individual, factores medioambientales, la experiencia en el uso de esta herramienta, el nivel de entrenamiento previo al propio entrenamiento y la carga de entrenamiento prescrita por el entrenador, pueden afectar a la carga interna, y por tanto a la RPE⁽¹⁴⁾. No es un valor que tenga una entera fiabilidad, y, por tanto, a de interpretarse con cautela, pero si nos puede arrojar información interesante acerca intensidad/exigencia de trabajo que supone la utilización de los dispositivos.

Elevation training mask 2.0: de acuerdo con la definición que la propia marca, se trata de un dispositivo diseñado para aplicar diferentes niveles de carga a los músculos inspiratorios, controlando la cantidad de aire que pasa a través de sus válvulas que pueden ser reguladas manualmente. Existen 6 combinaciones de válvulas que limitan en menor o mayor medida la cantidad de aire que inhalamos, y que supone “simular” condiciones de entrenamiento, a altitudes desde 915 metros a 5480. Para este estudio, se fijaron las válvulas a 9000 Ft (2700 metros) ya que, algunos estudios indican que, a esta altitud es donde más cambios a nivel fisiológico y mejoras a nivel aeróbico podemos conseguir ⁽¹⁷⁾. Pese a que las condiciones de entrenamiento en altitud (hipobáricas e hipóxicas) no pueden ser replicadas mediante el uso de este dispositivo, sí que permite desarrollar alguna de las ventajas que se consiguen mediante este tipo de entrenamiento, como sería la habilidad del cuerpo de incrementar la toma de O₂ ⁽¹⁷⁾.



Figura 4.- Sistema regulador de válvulas altitud ETM 2.0

Al finalizar este periodo de 10 semanas de entrenamiento, los jugadores participantes volvieron a repetir el test de esfuerzo intervalito de Probst donde se observó la evolución experimentada tras realizar este estudio, comparando la evolución en la aparición del umbral anaeróbico.

Test de Probst: se trata de una prueba de carácter específico, que permite determinar los umbrales de esfuerzo y recuperación del jugador de fútbol.

Dicha prueba consiste en recorrer, de manera progresiva e interválica hasta alcanzar el agotamiento, distancias y recorridos específicamente adaptados a los que se producen en competición ⁽¹⁰⁾.

Para ello se ha de establecer un circuito con 14 postas situadas sobre el terreno de juego (figura 2) que el futbolista ha de recorrer al ritmo fijado por la señal que emite el software.

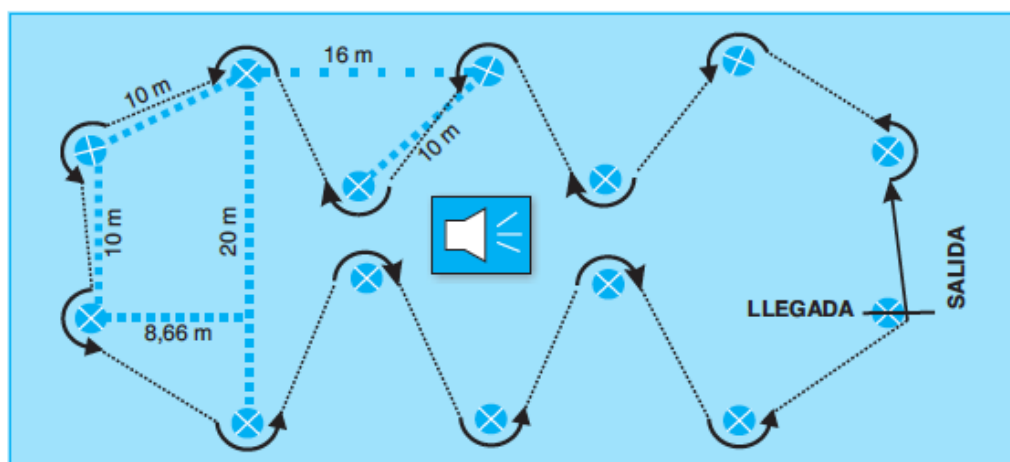


Figura 5.- Recorrido test de Probst (Probst 1989)

Mediante este test, lo que se pretende es obtener el umbral Anaeróbico (UAN), para posteriormente ser comparado tras el periodo de 10 semanas de entrenamiento.

El UAN (es el punto la carga relativa metabólica o el porcentaje de VO_{2max} a partir del cual se produce un incremento proporcional del metabolismo anaeróbico en la energía gastada durante un ejercicio incremental) se trata el punto de máxima intensidad donde el ácido láctico (figura 3) se está produciendo en nuestro cuerpo, pero sin llegar a acumularse en sangre. Es el punto donde se produce la transición entre una intensidad en la que la fuente de energía es predominantemente aeróbica y otra intensidad de trabajo mayor donde la fuente de energía es predominantemente anaeróbica láctica. A este nivel, la obtención de energía proviene directamente de los hidratos de carbono, sin su oxidación completa, ya que es la manera más rápida, pero que también genera desechos en forma de lactato, que al organismo no le da tiempo a depurar generando una acidificación a nivel muscular que desemboca en una fatiga y su consiguiente pérdida de rendimiento ⁽¹⁸⁾. Por lo tanto, emplearemos dicho umbral como medio predictor de fatiga.

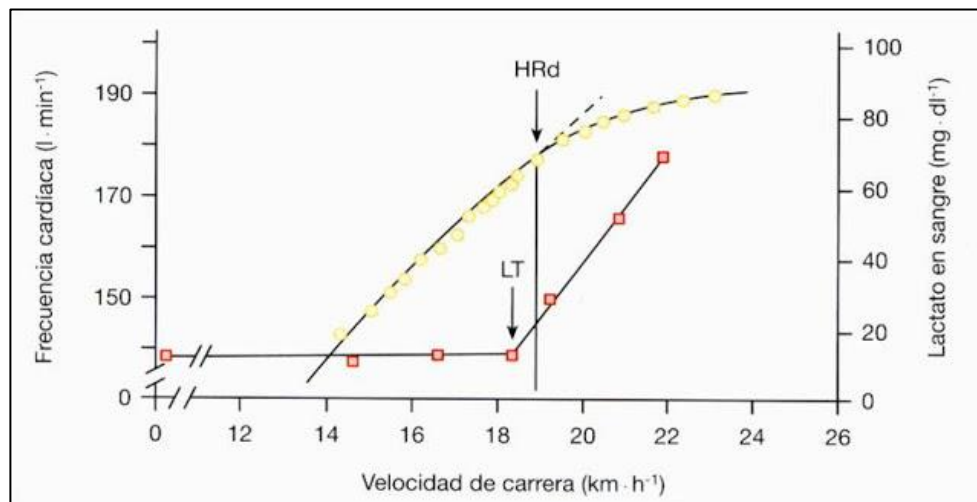


Figura 6.- Ejemplo de determinación del umbral anaeróbico mediante la frecuencia cardíaca en un test de esfuerzo progresivo (López-Chicharro y Fernández-Vaquero 2006).

Para encontrar el UAN de cada jugador, se empleó la metodología manual tal y como describe en García-López J et al 2003 ⁽¹⁹⁾. Para ello es necesario tomar los valores de frecuencia cardíaca máximos alcanzados en cada escalón del test, de tal forma que, al trasladarlos a una gráfica, se trazan dos líneas que han de pasar por el mayor número posible de puntos. Estas dos rectas, se cortan en un punto en la gráfica, cuya coordenada en el eje de ordenadas genera como resultado en el la Frecuencia Cardíaca (FC UAN) y en eje de abscisas el VAM (estimada) en la cual se encuentra el Umbral Anaeróbico. Este método está basado en un fundamento similar al test de Conconi, según el cual, la frecuencia cardíaca aumenta a medida que aumenta la intensidad del ejercicio hasta

llegar a un punto en el cual la Fc se estabiliza pese al aumento de la intensidad, el cual se toma el punto de inflexión en donde se genera la curva como referencia para establecer la aparición de dicho umbral.

A la hora de montar el circuito, se toma como referencia el círculo central del campo, situando las postas a 10 metros de distancia una respecto a la otra, siguiendo la forma establecida en el gráfico (figura 2).

Para poder registrar los datos al realizar la prueba, se equipó a cada uno de los jugadores con un pulsómetro **Polar m400**, dispositivo con sistema de GPS integrado que nos permite controlar la velocidad de carrera, y distancia recorrida además de la frecuencia cardiaca. Se conecta al comienzo del test, coincidiendo con la primera señal acústica emitida por el software empleado, "TIVRE-fútbol".

Dicho programa es el que nos marca el ritmo de carrera que el futbolista ha de llevar, haciendo coincidir su llegada a la siguiente posta del recorrido con la señal acústica correspondiente, así sucesivamente hasta completar 2 vueltas al circuito (280 metros), finalizando así el primer periodo, justo al tiempo que comienzan el tiempo de 30 segundos de recuperación e inmediatamente tras de este, da comienzo el siguiente periodo, que comenzara en sentido inverso al anterior (para evitar la excesiva sobrecarga muscular en un solo perfil) , en el que se producirá un aumento de la velocidad de carrera.



Figura 7: Pulsómetro Polar m400.

Inicialmente, el software empleado para la realización de los test de campo fue el "TVREF v1.0", este al tratarse de la primera versión del mismo, está diseñada para futbolistas profesionales, con una velocidad de 10,8 km/h en el primer periodo, incrementándose 0,6 km/h en los sucesivos, esto hacía que los jugadores, no toleraran este ritmo mucho tiempo, ya que es un ritmo demasiado alto para su nivel de rendimiento y no era posible obtener datos suficientes para poder extraer el cálculo del umbral anaeróbico de cada uno de ellos. Los primeros test realizados con este programa fueron descartados.

Una vez fue posible acceder a la versión más reciente del programa "TIVRE-fútbol" adaptada para futbolistas de diferentes categorías, seleccionamos la opción "jugadores juveniles" cuya velocidad inicial de carrera es de 7,2 km/h, con la que, si fue posible obtener un mayor número de registros de periodos completados, lo cual nos permite calcular de manera manual el umbral anaeróbico. 5 minutos antes del comienzo de la prueba, los jugadores realizaban un calentamiento específico sin balón de muy baja intensidad, ya que el propio test, al comenzar con una velocidad relativamente lenta,



permite a los jugadores el irse aclimatando a medida que van transcurriendo los sucesivos periodos.



Figura 8: Realización del test de Probst con uno de los jugadores del estudio.



4.- RESULTADOS

Una vez finalizadas las 10 semanas de entrenamiento y los test de rendimiento, todos los datos obtenidos a lo largo de las sesiones referentes a la RPE, así como los resultados obtenidos en las pruebas de esfuerzo de Probst, fueron trasladados a un documento Excel, para su posterior tratamiento y análisis.

A partir de aquí, se presentarán los resultados obtenidos tras este análisis, por los jugadores participantes. En primer lugar, se analizan los resultados extraídos de la realización de las pruebas intervalicas de esfuerzo (Test Probst) donde a través de tablas y gráficas comparativas se tratarán de establecer conclusiones lógicas que justifiquen los resultados obtenidos.

En segundo lugar, se presentan en gráficos y tablas comparativas los resultados obtenidos tras analizar los datos de la RPE en entrenamientos y competición, de los cuales se trata igualmente de deducir conclusiones lógicas en función del grupo y demarcación específica analizada y teniendo en cuenta las diferentes sesiones del microciclo que se presentan y las posibles variables que interfieren.

4.1.-TEST DE PROBST

Tras finalizar los test, se obtuvieron numerosos y variados resultados que se analizan, en primer lugar, de manera conjunta para ver la evolución que han experimentado los jugadores de una forma global y, en segundo lugar, se analizan los resultados comparando a la muestra de jugadores por posiciones.

- **Resultados Globales**

Por una parte, la tabla 3 expone los resultados obtenidos en la prueba antes de comenzar el experimento en los test iniciales (TI) y tras finalizar, test finales (TF), además de la FC Máxima alcanzada de media en ambos grupos (ppm) y el % que esta representa respecto a la FC Máxima Teórica según la fórmula de Tanaka ($212 - (0,73 \times \text{Edad (años)})$). De esta forma se observa cómo, tras el periodo de entrenamiento, se produce un aumento en el número de periodos completados por ambos grupos, que puede ser apreciada de manera más clara en la 1ª parte de la figura 9, (GC de 12,3 periodos de media TI pasa a 13,67 en el TF) (GE de 12 periodos de media TI pasa a 13,6 en el TF).

Tabla 3: Resultados obtenidos tras realización test de Probst iniciales y finales en ambos grupos. Comparativa Media de periodos completados, FCM (ppm) y % respecto a la FCM teórica.

	TEST INICIALES		TEST FINALES	
	GC	GE	GC	GE
Periodos Completados	12,3 ± 1,15	12 ± 1	13,67 ± 0,57	13,6 ± 1,54
Fc Max (ppm)	190,6 ± 0,57	196 ± 4,58	195,67 ± 4,04	193,33 ± 2,88
FCM (teórica) Tanaka (ppm)	196,34			
%Fc Max (teórica) (%)	97,07%	99,82%	99,65%	98,40%

La 2ª parte de la figura 9, muestra de una manera más visual los datos de la tabla 3 referentes a la evolución de la media de la FCM, siendo en el **GC** mayor en los TF (de 190,6 ppm a 196,67 ppm) mientras que el **GE** muestra una disminución en la FCM media en los TF (de 196 ppm a 193,33 ppm).

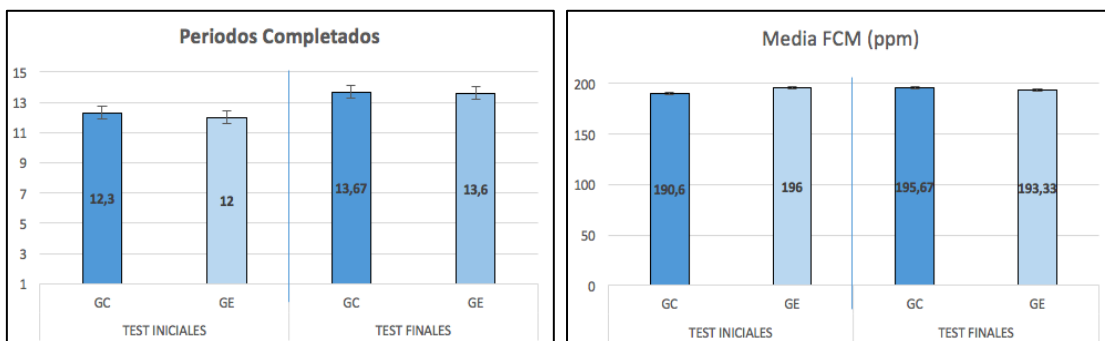


Figura 9: Media periodos completados y FCM (ppm) de GC y GE en test Probst Inicial y Final.

Por último, la tabla 3 arroja también los valores respecto al % de la FCM teórica para la edad media (17 años de media en ambos grupos) encontrándose valores muy cercanos al máximo establecido en todos los grupos. (rango 97,07% y 99,82%).

○ **Resultado por posiciones.**

A partir de aquí, se analizan los resultados obtenidos por los jugadores en función de su demarcación específica, divididos, como se había establecido anteriormente en; Medios Centros (MC), Laterales (LT) y Extremos (EX).

Para poder comparar la evolución en cuanto a la performance aeróbica, se utilizarán los valores de la frecuencia cardiaca en el umbral anaeróbico (FC-UAn) y los de la velocidad en el umbral anaeróbico (V-UAn)

De esta forma, la 1ª parte de la figura 10 muestra la comparación de la FC-UAn y la 2ª parte muestra la comparación en la V-UAn de los test iniciales y finales para cada jugador de una forma más visual y sirve de refuerzo para el análisis individual que se lleva a cabo a continuación.

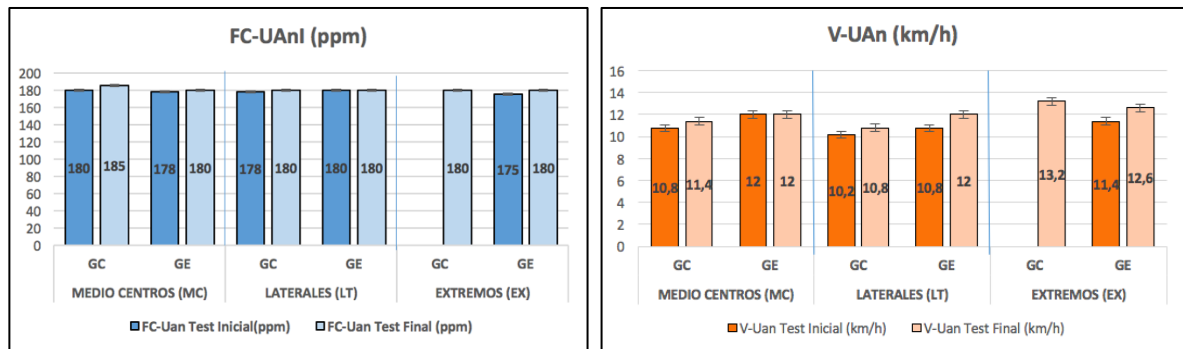


Figura 10.- FC-UAn y V-UAn en Test Iniciales y Finales por jugador.

A la hora de analizar y obtener los resultados, hay que tener en cuenta, en lo que respecta a el punto de inflexión de la FC para averiguar el punto donde se encuentra el UAn sobre las gráficas generadas con las FCM de cada intervalo del test de Probst, se han encontrado ciertas dificultades, que según la bibliografía⁽¹⁰⁾ entran dentro de lo posible, ya que, no en todos los casos, los datos obtenidos no generan una curva con la inclinación adecuada, lo cual dificulta el encontrar dicho punto de inflexión de forma clara.

○ Medios Centro (MC).

La figura 11 refleja los resultados obtenidos en el TI y TF por los jugadores medio centros (MC) del **GE** y **GC** respectivamente. Al analizarlos encontramos como el punto de inflexión (averiguado por el método manual descrito por (Garcia-Lopez J 2003) correspondiente con FC-UAnI, el jugador del **GE**, ha aumentado ligeramente tras las 10 semanas de duración del experimento, pasando de 178 ppm a 180 ppm siendo su velocidad en el Umbral Anaeróbico Intervalico (V-UAnI) de 12 km/h en ambos casos. Mientras, el jugador del **GC**, refleja un retraso en la aparición el su FC-UAn, siendo en el TI cercana a valores de 180 ppm para una V-UAn de 10,8km/h y de 185 ppm para una V-UAn de 11,4 km/h en el TF.

Finalmente, el jugador del **GE** completo 13 periodos del test en ambas ocasiones y su FCM fue en TI fue de 192 ppm y de 194 ppm en el TF. El jugador del **GC** paso de completar 11 periodos en el TI a 13 en el TF, encontrándose valores de FCM de 200 ppm en ambos test.

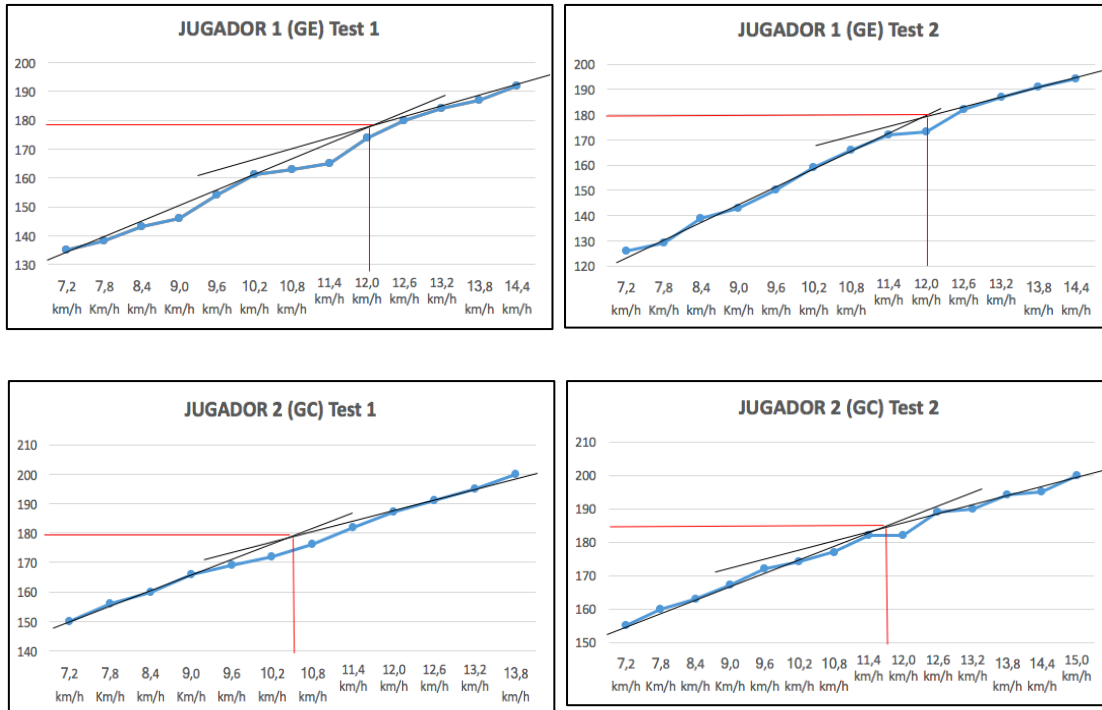


Figura 11.- Curva evolución FC (ppm) y velocidad (km/h) TI y TF en MC del GC y GE y localización UAn.

○ Laterales (LT)

En grupo de los laterales (LT), la figura 12 muestra los resultados de los TI y TF para ambos grupos. Aquí, se puede apreciar cómo, el jugador correspondiente al **GE** presenta poca variación respecto al punto de aparición del UAn en lo que respecta a FC-UAn, ya que al buscar el punto de inflexión en ambas gráficas se encuentra en torno a 180 ppm. La diferencia la encontramos en la V-UAnI, ya que, aquí sí que se encuentra mejora, puesto que pasa de aparecer en el periodo 7 con una ($v= 10,8$ km/h) a hacerlo dos periodos más tarde, ($v=12$ km/h), lo cual nos estaría indicando una considerable mejoría en su capacidad aeróbica. La FCM de este jugador fue 191 en el TI y 194 en el TF, completando 12 y 13 periodos respectivamente.

El jugador del **GC** por su parte, presenta un valor inferior a 180 para una V-UAn de 10,2 km/h en el TI y, cercano a 180 ppm para la FC-UAnI en el TF con 10,8 km/h en su V-UAn, siendo así un periodo mayor en el TF, lo cual también supone una mejora en su capacidad aeróbica. En su TI completo 12 periodos y 13 en el TF encontrándose valores de FCM 197 y 195 ppm respectivamente.

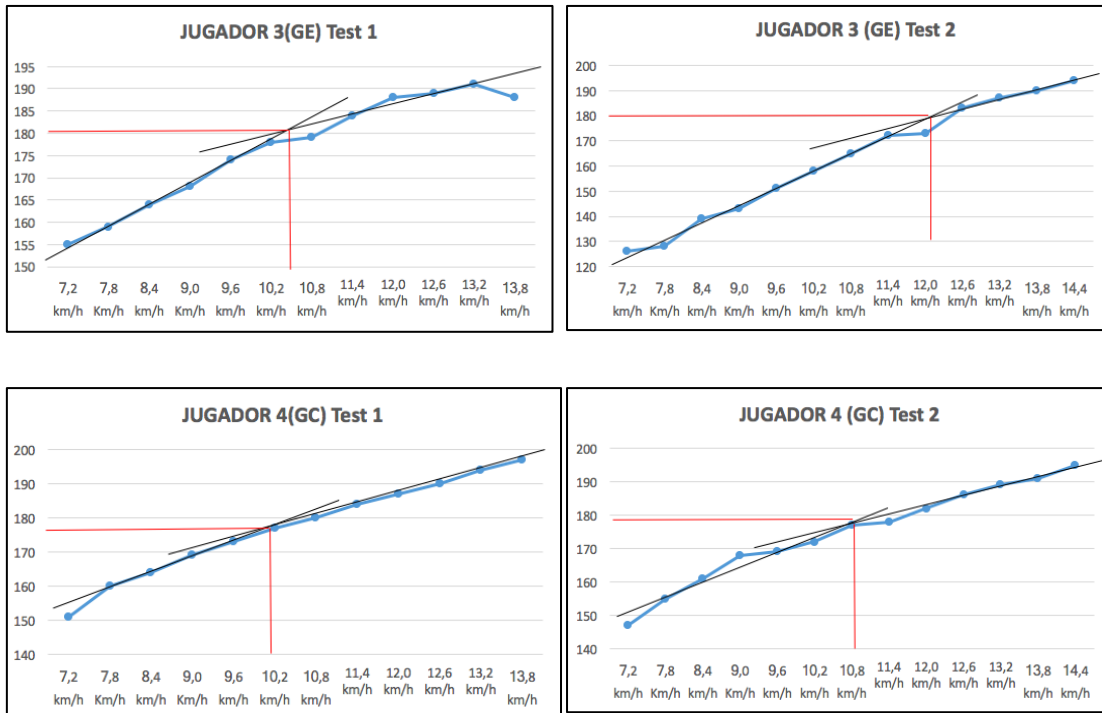


Figura 12.- Grafica 5: Curva evolución FC (ppm) y velocidad (km/h) TI y TF en LT del GC y GE y localización UAn

○ Extremos (EX)

En el grupo de los jugadores que habitualmente juegan en la posición de banda en perfil ofensivo o extremos se encuentra, la figura 13 para el **GE** un aumento en la FCM-UAn pasando de menos de 175 ppm para una V-UAn de 11,4 km/h a más de 175 ppm para una V-UAn de 12,6 km/h. Este jugador completo 14 periodos en ambos test.

Por otra parte, para el jugador del **GC**, genera ciertas dudas a la hora de intentar encontrar el punto de inflexión, ya que la gráfica generada al realizar el TI no lo permite. Aquí sí se puede ver como la FCM para este TI fue de 191 pulsaciones, y este jugador completo 13 periodos. Lo mismo sucede con la figura 13, donde no queda muy clara la ubicación del punto de inflexión, aunque aquí sí se ha podido establecer una FC-UAn de 180 ppm correspondiendo con una V-UAn de 13,2 km/h, donde el jugador completo 14 periodos encontrando una FCM de 192 ppm.

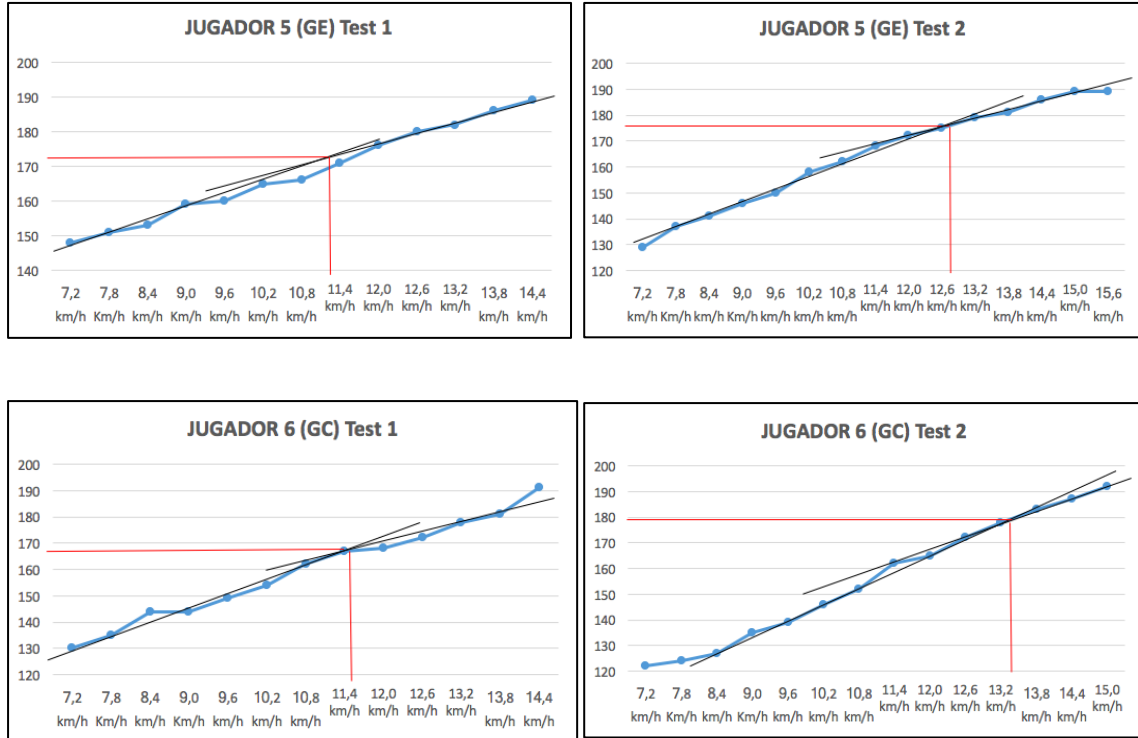


Figura 13.- Grafica 6: Curva evolución FC (ppm) y velocidad (km/h) TI y TF en EX del GC y GE y localización UAn

4.2.- SENSACION PERCIBIDA DE ESFUERZO (RPE)

En este apartado se presentan los resultados obtenidos tras recopilar la intensidad percibida de esfuerzo a través de la RPE (escala Borj 0-10) al finalizar todas las sesiones en las que participaron los jugadores, así como partidos de competición. Los datos están presentados en dos tablas acompañada de dos gráficas. La tabla 4 presenta la media y la DT de la RPE de cada jugador de todas las sesiones asistidas diferenciando cada día del microciclo, así como, también la media total de todas las sesiones en conjunto. Esta misma información está reflejada en la figura 14, que complementa de una forma más visual la información de la tabla.

Por otra parte, la tabla 5, refleja la estructura de un microciclo de trabajo semanal que, desarrollada por el equipo, en la cual los días de entrenamiento corresponden, tal y como se ha explicado previamente con; martes (sesión de optimización física), jueves (sesión de optimización) o día + 2 tras competición, y viernes (sesión de activación pre-partido) (día -1 antes del partido). El fin de semana sábado o domingo corresponde con el día de competición. A partir de ella, debajo se presenta la media de RPE del GE y GC, así como la media general de todos los jugadores a en las diferentes sesiones del microciclo. La grafica 8 expone igualmente estos mismos datos de una manera más visual para facilitar su análisis.

Tabla 4: Media RPE (Borj 0-10) sesiones diarias y competición a lo largo de 10 semanas

	MEDIOS CENTRO		LATERALES		EXTREMOS	
JUGADOR	JUGADOR 1 (GE)	JUGADOR 2 (GC)	JUGADOR 3 (GE)	JUGADOR 4 (GC)	JUGADOR 5 (GE)	JUGADOR 6 (GC)
Me RPE martes (CF)	8,05 ± 0,76	7,56 ± 0,58	8,65 ± 0,59	7,95 ± 0,85	8,25 ± 0,58	7,87 ± 0,44
Media RPE jueves (ST)	7,45 ± 0,68	5,9 ± 0,316	7,2 ± 0,63	6,9 ± 0,84	7,5 ± 0,56	6,125 ± 0,69
Media RPE viernes (SA)	5,45 ± 1,05	4,625 ± 0,74	5,3 ± 0,66	4,05 ± 1,18	5,06 ± 0,83	4,1 ± 0,51
Media RPE competición	8,06 ± 0,63	8,56 ± 0,62	8,5 ± 0,57	8,72 ± 0,97	7,75 ± 0,66	7,83 ± 0,83
Media RPE Entrenos	6,98 ± 1,53	6,03 ± 1,46	7,41 ± 1,83	6,30 ± 2,01	7,14 ± 2,01	6,1 ± 1,73

Tabla 5: Media y DT RPE (Borj 0-10) en las sesiones de un microciclo estructurado tipo.



	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
	DIA +1	DIA +2	DIA -3	DIA -2	DIA -1	PARTIDO	
		OPTIMIZACION		OPTIMIZACION	ACTIVACION		
		ENTRENO		ENTRENO	ENTRENO		
	RECU	CF	RECU	ST	SA	COMPETICIÓN	RECU
Med y DT RPE GE		8,32 ± 0,31		7,4 ± 0,16	5,55 ± 0,2	8,1 ± 0,38	
Med y DT RPE GC		7,4 ± 0,21		6,08 ± 0,52	3,48 ± 0,32	8,37 ± 0,47	
Med y DT TOTAL		7,86 ± 0,65		6,74 ± 0,93	4,51 ± 1,46	8,23 ± 0,19	

De esta forma analizamos los resultados desde dos puntos diferentes:

- Diferencia por posición; entrenamiento y competición (tabla 4 y figura 14).
 - **Medios Centros (MC):** se encontraron diferencias sustanciales en las sesiones CF 0,49 mayor el jugador del GE, en las ST, también la diferencia fue mayor en el GE, +1,55 y en las SA la diferencia fue de 0,83. En partido, en cambio s encontramos una media 0,5 puntos mayor del jugador del GC respecto GE.
 - **Laterales (LT):** se hallaron mayores valores en la media en el GE en las sesiones de CF +0,7, ST +0,3 y SA +1,25. El día de competición una pequeña diferencia en la media de +0,22 fue experimentada por el lateral del GC.
 - **Extremos (EX):** se hallaron mayores valores en la media del GE en las sesiones de CF +0,38, ST +1,375 y SA +0,13. El día de competición el jugador del GC presenta valores de media 0,13 puntos mayor que el GE.

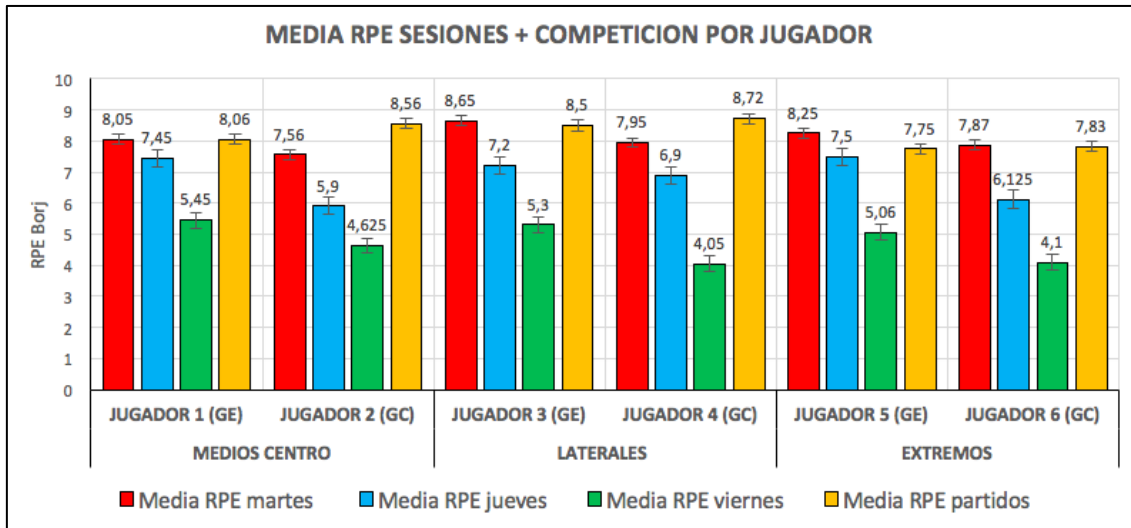
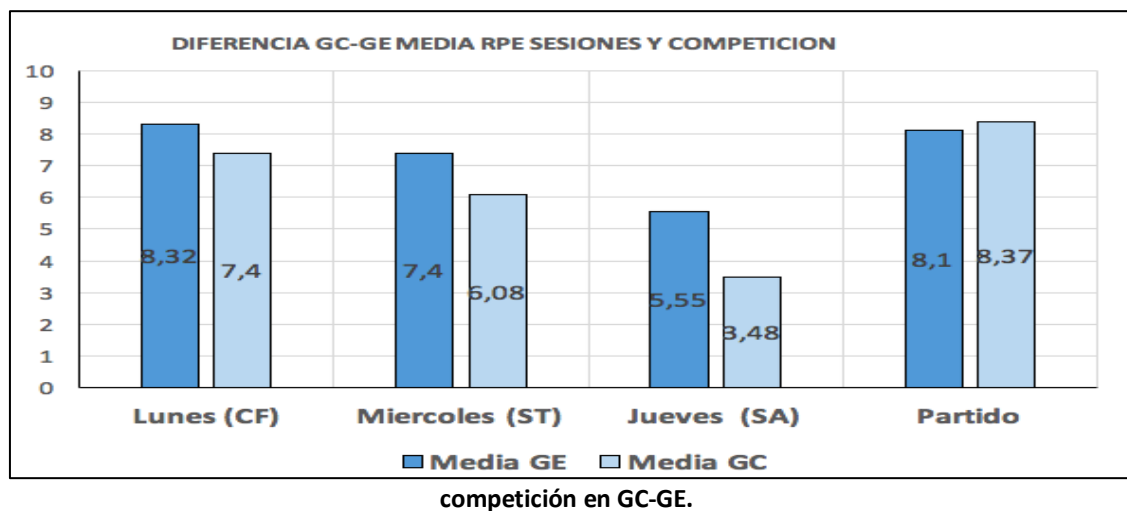


Figura 14.- Media (escala Borj 0-10) en las sesiones de un microciclo estructurado + competición por jugador y día.

Figura 15.- Diferencia Media (escala Borj 0-10) en las sesiones de un microciclo estructurado +



- Diferencia GC y GE en sesiones del microciclo y competición (tabla 5 y figura 15).
 - **Martes (Sesión de Carga Física):** la RPE es +0,92 mayor en el GE (8,32) que el GC (7,4).
 - **Jueves (Sesión Táctica):** la media de la RPE muestra que intensidad percibida es significativamente mayor; +1,32 en el GE (7,4) que en el GC (6,08).



- **Viernes (Sesión de activación):** la media de la RPE también es considerablemente mayor en el GE (5,55) que en el GC (3,48); +1,07.
- **Día de competición:** en este caso la media de la RPE de los partidos jugados (al menos 75 minutos o más) por los jugadores muestra como el GC tiene una meda ligeramente más alta (8,37) que el GE (8,1); +0,27.



5.- DISCUSIÓN

A lo largo de este último apartado, se trata de razonar y de sacar conclusiones lógicas a los resultados obtenidos. Dividido en dos secciones, en la primera se sacan las conclusiones lógicas ante los resultados obtenidos en las pruebas de esfuerzo de Probst y una segunda parte, donde se ponen de manifiesto las conclusiones referentes a los resultados aportados al analizar la RPE.

5.1.- TEST DE PROBST

El objetivo principal de este trabajo es analizar y comparar como influye el uso de ETM 2.0 en los jugadores del GE respecto a los jugadores del GC tras 10 semanas utilizando el dispositivo durante 3 sesiones específicas de entrenamiento de fútbol cada semana.

Los resultados obtenidos, son de carácter orientativo, puesto que, como se ha comentado antes, al averiguar el punto de inflexión en el UAn, no se tiene una buena fiabilidad debido a la heterogeneidad encontrada en las curvas resultantes tras los test de esfuerzo.

En lo referente a la FC-UAn y V-UAn los resultados muestran variabilidad de conclusiones en función del grupo y de la posición a analizar.

En el caso de los **MC**, en el jugador 1 (GE), no se aprecia cambio en cuanto a la FC-UAn y V-UAn final, encontrándose valores similares de FCM en ambos test y completando 13 periodos en ambos. El jugador 2 (GC) sí que mejoró los resultados obtenidos en el TF, retrasando la aparición de su V-UAn (de 10,8 a 11,4 Km/h para una FC-UAnI de 180 y 185) y aumento de 11 a 13 los periodos completados con FCM de 200 ppm en ambos test, tras completar las 10 semanas de entrenamiento específico de fútbol. Esto hace ver que en este caso concreto no existe una mejora en la capacidad aeróbica reseñable empleando el dispositivo, y la mejora tan grande del jugador 2 puede estar justificada, además de por las adaptaciones que el entrenamiento implica, el gran volumen de minutos en competición (821) ha podido influir en esta mejora.

En el grupo de los **LT** el jugador 3 (GE), en este caso si presenta una mejora en la V-UAn (de 10,8 a 12 km/h) siendo la FC-UAn la misma en ambos test pasando de completar 12 a 13 periodos con FCM que aumento de 191 a 194 ppm. En este caso el jugador 4 (GC) experimenta una mejoría menor en V-UAn con una FC-UAn similar (de 10,2 a 10,8 km/h para 178-180 ppm) pasando de completar 12 a 13 periodos con FCM de 195 a 197 ppm. Por tanto, en este grupo sí que encontramos una mejora en la en la capacidad aeróbica superior en GE respecto al GC. En este caso, coincide además con el jugador que menos minutos de media presenta (47,45min) con un volumen de 555 minutos disputados. Aquí puede tener alguna influencia en los resultados el que el jugador no haya faltado a ninguna sesión de entrenamiento y donde tal vez, si el uso de ETM 2.0 regularmente haya podido tener un grado de influencia en la mejora de sus parámetros

En el grupo de los **EX** es el que mejores resultados tiene, el jugador 5 (GE) si mejora su V-UAn (pasando de 11,4 a 12,6 km/h) y pasando de un FC-UAn de 175 a 180 ppm



completando el mismo número de periodos (14) en ambos test con FCM de 190 ppm en ambos. Ante la imposibilidad de establecer un punto de inflexión para el jugador 6 (GC), observamos su evolución en FCM que fue similar (191-192 ppm) y aumento el número de periodos completados en el último test (de 13 a 14). Por tanto, en este grupo sí que vemos como el GE ha experimentado una mejora considerable en la capacidad aeróbica con el uso del dispositivo en combinación con el entrenamiento específico. La gran cantidad de minutos disputados (848 min) y la alta asistencia (29 de 30) a entrenamientos, combinado con el uso de ETM 2.0 pueden justificar esta mejora en los parámetros.

Tras estudiar estos resultados, se concluye que la mayoría de los jugadores experimentaron en mayor o menor medida unos parámetros de mejora en su condición aeróbica una vez finalizado el periodo de 10 semanas de entrenamiento específico. Pese a encontrar diferencias reseñables entre jugadores de GC y GE del grupo LT y EX en los valores obtenidos respecto a la aparición del UAn, y debido a la variabilidad de estos y lo reducido de la muestra analizada, no es posible determinar si está justificado el uso de ETM 2.0 como medio para poder conseguir una mejora en el rendimiento aeróbico de los jugadores de fútbol, ya que la gran cantidad de variables existentes y la aleatoriedad de los resultados impiden establecer unas conclusiones claras respecto al uso de ETM 2.0 en el entrenamiento específico de fútbol.

Futuras investigaciones con una mayor y más estandarizada muestra de jugadores son necesarias para poder concluir datos más fiables y precisos acerca de la utilidad o no de este dispositivo en la mejora de la condición aeróbica en el entrenamiento específico de fútbol.

5.2.- SENSACIÓN PERCIBIDA DE ESFUERZO (RPE)

En lo que respecta RPE por posiciones en primer lugar, encontramos que, en todos los grupos, los jugadores del GE que utilizaron el dispositivo durante sus sesiones de entrenamiento mostraron valores más altos de intensidad para las mismas sesiones en comparación con sus análogos del GC, esto nos sugiere que el uso de ETM en combinación con el entrenamiento específico de fútbol aumenta la demanda de intensidad de las sesiones y por tanto genera una mayor exigencia en los jugadores para poder alcanzar los parámetros establecidos en las tareas planteadas.

Concretamente, encontramos medias Totales (tabla 4) más altas el jugador 3 (GE LT) (7,41), seguida por el jugador 5 (GE EX) (7,14) y finalmente el jugador 1 (MD GE) (6,98). En este caso, las diferencias no son especialmente significativas entre los jugadores, pero si, aparte de la exigencia extra que supone el uso de ETM 2.0, podemos pensar en las diferencias de cada jugador en su rol y posición específica sobre el terreno de juego, como un condicionante en estos resultados.

Ya que el partido se presupone como el estímulo más importante en la planificación de un microciclo semanal, el conocer la información referente a la carga e intensidad en competición, nos puede ser útil para un correcto diseño de las sesiones donde una



aproximación a las demandas fisiológicas y patrones de movimiento específicos de competición puede hacer mejorar el rendimiento de los jugadores ⁽¹⁴⁾.

Al comparar los valores medios obtenidos por cada grupo en cada una de las sesiones de entrenamiento del microciclo con los valores obtenidos en competición (Media GE = 8,1 y GC = 8,32) (tabla 5 y grafica 8), vemos como, los valores que más se asemejan, son los del día de CF, (GE= 8,32 y GC= 7,4) especialmente en el GE, que vemos que si consigue llegar e incluso superar los valores de competición. El día de la ST, los valores de RPE reflejados son más pequeños y más alejados de los de competición (GE= 7,4 y GC= 6,08) encontrándose una diferencia significativa de +1,32 el GE respecto al GC. Finalmente, el día de la SA, encontramos los valores de intensidad más pequeños (GE= 5,55 y GC= 4,48).

Contemplando estos resultados, podemos decir que, el GE es el único que ha alcanzado valores de RPE similares a los de competición en la sesión de CF, lo cual podría sugerir que el uso de ETM 2.0 sería una buena opción para replicar intensidades cercanas a las reportadas en competición durante estas sesiones que al ser las más alejadas al día de partido, son las que generalmente son empleadas para un mayor volumen, intensidad y carga de trabajo. Otra conclusión podría ser que, pese a que las sesiones fueron realizadas durante los primeros meses de competición, la media de estas, está por debajo de los valores de intensidad reportados en competición por lo que un aumento en el volumen o exigencia de alguna de las sesiones podría ser necesaria para someter a los jugadores a una exigencia similar a la del partido.

Las ST pese a ser sesiones con tareas mucho más orientadas a juego real, reflejan valores de intensidad percibida menores a la de competición en ambos grupos, esto puede ser debido a que, estas sesiones son utilizadas para corrección de errores tácticos, lo que implica tiempos de descanso más elevados y una reducción de la intensidad, lo que podría suponer este alejamiento respecto de los valores de competición en ambos grupos.

Finalmente, las SA tienen los valores más pequeños de intensidad, ya que son sesiones de corta duración, donde se reduce de forma deliberada la carga e intensidad planteada para poder descargar al plantel y facilitar su puesta a punto para el partido. Tal vez en estas sesiones no interesaría un uso de ETM 2.0, si lo que se busca es una recuperación en los jugadores de cara a la competición en un microciclo durante la temporada. Quizás en pretemporada, donde sí se busca generar esa sobrecarga para lograr adaptaciones de cara al inicio de la competición, si podría plantearse el uso del dispositivo en sesiones cercanas a partido.

Además, en los días de competición, los jugadores del GE, perciben una RPE inferior a la de los jugadores del GC, en todas las posiciones analizadas, lo cual nos puede llegar a pensar como, el uso de este dispositivo durante un cierto periodo puede ayudar a disminuir la percepción de intensidad de los partidos, lo que en definitiva significa, una mejor capacidad de afrontar los encuentros y una mejora en la capacidad de recuperación a los esfuerzos que requiere.



Como conclusión final respecto a la valoración de la RPE, se puede deducir que los jugadores del GE que utilizaban ETM 2.0 en las sesiones, percibieron las sesiones con una intensidad más exigente que los jugadores del GC. Esto, sugiere que, pese a haber muchos condicionantes en torno a este parámetro (fatiga previa, el volumen, motivación, experiencia...), a la hora de desempeñar la misma tarea, la carga de trabajo es mayor utilizando el dispositivo. Esta información, nos puede servir para hacernos una idea de la influencia que tiene en la percepción que los jugadores en la tarea al utilizarla y como gestionar su utilización en función del calendario y de los días de competición.



6.- BIBLIOGRAFIA

1. McKenzie, D. C. (2012). Respiratory physiology: adaptations to high-level exercise. *British Journal of Sports Medicine*, 46(6)/ 381-4.
2. Naeije, R. (2010). Physiological adaptation of the cardiovascular system to high altitude. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 52(6)/ 456-466.
3. Porcari, J. P., Probst, L., Forrester, K., Doberstein, S., Foster, C., Cress, M. L., & Schmidt, K. (2016). Effect of Wearing the Elevation Training Mask on Aerobic Capacity, Lung Function, and Hematological Variables. *Journal of sports science & medicine*, 15(2)/ 379-384.
4. Gething, A.D., Passfield, L., Davies, B. The effects of different inspiratory muscle training intensities on exercising heart rate and perceived exertion. (2004) *European Journal of Apply Physiology*, 92(1-2)/ 50-5.
5. Ianuzzo, C.D., Hamilton, N., O'Brien, P.J., Desrosiers, C., Chiu, R. (1985) Biochemical transformation of canine skeletal muscle for use in cardiac-assist devices. *Applied Physiology*, 68(4)/ 1481-5.
6. Biggs, N.C., England, B.S., Turcotte, N.J., Cook, M.R., Williams, A.L. (2017) Effects of Simulated Altitude on Maximal Oxygen Uptake and Inspiratory Fitness. *International Journal of Exercercise Science*, 10(1)/ 127-136.
7. Salazar-Martínez, E., Gatterer, H., Burtscher, M., Naranjo-Orellana, J., Santalla, A. (2017) Influence of Inspiratory Muscle Training on Ventilatory Efficiency and Cycling Performance in Normoxia and Hypoxia. *Frontiers in Physiology*, 8;8: 133.
8. Lomax, M., Massey, H.C., House, J.R. (2017) Inspiratory Muscle Training Effects on Cycling During Acute Hypoxic Exposure. *Aerospace Medicine in Human Performance*, 1;88(6)/ 544-549.
9. Sánchez, J., Blázquez, F., Gonzalo, A. y Yagüe, J. M. (2005). La resistencia a la velocidad como factor condicionante del rendimiento del futbolista. *Apunts: Educación Física y Deportes*, 47-60.
10. García-López, J, Rodríguez-Marroyo J.A, Morante, J.C, González-Montesinos, J.L, Mora, J, Villa J.G. (2004). Validación láctica de un test de esfuerzo intervalico (Prueba de Probst) para determinar el umbral anaeróbico del futbolista. *Revista Internacional de Fútbol y Ciencia*, 2 (1)/ 3-17.
11. Bangsbo, J. (1997). El entrenamiento de la condición física en el fútbol. Ed. Paidotribo. Barcelona.
12. Rodríguez, F.A. y Aragonés, M.T. (1992). "Valoración funcional de la capacidad de rendimiento físico". En González-Gallego, J. *Fisiología de la actividad física y del deporte*. Ed. Interamericana McGraw-Hill, Madrid: 237-278.
13. Gómez, A. J, Pallarés, J., Díaz, A., Bradley, P. (2013). Cuantificación de la carga física y psicológica en fútbol profesional: diferencias según el nivel competitivo y efectos sobre el resultado en competición oficial. *Revista de Psicología del deporte*, 22(2)/ 463-469.



14. Campos-Vázquez, M., Bendala, F. (2018). Comparación de la percepción subjetiva del esfuerzo entre partidos amistosos y diferentes tipos de sesión en futbolistas profesionales. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, 34, 66-70.
15. Sánchez, J., Blázquez, F., Gonzalo, A. y Yagüe, J. M. (2005). La resistencia a la velocidad como factor condicionante del rendimiento del futbolista. *Apunts: Educación Física y Deportes*, 81, 47-60.
16. Lockie, R.G., Murphy, A. J., Scott, B. R., & Janse de Jonge, A. (2012). Quantifying session ratings of perceived exertion for field-based speed training methods in team sport athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10)/ 2721-2728.
17. Biggs, N., England, B., Turcotte, N., Cook, M., Williams, A. (2017) Effects of Simulated Altitude on Maximal Oxygen Uptake and Inspiratory Fitness. *International Journal of Exercise Science*, 10(1)/ 127-136.
18. Lopez-Chicharro, J., Fernandez, A. *Fisiología del Ejercicio*. 3ª Edición. Editorial Medica Panamericana; 2006.
19. García-López, J.; Villa, J.G.; Rodríguez-Marroyo, J.A.; Morante, J.C.; Del Palacio, E.; Jover, R. (2003). Aplicación de un test de esfuerzo intervalico (Test de Probst) para valorar la cualidad aeróbica en futbolistas de la liga española. *Apunts: Educación Física y Deportes*, (71)/ 80-88.
20. García-López, J.; Rodríguez-Marroyo, J.A.; Morante-Rábago, J.C.; Moreno, C.; Asenjo, H.; Rubio Hernández, I.; Ávila, M.C.; Villa, J.G. (2009). *Sensibilidad del test de valoración de la Resistencia específica en el fútbol (TVREF) para evaluar la influencia del entrenamiento de pretemporada en la resistencia y capacidad aeróbica de futbolistas profesionales*. En "CD II Congreso Internacional Romero y cols. (Eds.) Ed. Centro de Formación. Alto Rendimiento. Págs. 1-10.