



ESCUELAS UNIVERSITARIAS
GIMBERNAT-CANTABRIA

**ESTUDIO DE LA FATIGA EN JUGADORES DE
BALONMANO UTILIZANDO HOP TEST Y
ESCALAS SUBJETIVAS**

***STUDY OF FATIGUE IN HANDBALL PLAYERS
USING HOP TEST AND SUBJECTIVE SCALE TESTS***

Autor: Alejandro Laureiro Vigil

Universidad: Escuelas Universitarias Gimbernat

Titulación: Grado en Fisioterapia

Tutor: David Casamichana Gómez

Fecha: 10/09/2014

ÍNDICE

Resumen.....	2
1. Introducción.....	4
2. Método.....	8
2.1. Sujetos.....	8
2.2. Procedimiento.....	9
2.3. Variables dependientes.....	10
2.4. Análisis.....	13
3. Resultados.....	13
4. Discusión.....	20
Referencias.....	27
Anexos.....	31

RESUMEN

El principal objetivo de este trabajo ha sido el análisis de la fatiga en 15 jugadores de balonmano durante 3 semanas con 4 entrenamientos semanales para conocer su evolución y la capacidad de recuperación de los deportistas, y la relación entre medidas subjetivas y objetivas de fatiga. Para ello hemos utilizado tres herramientas, para analizar la fatiga objetiva se ha utilizado *un single hop for distance*, realizado por los deportistas antes y después de cada sesión, por otro lado, para conocer la fatiga subjetiva de los deportistas se ha incluido la escala de Hooper previa al entrenamiento y para medir la intensidad de la sesión se ha utilizado la escala de percepción subjetiva del esfuerzo. Se ha observado una relación directa entre la valoración subjetiva de la intensidad del entrenamiento tanto con los resultados objetivos de fatiga en el hop test (dominante ($r=0.480$; $p<0.01$) y no dominante ($r=0.465$; $p<0.01$)) como con la escala de Hooper previa al entrenamiento ($r=0.644$; $p<0.01$). En cuanto a la fatiga objetiva analizada se ha hallado una correlación significativa entre ambas extremidades ($r=0.835$; $p<0.01$). Respecto a las diferencias entre sesiones, únicamente se ha encontrado una diferencia significativa ($F=3.287$; $p<0.05$) en la segunda semana respecto al resto de sesiones de la misma en el caso de la fatiga objetiva, siendo diferente el caso de la fatiga subjetiva, donde solo ha aparecido una diferencia significativa en dos días pero de la tercera semana ($F=7.323$; $p<0.05$).

Esto datos indican la buena capacidad predictiva de la escala de Hooper y la sesión PSE junto al *single hop for distance* pero sugieren la necesidad de una mayor muestra y una batería más amplia de test para acercarse más aun a la realidad

Palabras clave: hop test, fatiga, balonmano, percepción subjetiva del esfuerzo.

ABSTRACT

The aim of this work has been the analysis of fatigue in 15 handball players during 3 weeks with 4 weekly trainings in order to know the evolution and recovery capacity of athletes, and the relationship between subjective and objective measures of fatigue. In order to do so, we have used three tools: regarding the analysis of the objective fatigue, we have used a single hop for distance, performed by the athletes before and after each session. Concerning the subjective fatigue of athletes, the Hooper's Index has been included at the beginning of the training. Finally, in order to measure the intensity of the session we have used the rating of perceived exertion (RPE).

We have observed a direct relationship between the subjective assessment of the intensity of the training both with the objective results of fatigue in the hop test (dominant ($r = 0.480$, $P0.01$) and non-dominant ($r = 0.465$, $P0.01$.) and the Hooper's Index used before training ($r = 0.644$ Hooper, $P0.01$).

Regarding the analyzed objective fatigue, we have found a significant correlation between the two limbs ($r = 0.835$, $p0.01$). Concerning the differences between sessions, on one hand, we have only found one significant difference ($F = 3.287$, $p 0.05$) in the second week compared to other sessions within the same week in the case of objective fatigue. On the other hand, regarding the subjective fatigue, we have only found a significant difference in two days during the third week ($F = 7.323$, $P0.05$).

This data indicates the good predictive ability of the Hooper's Index, the RPE-session and the single hop for distance but it suggests the need for a larger sample and a wider test battery in order to have a closer relation to reality.

Key words: hop test, fatigue, handball, rating of perceived exertion.

1. INTRODUCCIÓN

Conocer el grado de fatiga que experimenta un deportista es fundamental de cara a organizar su entrenamiento y su recuperación (1). En los deportes de conjunto suele ser habitual que en las semanas previas a la competición se incremente la carga de trabajo en gran medida para que así los deportistas se preparen para la exigencia del largo periodo de competición y que se puedan adaptar rápidamente a ella (2).

Sin embargo, conocer el grado de fatiga de los deportistas en un proceso a veces complicado por la naturaleza multifactorial de la fatiga manifestada por los deportistas (3). La fatiga podría ser definida como la sensación de cansancio asociado con un descenso en la función y la capacidad muscular (3). Una de las formas de clasificar la fatiga es en aguda y crónica según aparezca en el momento del ejercicio o al acabar este, ya sea a corto o a largo plazo (4). Sin embargo existen múltiples modelos respecto a las causas y mecanismos principales de la fatiga: el modelo cardiovascular que se apoya en que no llega el suficiente aporte a los músculos; el modelo de suministro y reducción de energía, referido a las vías de ATP; el modelo de energía neuromuscular, relaciona la fatiga con factores con factores neuromusculares como la excitación o el reclutamiento; el modelo de trauma muscular, habla del daño muscular producido por el ejercicio; el modelo biomecánico, que tiene en cuenta la eficiencia o no de los

movimientos, el modelo de termorregulación, incluye el calor producido por el ejercicio y la temperatura ambiental y cómo afectan al sujeto, el modelo psicológico y motivacional, trata del factor psicológico y de interés del deportistas y, por último, el modelo central de fatiga, consistente en otorgar una gran importancia al sistema nervioso central en la fatiga del deportista (3).

De manera más concreta, los jugadores de balonmano masculino sufren distintos periodos de mayor o menor fatiga en los distintos momentos de los partidos (5). Durante esos partidos, los jugadores utilizan el metabolismo aeróbico de manera primaria interrumpido en ocasiones por acciones de alta intensidad que demandan la utilización del metabolismo anaeróbico (6). Además de esto, dependiendo de la posición de los deportistas en el campo se han encontrado distintos niveles de fatiga durante un partido (7). Estos hallazgos ayudan a la organización de los entrenamientos de modo que se realice trabajo aeróbico alternado con acciones específicas de alta intensidad (6) y además obliga a realizar una planificación de la rotación de jugadores para mantener al máximo sus prestaciones (7).

Actualmente existen numerosas herramientas que nos permiten monitorizan la fatiga experimentada por los deportistas (8). Tradicionalmente la exigencia impuesta al deportista ha sido monitorizada en su vertiente fisiológica durante el esfuerzo (8), donde actualmente la variabilidad de la frecuencia cardiaca es uno de los métodos de control de la fatiga que se ha demostrado consistente para este uso (9). También cabe destacar la aparición de aparatos de calorimetría indirecta portátiles que permiten el estudio del VO₂ (consumo de O₂) en situaciones de campo (10). Otro de los métodos de valoración de la fatiga es la utilización de la electromiografía como predictor de la fatiga de origen neuromuscular (3), además de la utilización de tensiomiografía también habitual gracias

a la gran sensibilidad en el análisis de los cambios a nivel muscular que presenta (pudiendo detectar estados de fatiga) y resultando una técnica no invasiva (11).

La incorporación de medidas objetivas externas basadas en la actividad del deportista es muy importante para evaluar a los mismos durante su fase de recuperación, ya que cada vez es más habitual incluir ejercicios funcionales y específicos de cada deporte en la evaluación (12). Por lo tanto, algunos autores han determinado que en ciertas situaciones son preferibles estas medidas externas respecto a medidas subjetivas del propio deportista (13).

Estas medidas deben de ser estandarizadas, y deben presentar aceptables propiedades de medición, que hayan sido publicadas con procedimientos específicos de administración, interpretación y puntuación (12). De acuerdo con esto, podemos utilizarlas para evaluar distintas actuaciones (14,15), en el momento de adoptar decisiones en el tratamiento de un paciente (16,17) o en el post operatorio de una lesión de LCA, situación en la cual se han hecho gran parte de los estudios (18).

Los hop test son las medidas de este tipo que se utilizan más habitualmente ya que aúnan efectos de control neuromuscular, fuerza y estabilidad en la extremidad inferior y se necesita poco material y tiempo para realizarlos (19,20). Estos test incorporan gran parte de todos los movimientos más importantes para un deportista (cambios de dirección, velocidad, aceleración, deceleración etc.) y generan una gran demanda de estabilidad en la rodilla, aspecto que será muy demandado en la práctica deportiva (18,21).

Respecto al uso de protocolos de hop test, algunos de los más habituales son los siguientes: *single hop for distance*, *a 6-m timed hop*, *triple hop for distance* y *crossover hop for distance* (22,23).

En lo que respecta a su uso, los hop test pueden ser utilizados como predictores de futuro si se usan 6 meses después de una operación de LCA, pudiéndonos prever si el paciente mantendrá una buena situación de estabilidad de la rodilla (valorado con medidas autoreportadas) durante los siguientes 6 meses y así evaluar la rehabilitación realizada (24,25). Por otro lado, en lo que respecta a pacientes lesionados de rotura de LCA pero que no han sido operados, esta descrita la utilización del *single hop for distance* como buen predictor de la estabilidad de la rodilla (mediante medidas autoreportadas) un año después de la lesión y tras seguir un tratamiento (24).

En nuestro caso, nos vamos a centrar en valorar la fatiga y en como esta afecta a los deportistas y a sus rendimientos. Para esto utilizaremos un test, el *single hop for distance*. El *single hop for distance* parece ser lo suficientemente sensible como para detectar si dicha fatiga influye realmente en su rendimiento, y esto se observara en la variación de la distancia de cada salto efectuado por el sujeto (26). Están descritos descensos en el rendimiento de los sujetos durante la fase de recuperación postfatiga e incluso sin recuperar los valores previos más allá de media hora después del final del ejercicio (26). En este estudio se utilizaron *el single hop for distance* y el *square hop test* (realizándolos al acabar y 15 y 30 minutos tras la sesión), junto a un estudio del lactato en sangre, un control de las pulsaciones y la escala de percepción subjetiva del esfuerzo (PSE), tras un ejercicio estandarizado de fatiga (*Yo-Yo Intermittent Endurance Test Level 2*) realizado por diez hombres y diez mujeres de varios equipos de fútbol semiprofesionales. Con esto concluyeron que el *square hop test* no se trata de un buen test para medir la fatiga y la recuperación ya que los resultados se vieron incrementados según avanzaba la fase de recuperación mientras que el *single hop for distance* sí que describió un descenso en sus resultados en la fase de recuperación pero no se observó una diferencia significativa justo al finalizar el ejercicio respecto a la valoración previa,

por lo que se trata de un test que, junto a otras medidas, puede ayudar a conocer la fatiga del deportista (26).

Por tanto, el objetivo de esta trabajo fue describir la evolución de los deportistas a lo largo de la semana competitiva, y por tanto determinar si realmente llegan al día importante de la semana, el de la competición, lo suficientemente preparados y recuperados físicamente como para afrontarlo con garantías y al máximo nivel. Además se estudiará la relación entre medidas subjetivas (PSE e índice Hooper) y objetivas (*single hop test for distance* antes y después del entrenamiento) de fatiga.

2. MÉTODO

2.1. Sujetos

En este estudio participaron un total de 15 deportistas (edad: 21.6 ± 4.0 años; peso: 86.4 ± 11.0 kg; altura: 1.9 ± 7.9 m), todos ellos jugadores del equipo masculino de balonmano, Juanfersa Grupo Fegar de la liga Asobal (máxima competición nacional).. Se excluyeron a los deportistas lesionados de larga duración, siendo incluidos los que se perdieron alguna sesión debido a lesiones puntuales.

Antes del comienzo del estudio, los jugadores fueron informados acerca de los objetivos y procedimientos diarios de realización, además de los beneficios y riesgos del estudio, aportando un consentimiento informado en el que aceptan el uso de los datos que se obtengan en este estudio. Se les explicó cómo debían de rellenar las escalas de Hooper y de intensidad del entrenamiento y como era el test que iban a realizar. Este último se les explicó gráficamente también y se les ejemplificó. El primer día fue de familiarización y práctica para que aprendieran como realizarlo.

2.2. Procedimiento

Antes del comienzo del periodo de estudio, los deportistas han sido familiarizados con la prueba de medición a realizar y con las escalas utilizadas durante el periodo de estudio. En la sesión inicial se les explicó de forma oral y mediante fotos en que consiste el test y como deben de rellenar las escalas.

El estudio consistió en un seguimiento de todos los entrenamientos semanales del equipo, un total de 4 entrenamientos semanales (lunes, martes, jueves y viernes, con descanso el miércoles) durante 3 semanas consecutivas durante la pretemporada del equipo.

Durante cada sesión de entrenamiento, los jugadores llegaron al vestuario 15 minutos antes del comienzo de la sesión de entrenamiento donde rellenaron la escala de bienestar (escala *Hooper Index*). A continuación, los jugadores realizaron un calentamiento estandarizado consistente en carrera suave, movilidad de tren superior (apertura y cierre de brazos, brazos arriba y abajo etc.), movilidad de tren inferior (rodillas al pecho, carrera lateral etc.), zancadas, saltos verticales, y finalmente saltos horizontales a una pierna hacia delante como medida de calentamiento específica para el test. Posteriormente realizaron *el single hop test for distance*, de manera monopodal con cada una de las extremidades, realizándose 3 repeticiones con cada una de ellas, con un descanso de 30 segundos después de cada salto. Durante la ejecución de la prueba, los sujetos comenzaron con la extremidad dominante para de esta manera evitar el efecto aprendizaje (27). Se realizaron primero los tres saltos con una extremidad y luego se realizarán con la otra extremidad, utilizándose el mejor valor de las 3 repeticiones para el análisis posterior. Una vez que todos los jugadores completaron el test comenzaron su entrenamiento habitual. Durante el mismo fue controlado el tiempo total de duración del

entrenamiento (min) como medida representativa del volumen de entrenamiento. Para evaluar la intensidad del entrenamiento, cada jugador de manera individual relleno la escala de PSE justo al finalizar el entrenamiento (26). Una vez finalizado el entrenamiento y sin realizar ningún descanso los jugadores repitieron el test *single hop test for distance* con el mismo procedimiento descrito anteriormente

Este procedimiento fue repetido cada día por parte de cada jugador exceptuando posibles lesiones previas o durante el entrenamiento, o ausencias en los mismos.

2.3. Variables dependientes

Single hop test for distance

Durante la realización de este test el sujeto se apoya en la pierna a testar en estático tras una marca colocada en el suelo, realiza el salto horizontal y aterriza sobre la misma pierna. Se permitirá la utilización de los brazos para impulsarse o para estabilizarse, sin que exista ninguna prohibición en cuanto al lugar hacia el que deben de mantener la mirada. La distancia del salto será medida hasta el talón del sujeto y respecto a una tira de medición que se ubicará en el suelo, contabilizándose la distancia (cm) de distancia entre ambas posiciones (23). Además de esto, tras el último salto, al aterrizar los deportistas deberán de mantener la posición al menos dos segundos sin desestabilizarse para que el salto se considere como válido.

Algunos de los criterios para valorar un salto como nulo serán: tocar el suelo con la extremidad contralateral a la evaluada, tocar el suelo con alguna de las extremidades superiores, perder el equilibrio o realizar un salto extra para estabilizarse. En el caso de que se realice un salto nulo, simplemente se le informará al deportista que lo ha realizado erróneamente y se le indicará que debe de repetirlo hasta que complete 3 saltos válidos (correctamente ejecutados).

Con esta metodología obtendremos las medidas de los saltos realizados a partir de los cuales observaremos la variación que se produce y la evolución de los mismos, a partir de los datos previos y posteriores al entrenamiento con cada una de las extremidades estudiadas. El rendimiento en la prueba *single hop test for distance* se ha expresado como la diferencia que encontramos en los saltos del hop test previos y posteriores, expresada en valores relativos (%) del máximo tanto en la pierna dominante como en la no dominante

Índice Hooper

La evaluación del estado de bienestar del deportista fue evaluada a través de la escala de bienestar o escala de Hooper (Figura 1). Antes del comienzo de cada sesión de entrenamiento, los participantes rellenaron la escala de bienestar, que aporta información del estado con el que el deportista afronta el entrenamiento (28). Esta herramienta está formada por cuatro ítems que el sujetos deberá valorar de 1 a 7, donde 1 corresponde con muy, muy bajo (muy, muy bueno en el caso del sueño) y el 7 corresponde con muy muy alto (muy, muy malo en el caso del sueño). Los ítems que tendrá que valorar serán: como ha sido el sueño de la noche anterior, que nivel de stress presenta, cual es el nivel de fatiga general que presenta y por último, si tiene algún dolor muscular local y el nivel de éste (este dolor se refiere a una zona localizada del cuerpo y no a una posible fatiga general que se valora en su ítem correspondiente). Cada deportista rellenó el cuestionario de manera individual en el vestuario antes de salir al entrenamiento y fue entregado al investigador antes del comienzo del mismo.

Sueño		Stress	
1	Muy, muy bien	1	Muy, muy bajo
2	Muy bien	2	Muy bajo
3	Bien	3	Bajo
4	Medio	4	Medio
5	Malo	5	Alto
6	Muy malo	6	Muy alto
7	Muy, muy malo	7	Muy, muy alto
Fatiga		Dolor muscular local	
1	Muy, muy bajo	1	Muy, muy bajo
2	Muy bajo	2	Muy bajo
3	Bajo	3	Bajo
4	Medio	4	Medio
5	Alto	5	Alto
6	Muy alto	6	Muy alto
7	Muy, muy alto	7	Muy, muy alto

Figura 1. Escala de valoración del bienestar previa al entrenamiento (Escala de Hooper).

Percepción Subjetiva del esfuerzo

La intensidad del entrenamiento fue evaluada a través de la percepción subjetiva del esfuerzo de los deportistas. En nuestro caso, la fatiga será generada por los entrenamientos preestablecidos que decida el entrenador cada día. Por lo tanto, para conocer como de intenso ha resultado cada entrenamiento utilizaremos la escala de intensidad subjetiva del esfuerzo (29) reportada por el deportista tras el entrenamiento. Con respecto al procedimiento de registro de la intensidad del entrenamiento, cada jugador de manera individual deberá rellenar la escala de percepción subjetiva del

esfuerzo justo al finalizar el entrenamiento (26). La escala consta de una valoración de 0 a 10, donde 0 es entrenamiento de recuperación y 10 es entrenamiento máximo, para evaluar la intensidad del entrenamiento desde el punto de vista de los jugadores (27).

2.4. Análisis

Los datos son presentados como medias y desviaciones estándar (\pm DS). Para la prueba de homogeneidad de las varianzas se utilizó el estadístico de *Levene*. Para estimar la presencia de diferencias significativas entre las diferentes sesiones estudiadas se ha realizado un análisis de ANOVA. En el estudio de las relaciones entre variables se ha utilizado el coeficiente de correlación de *Pearson*. Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el programa estadístico *SPSS 16.0 para Windows* y el nivel de significación admitido fue de $p < 0.05$.

3. RESULTADOS

Relación entre fatiga objetiva y subjetiva

Dentro de las distintas medidas y análisis que hemos realizado en las sesiones de entrenamiento, en la Figura 2 podemos observar la relación existente entre la prueba objetiva utilizada, el *single hop test for distance* y la PSE que manifestaron los deportistas medida en UA. En este caso encontramos una correlación significativa entre dicha intensidad subjetiva (PSE) y la diferencia en la prueba previa y posterior en ambas extremidades (%), la dominante ($r=0.480$; $p < 0.01$) y la no dominante ($r=0.465$; $p < 0.01$).

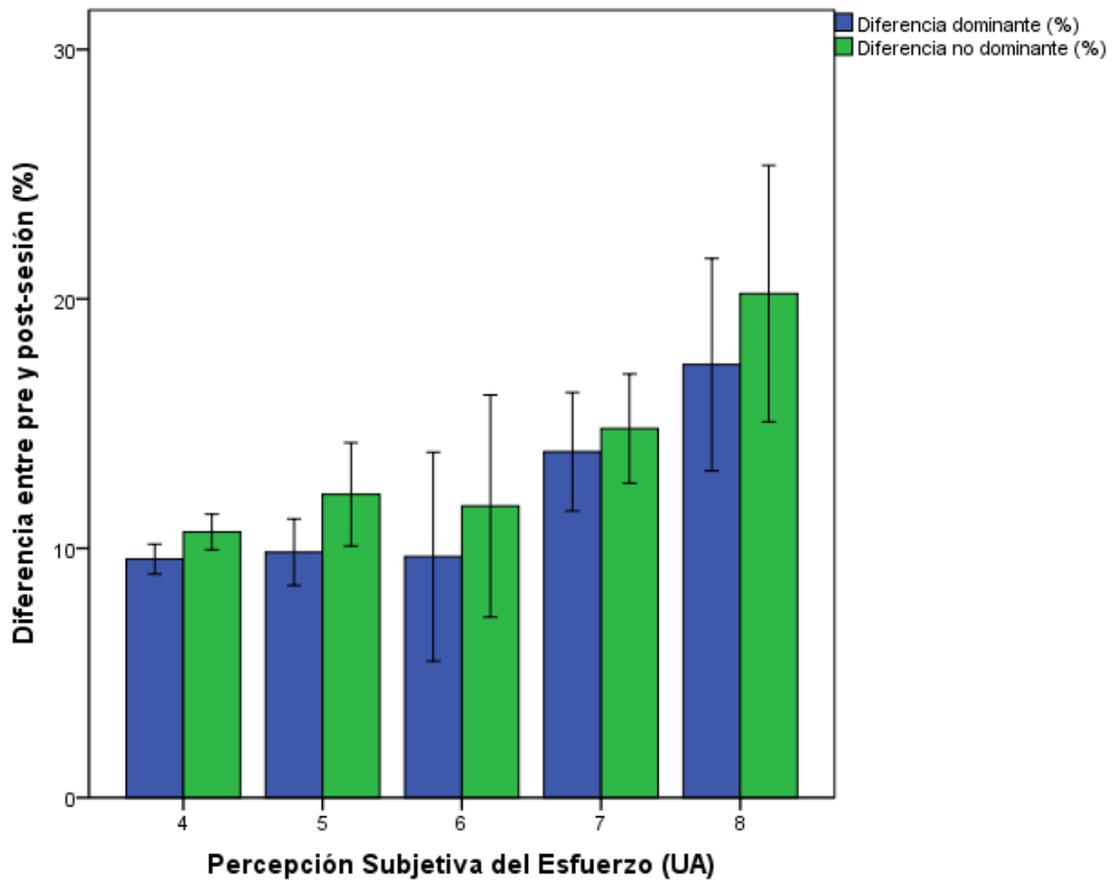


Figura 2. Media \pm DS de la diferencia pre-y post sesión en la prueba single hop test (%) en función de la percepción subjetiva del esfuerzo (PSE) manifestada por el deportista (UA).

Relación entre estado inicial y percepción de fatiga

La Figura 3 nos muestra la relación entre la fatiga general manifestada por los deportistas antes del comienzo de la sesión de entrenamiento (mediante una escala de Hooper) y la PSE que los deportistas han manifestado una vez finalizada las sesiones de entrenamiento. En este caso podemos observar que existe una correlación significativa entre la PSE y la fatiga previa al entrenamiento ($r=0.644$; $p<0.01$).

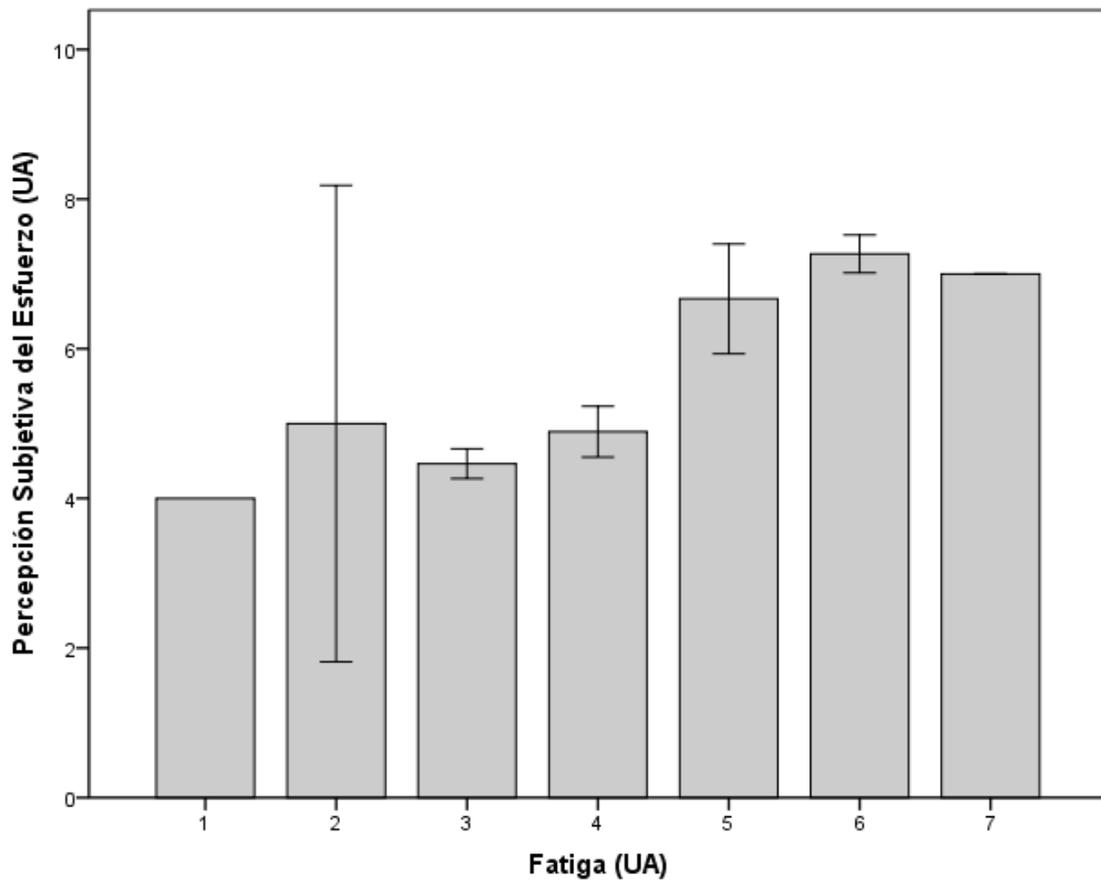


Figura 3. Media \pm DS de percepción subjetiva del esfuerzo (PSE) manifestada por el deportista (UA) al finalizar la sesión en función de la Fatiga (UA) manifestada previa a la sesión.

Además, la puntuación resultante de las 4 subescalas (suma de las 4 subescalas) también es significativamente mayor el viernes (13.9 ± 2.6) respecto al lunes (12.1 ± 1.9), presentando una correlación significativa ($r=0.474$; $p=0.000$) con la PSE manifestada por los deportistas una vez concluida la sesión de entrenamiento.

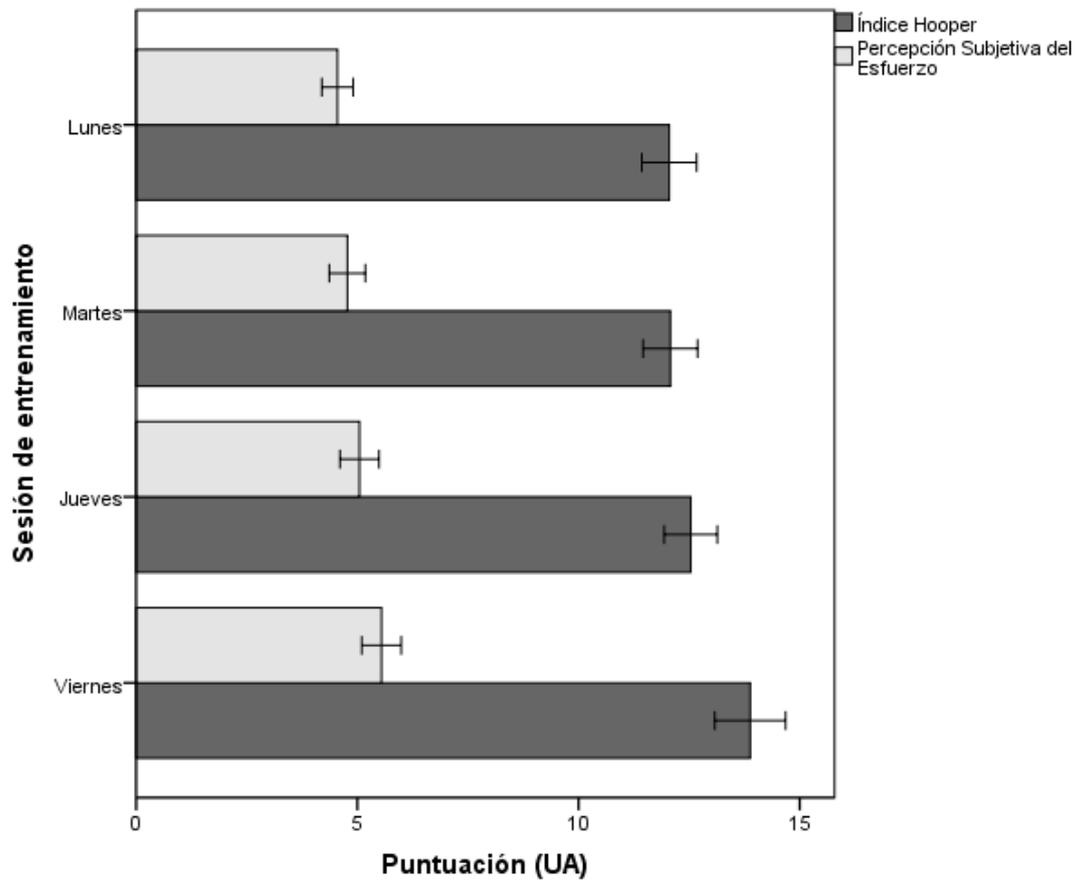


Figura 4. Puntuaciones obtenidas a través de la utilización del Índice Hooper y de la percepción subjetiva del esfuerzo lo largo del periodo preparatorio en un equipo de balonmano.

Relación entre la fatiga objetiva de ambas extremidades

En la Figura 5 observamos que existe una correlación significativa ($r=0.835$; $p<0.01$) entre la fatiga objetiva que obtenemos a partir de la diferencia de rendimiento en la prueba *single hop test for distance* previo y posterior (expresada en función del máximo obtenido por cada deportista) de la pierna dominante y de la no dominante.

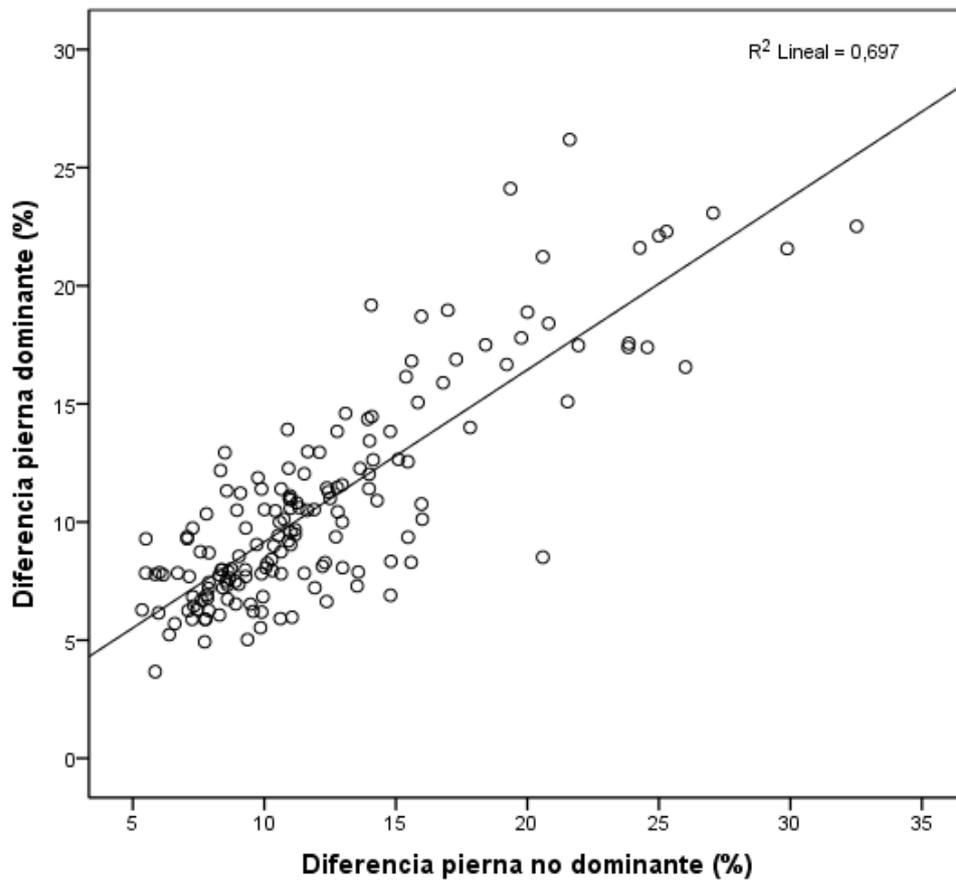


Figura 5. Relación entre la fatiga objetiva (resultado de la diferencia en el rendimiento de la prueba hop test pre y post sesión, expresada en función del máximo) de la pierna dominante y no dominante.

Evolución a lo largo de las sesiones

La Figura 6 nos muestra la fatiga objetiva obtenida durante las diferentes sesiones de entrenamiento que han sido estudiadas. Dentro de este estudio únicamente hemos encontrado diferencias significativas ($F=3.287$; $p<0.05$) en la semana número 2 y en la pierna dominante, con una notablemente mayor fatiga objetiva encontrada en la sesión del viernes (13.8 ± 5.2) con respecto a la sesión del martes de esa misma semana (9.1 ± 3.6 ; $p<0.05$).

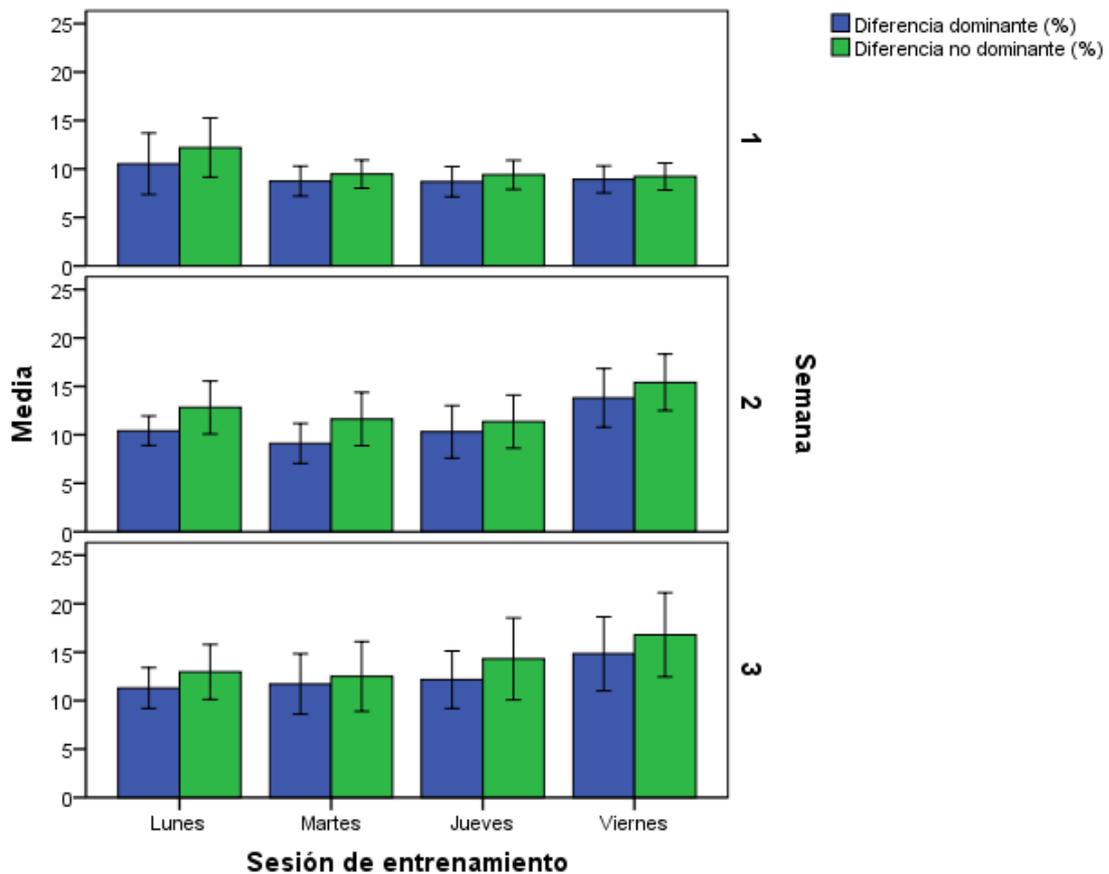


Figura 6. Media \pm DS de fatiga obtenida (resultado de la diferencia en el rendimiento de la prueba hop test pre y post sesión, expresada en función del máximo) tanto en la pierna dominante como en la no dominante durante todas las sesiones de entrenamiento estudiadas.

Por último tenemos la Figura 7 donde se muestra la fatiga subjetiva media (PSE) que los deportistas han manifestado a lo largo de todas las sesiones de entrenamiento que han sido estudiadas dividiéndolas en las 3 semanas de estudio y los días de las mismas. En este caso hemos encontrado diferencias significativas ($F=7.323$; $p<0.05$), ambas en la semana 3. Se trata del hallazgo de una fatiga subjetiva significativamente mayor en la sesión del viernes (6.4 ± 1.3) y de jueves (5.6 ± 1.3) con respecto a la sesión del lunes de esa misma semana (4.3 ± 0.8 ; $p<0.05$).

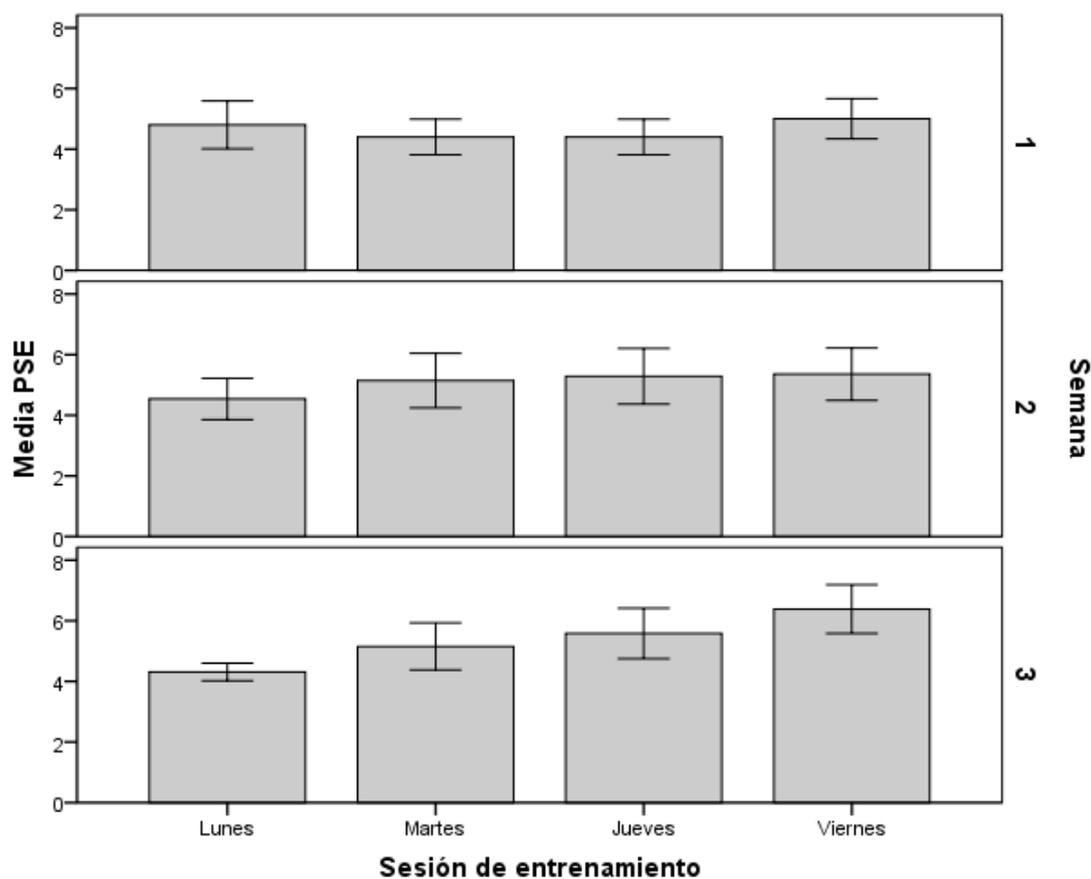


Figura 7. Media \pm DS de la fatiga subjetiva (PSE) manifestada por los deportistas posteriormente a todas las sesiones de entrenamiento estudiadas.

Las puntuaciones asignadas por los deportistas en la escala Hooper en función de la sesión de entrenamiento realizada pueden observarse en la Figura 8. Se observan diferencias significativas en la subescala de Stress ($F=4.507$; $p<0.01$), fatiga ($F=12.496$; $p<0.01$) y en la puntuación resultante o Índice Hooper ($F=6.898$; $p<0.01$). Así, en la sesión de viernes los deportistas perciben más stress (3.1 ± 0.7) con respecto a los valores reportados el martes (2.5 ± 0.8). En la sesión de lunes los deportistas reportan menor fatiga (3.0 ± 0.7) respecto a los valores obtenidos jueves (3.8 ± 1.0) y viernes (4.2 ± 1.2), presentando los viernes valores significativamente más elevados que los martes (3.3 ± 0.7).

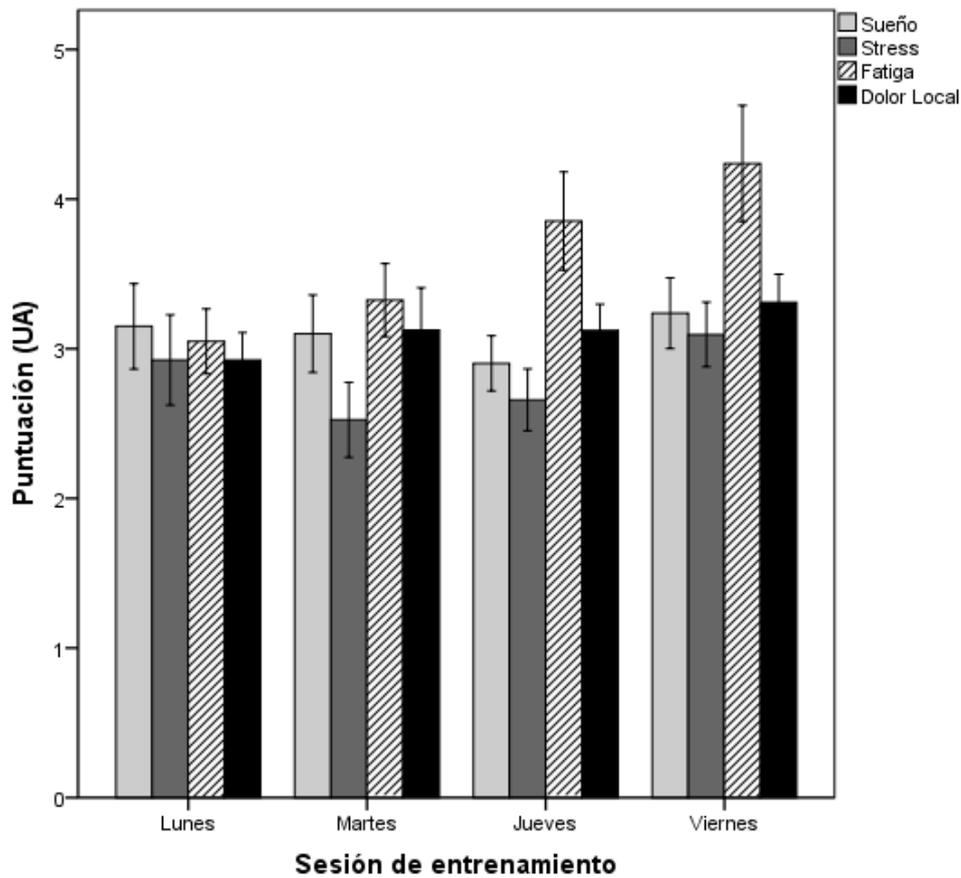


Figura 8. Puntuaciones obtenidas a través de la utilización de las diferentes subescalas del Índice Hooper en función de la sesión de entrenamiento evaluada.

4. DISCUSIÓN

El principal propósito de este trabajo fue conocer la evolución que manifestaba la fatiga durante las distintas sesiones y semanas de entrenamiento a través de indicadores objetivos y subjetivos de fatiga. La fatiga objetiva fue evaluada a través del test *single hop for distance*, utilizado como predictor de la fatiga el descenso de rendimiento manifestado en dicha prueba a lo largo de la sesión y expresado en función del máximo (%), mientras que la escala de Hooper y de la PSE pretendía conocer si

realmente son herramientas que se puedan utilizar para conocer la situación del deportista de forma subjetiva y que esta se ajuste a la medición objetiva (*single hop for distance*). La principal conclusión del mismo hace referencia a que tanto las escalas como el test de salto que hemos utilizado han mostrado ser unas medidas que, usándolas de manera conjunta permiten acercarse en gran medida a la situación real del deportista tanto antes como después de una sesión de entrenamiento, y pueden por tanto ser utilizadas para establecer un perfil de sesiones de entrenamiento más adaptadas a cada jugador y a cada momento de la temporada. Debemos contemplar que estas conclusiones pueden estar influenciadas por el momento de la temporada estudiado (pretemporada) y que por tanto únicamente pueden generalizarse o extrapolarse a momentos en los que no hay competición. Se requiere ampliar el estudio a la temporada completa competitiva (estudiando tanto el periodo preparatorio como el competitiva, y sus diferentes subperiodos) de cara a convertirlo en más más amplio y revelador, realizándolo de la misma manera e incluso con una batería mayor de test durante la época competitiva del equipo.

Una vez analizados los distintos datos obtenidos podemos decir que hemos encontrado que el uso de la escala de PSE es un buen indicador de la fatiga que el deportista sufre ya que tiene una relación directa con la disminución de la prueba objetiva hop test (de la diferencia entre el resultado previo y posterior), y por lo tanto puede aportarnos una información valiosa sobre la situación real del deportista desde su propia perspectiva. Cabe destacar que los entrenamientos no fueron siempre del mismo tipo, esto quiere decir que en ocasiones se trataban de entrenamientos en la pista de balonmano con balón, otras veces trabajo gimnasio con pesas y máquinas y otros ejercicios de carrera a distintas velocidades y condiciones. Esto no se ha visto reflejado en los datos obtenidos, sin apreciarse diferencia alguna (Figura 2), resultando esta

situación estar en contraposición a los que algunos estudios (30,31) han encontrado. Así, en deportes como el baloncesto o el fútbol la escala PSE es capaz de diferenciar entre las distintas tareas físicas que realicen los deportistas, bien siendo un trabajo general, específico intermitente, etc (30,31). Algo relacionado con esto y que podría ser objeto de estudio en el futuro sería realizar estas mediciones en día de competición para poder observar las diferencias con las sesiones de entrenamiento. Este tipo de estudios se han realizado destacando la diferencia de resultados y de actividad que realiza cada deportista teniendo en cuenta su posición en el campo (7).

Además de esto, se ha demostrado en el estudio la relación real que existe entre la fatiga previa subjetiva (a través de la subescala correspondiente del Índice Hooper) que reportan los deportistas y la que reportan tras el ejercicio (PSE), dando a entender así la influencia que puede tener la primera sobre la segunda y sobre el rendimiento del deportista dentro de la sesión. Este dato nos podría influir a la hora de la preparación de una sesión de entrenamiento para realizarla en función de la situación del deportista antes del entrenamiento. Estos resultados son contrarios a los datos hallados en estudios previos (27) en los que no se encuentra una relación significativa entre ambos métodos ya que la sesión PSE tan solo refleja la intensidad del ejercicio y no la fatiga general o el stress hallados previamente con la escala de Hooper.

Esta relación también ha sido observada desde el punto de vista del Índice de Hooper completo, puntuación obtenida tras la suma de los 4 ítems, encontrándose encontrado una correlación significativa ($r=0.474$; $p=0.000$) entre ambas medidas (Índice de Hooper y PSE). Además, respecto a su evolución a lo largo de la semana cabe destacar que el resultado es significativamente mayor el viernes respecto al lunes, lo que demuestra que ha existido una evolución pareja entre ambas medidas de estudio y

afianza aún más la teoría de la relación entre ambas, en contra de los estudios en los que no se muestra la influencia de las variaciones en el Índice de Hooper sobre la PSE (27).

Una vez analizado el Índice de Hooper (Figura 8) dentro de sus 4 subescalas (sueño, stress, fatiga y dolor local) cabe destacar que en las subescalas de stress y fatiga destacó sobre el resto el final de la semana (jueves y en especial viernes) respecto al inicio de la misma (martes) con datos significativamente mayores siendo esto interesante, especialmente teniendo en cuenta la coincidencia de este dato con la evolución hallada por la PSE y que vuelve a contradecir hallazgos previos (27).

Otra de las conclusiones que hemos obtenido ha sido la observación de la paridad que existe entre la extremidad dominante y no dominante en cuanto a cómo influye la fatiga sobre ellas, es decir, ambas evolucionan de manera similar según actúa sobre el deportista la fatiga, no encontrando diferencias significativas en como disminuye la puntuación máxima en el hop test entre ambas cuando aumenta la fatiga. Además parece que cuando los niveles son menores de fatiga, mayor es la igualdad contrastando con el hallazgo de diferencias entre las extremidades en otros estudios (32) donde la extremidad no dominante no mostraba diferencia entre las valoraciones pre y post-sesión.

Los datos obtenidos sugieren que el *single hop test for distance* es capaz de hallar diferencias entre los resultados previos al entrenamiento y justo al finalizar los mismos. Sin embargo, estudio previos (26) no han encontrado diferencias al realizar el *single hop test for distance* justo al finalizar el ejercicio, sino que las diferencias han aparecido al repetir el hop test 15 y 30 minutos después durante el periodo de recuperación. De esta forma, una mejora para el estudio sería repetir el hop test tiempo después de finalizar la sesión para así poder observar la evolución de la fatiga, conocer cómo recuperan los deportistas y si la paridad existente entre las dos extremidades

encontrada continúa, o por el contrario existe una recuperación más rápida en alguna de ellas que la desiguale.

Respecto a una visión global del estudio, en cuanto a la misma fatiga anteriormente comentada como objetiva, tan solo se ha encontrado una diferencia significativa a lo largo de las tres semanas de estudio, mientras que en lo que respecta a la fatiga observada desde la subjetividad encontramos dos días con diferencias significativas al resto, siendo los dos casos (fatiga objetiva y fatiga subjetiva) diferentes días. Esto quizás ponga en consideración la necesidad de ajustar más la escala subjetiva para intentar acercarse más aún a la realidad. Esto también puede tener que ver con la visión que cada deportista tiene de la fatiga y de como “puntuar” dicha fatiga en una escala, ya que pueden existir deportistas que evalúen por encima de la realidad y otro lo hagan por debajo por distintos motivos individuales (33), habiéndose sido sugerido que la escala PSE puede valer para el estudio del propio deportista pero no como comparación entre deportistas (33).

Como conclusión podemos definir a la escala de PSE como un método consistente para conocer la intensidad a la que ha trabajado un deportista durante una sesión, teniendo en cuenta que se trata de una medida que ha de ser diferenciada entre los deportistas ya que influyen multitud de factores individuales del sujeto (algunos de ellos se pueden prever usando la escala de Hooper, como stress o sueño previo) que ocasionan una distinta valoración de una misma sesión según el que la valore. Esta medida ha quedado demostrado que se complementa perfectamente con la escala de Hooper para conocer la situación del deportista previa al entrenamiento por lo que se podrían seguir siendo utilizados en futuros estudios, y además resultaría interesante a nivel informativo para el cuerpo técnico de los equipos de cara a adaptar la planificación deportiva de las sesiones, ajustándola a como cada deportista reacciona a cada

entrenamiento y como es su recuperación, con el propósito de individualizar y hacer más específica una sesión si se desea.

Además de esto, la PSE se ha relacionado con la prueba objetiva de fatiga que hemos realizado (hop test) demostrando de nuevo que es un indicativo muy correcto de la fatiga del deportista si bien es cierto y como hemos comentado anteriormente, la escala se podría conseguir más específica si tuviéramos en cuenta la modalidad de entrenamiento que se realiza por lo que esta puede ser una vía de estudio futuro interesante.

En cuanto a la observación de la fatiga objetiva de los deportistas se ha demostrado que el *single hop test for distance* realizado por ambas extremidades se trata de un test que muestra en gran medida la situación real del deportista como previamente se ha estudiado (26) y la evolución que sufre a lo largo de las distintas semanas, además ha mostrado una relación entre sí que rechaza cualquier idea en la que la dominancia del deportista influya en los test más allá de en el nivel cuantitativo. Estos datos nos dan la idea de que realizando una batería de test más amplia quizás los datos serían más ajustados a la realidad y se podrían sacar conclusiones más definitivas como ha sido demostrado en estudios previos (22,23)

Por otro lado, uno de los objetivos propuestos del estudio fue la observación de la evolución de la fatiga a lo largo de toda la semana para conocer su situación al final de la misma, en este caso de manera objetiva mediante los datos tan solo hemos observado esa evolución en la segunda semana donde quizás la recuperación haya sido peor y hayan llegado al final de la misma con mayor fatiga. Sin embargo desde el punto de vista subjetivo ha sido en la tercera semana donde hemos hallado que los deportistas consideran que ha aumentado su fatiga según transcurría la semana. Esta diferencia nos puede dar a entender que la carga de entrenamiento ha ido aumentando semana a

semana y ha sido en la tercera en la que los deportistas más lo han notado, cosa que no se refleja en los datos objetivos por lo que sería una buena opción aumentar la duración del estudio varias semanas para observar más detalladamente la relación que existe entre la visión de los deportistas y lo que luego reflejan en los distintos test.

REFERENCIAS

1. Freitas VH, Nakamura FY, Miloski B, Samulski D, Bara-Filho MG. Sensitivity of physiological and psychological markers to training load intensification in volleyball players. *J Sports Sci Med*. 2014 Sep;13(3):571–9.
2. Coutts A, Reaburn P, Piva TJ, Murphy A. Changes in selected biochemical, muscular strength, power, and endurance measures during deliberate overreaching and tapering in rugby league players. *Int J Sports Med*. 2007 Feb;28(2):116–24.
3. Abbiss CR, Laursen PB. Models to explain fatigue during prolonged endurance cycling. *Sports Med*. 2005;35(10):865–98.
4. Dal Monte A, Faina M, Mirri G. VIII Antonio Arrigo award. Fatigue and sport. *Funct Neurol*. 2002 Jan–Mar;17(1):7–10.
5. Póvoas SCA, Ascensão AAMR, Magalhães J, Seabra AF, Krstrup P, Soares JMC, et al. Physiological demands of elite team handball with special reference to playing position. *J Strength Cond Res*. 2014 Feb;28(2):430–42.
6. Póvoas SCA, Seabra AFT, Ascensão AAMR, Magalhães J, Soares JMC, Rebelo ANC. Physical and physiological demands of elite team handball. *J Strength Cond Res*. 2012 Dec;26(12):3365–75.
7. Karcher C, Buchheit M. On-court demands of elite handball, with special reference to playing positions. *Sports Med*. 2014 Jun;44(6):797–814.
8. Impellizzeri FM, Rampinini E, Coutts AJ, Sassi A, Marcora SM. Use of RPE-based training load in soccer. *Med Sci Sports Exerc*. 2004 Jun;36(6):1042–7.
9. Carter JB, Banister EW, Blaber AP. Effect of endurance exercise on autonomic control of heart rate. *Sports Med*. 2003;33(1):33–46.

10. Ordax JR, Terrados N. Métodos para la valoración de la actividad física y el gasto energético en niños y adultos..2006 ;XXIII (115) :365-377.
11. Rey E, Lago-Peñas C, Lago-Ballesteros J. Tensiomyography of selected lower-limb muscles in professional soccer players. *J Electromyogr Kinesiol.* 2012 Dec;22(6):866–72.
12. Reid A, Birmingham TB, Stratford PW, Alcock GK, Giffin JR. Hop testing provides a reliable and valid outcome measure during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Phys Ther.* 2007 Mar;87(3):337–49.
13. Brach JS, VanSwearingen JM, Newman AB, Kriska AM. Identifying early decline of physical function in community-dwelling older women: performance-based and self-report measures. *Phys Ther.* 2002 Apr;82(4):320–8.
14. Bellamy N, Kirwan J, Boers M, Brooks P, Strand V, Tugwell P, et al. Recommendations for a core set of outcome measures for future phase III clinical trials in knee, hip, and hand osteoarthritis. Consensus development at OMERACT III. *J Rheumatol.* 1997 Apr;24(4):799–802.
15. Jackowski D, Guyatt G. A guide to health measurement. *Clin Orthop Relat Res.* 2003 Aug;(413):80–9.
16. Alcock GK, Stratford PW. Validation of the Lower Extremity Functional Scale on athletic subjects with ankle sprains. *Physiotherapy Canada.* 2002;54(4):233–40.
17. Stratford PW, Goldsmith CH. Use of the standard error as a reliability index of interest: an applied example using elbow flexor strength data. *Phys Ther.* 1997 Jul;77(7):745–50.
18. Gotlin RS, Huie G. Anterior cruciate ligament injuries. Operative and rehabilitative options. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2000 Nov;11(4):895–928.

19. Borsa PA, Lephart SM, Irrgang JJ. Comparison of performance-based and patient-reported measures of function in anterior-cruciate-ligament-deficient individuals. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998 Dec;28(6):392–9.
20. Petschnig R, Baron R, Albrecht M. The relationship between isokinetic quadriceps strength test and hop tests for distance and one-legged vertical jump test following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998 Jul;28(1):23–31.
21. Fischer DA, Tewes DP, Boyd JL, Smith JP, Quick DC. Home based rehabilitation for anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Orthop Relat Res.* 1998 Feb;(347):194–9.
22. Noyes FR, Barber SD, Mangine RE. Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *Am J Sports Med.* 1991 Sep–Oct;19(5):513–8.
23. Daniel DM, Malcom L, Stone ML, et al. Quantification of knee stability and function. *Contemporary Orthopaedics.* 1982; 5:83–91.
24. Grindem H, Logerstedt D, Eitzen I, Moksnes H, Axe MJ, Snyder-Mackler L, et al. Single-legged hop tests as predictors of self-reported knee function in nonoperatively treated individuals with anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med.* 2011 Nov;39(11):2347–54.
25. Logerstedt D, Grindem H, Lynch A, Eitzen I, Engebretsen L, Risberg MA, et al. Single-legged hop tests as predictors of self-reported knee function after anterior cruciate ligament reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. *Am J Sports Med.* 2012 Oct;40(10):2348–56.

26. Ros AGM, Holm SE, Fridén C, Heijne AI-LM. Responsiveness of the one-leg hop test and the square hop test to fatiguing intermittent aerobic work and subsequent recovery. *J Strength Cond Res.* 2013 Apr;27(4):988–94.
27. Bolgla LA, Keskula DR. Reliability of lower extremity functional performance tests. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1997 Sep;26(3):138–42..
28. Haddad M, Chaouachi A, Wong DP, Castagna C, Hambli M, Hue O, et al. Influence of fatigue, stress, muscle soreness and sleep on perceived exertion during submaximal effort. *Physiol Behav.* 2013 Jul 2;119:185–9
29. Borg GA. Perceived exertion: a note on “history” and methods. *Med Sci Sports.* 1973;5(2):90–3.
30. Alexiou H, Coutts AJ. A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2008 Sep;3(3):320–30.
31. Scanlan AT, Wen N, Tucker PS, Borges NR, Dalbo VJ. Training Mode’s Influences on the Relationships Between Training-Load Models During Basketball Conditioning. *Int J Sports Physiol Perform.* 2014 Sep;9(5):851–6.
32. Yamada RKF, Arliani GG, Almeida GPL, Venturine AM, Santos CV dos, Astur DC, et al. The effects of one-half of a soccer match on the postural stability and functional capacity of the lower limbs in young soccer players. *Clinics (Sao Paulo).* 2012 Dec;67(12):1361–4.
33. Borresen J, Lambert MI. Quantifying training load: a comparison of subjective and objective methods. *Int J Sports Physiol Perform.* 2008 Mar;3(1):16–30.

ANEXOS

Nombre:

Fecha:

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

Fecha:

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

Fecha:

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

Fecha:

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

Nombre:

Fecha:

Sueño	
1	Muy, muy bien
2	Muy bien
3	Bien
4	Medio
5	Malo
6	Muy malo
7	Muy, muy malo

Stress	
1	Muy, muy bajo
2	Muy bajo
3	Bajo
4	Medio
5	Alto
6	Muy alto
7	Muy, muy alto

Fatiga	
1	Muy, muy bajo
2	Muy bajo
3	Bajo
4	Medio
5	Alto
6	Muy alto
7	Muy, muy alto

Dolor muscular local	
1	Muy, muy bajo
2	Muy bajo
3	Bajo
4	Medio
5	Alto
6	Muy alto
7	Muy, muy alto

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Don: _____ mayor de edad con DNI nº _____

MANIFIESTO:

Que he sido informado por Alejandro Laureiro Vigil mayor de edad con DNI nº 53646941Q sobre los detalles del estudio de investigación a realizar, comprendo y estoy satisfecho con la información recibida contestándome a todas las preguntas que he considerado conveniente que me fueran aclaradas.

En consecuencia, doy mi consentimiento, para la realización de dicho estudio de investigación.

Por ello, autorizo a Alejandro Laureiro Vigil para llevar a cabo el estudio de investigación utilizando información de las distintas actividades requeridas además de material audiovisual.

Lo que firmo en Gijón a 8 de Septiembre de 2014

Firma