



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

Facultad de Ciencias de la Educación



Trabajo Fin de Grado en Ciencias del Deporte y la Actividad Física.

Convocatoria Junio 2019

**Medida del nivel de fatiga en futbolistas juveniles mediante App móvil
y el Rango de Esfuerzo Percibido.**

**Measurement of the level of fatigue in youth footballers through
Mobile App and the Range of Perceived Effort.**

Autor/a: Jose Luis Espejo Martín

Tutor/a: Gracia María Castro De Luna

Resumen

Introducción: La fatiga es un pilar básico en el proceso del entrenamiento, y es una variable que hay que medir y controlar. Hay distintos métodos para cuantificar la carga y la fatiga, pero en su mayoría son costosos y fuera del alcance para clubes de fútbol con bajo presupuesto, por lo que se plantea el uso de App en el móvil para calcular dicha carga mediante la medición del salto con contramovimiento (CMJ).

Objetivo: El objetivo de este estudio es comparar los resultados de la percepción subjetiva del esfuerzo de los jugadores con la pérdida de salto en el CMJ medido mediante la App “MyJump2” tras un entrenamiento, comprobando así la fiabilidad de esta como método para medir la fatiga y la carga interna de dicho entrenamiento.

Método: Se realizará la primera medida del CMJ, pre-entrenamiento, tras realizar un calentamiento, y la segunda medida del CMJ tras haber concluido dicho entrenamiento. Se compara la pérdida de salto antes-después, y se relaciona con el valor del rango de percepción del esfuerzo (RPE), usando la escala de Borg, que los jugadores han percibido sobre el entrenamiento. De cada salto realizarán 2 repeticiones, y se selecciona con la mejor marca.

Resultados: Los resultados reflejan una relación lineal entre la percepción de la intensidad del entrenamiento y el % de pérdida en el salto. El uso de App para medir el CMJ es un método efectivo para medir la fatiga en futbolistas.

Palabras clave: Salto con Contramovimiento, App Móvil, Fatiga, Rango de Esfuerzo Percibido, Futbolistas juveniles.

Abstract

Introduction: Fatigue is a fundamental pillar in the training process, so it is a variable that must be measured and controlled. There are different methods to quantify the internal load and fatigue, but most of these methods are expensive and out of reach for football clubs with a low budget, so the use of a mobile app is used to calculate this load by measuring the countermovement jump (CMJ).

Objective: The objective of this study is to compare the results of the subjective perception of effort in players with the loss of height in the jump in the CMJ measured by the app "MyJump2" after a football training session, thus checking the reliability of this, as a method to measure fatigue and the internal load of that training.

Method: The first CMJ measure will be made, pre-training, after a warm-up, and the second CMJ will be measured after having completed the training. The jump height loss before-after is compared, and is related to the value the range of perception of the effort (RPE), using the Borg scale, that the players have perceived about the training. Each jump will make 2 repetitions, and the best one is selected.

Results: The results reflect a linear relationship between the perception of training intensity and the percentage of loss in the jump. The use of App to measure the CMJ is an effective method to measure the fatigue in soccer players.

Keywords: Jump with Counter-movement, Mobile App, Fatigue, Range of Perceived Effort, Youth Footballers.

ÍNDICE

Resumen	1
Introducción.....	4
Objetivos.....	7
Método.....	7
Diseño.	7
Aspectos éticos.	8
Participantes.....	8
Protocolo.....	8
Evaluación.	9
Análisis estadístico	10
Resultados.....	11
Discusión.	15
Conclusión.....	16
Bibliografía.....	17
Anexos:.....	20

Introducción

El entrenamiento deportivo es un proceso de adaptaciones progresivas con las que se busca una mejora en el rendimiento deportivo a través de una secuencia de cargas, trabajos y periodos de recuperación. La correcta alternancia entre la carga y la recuperación conlleva a estimular el sistema de la manera deseada y aumentar su potencial (Suay i Lerma, 2003).

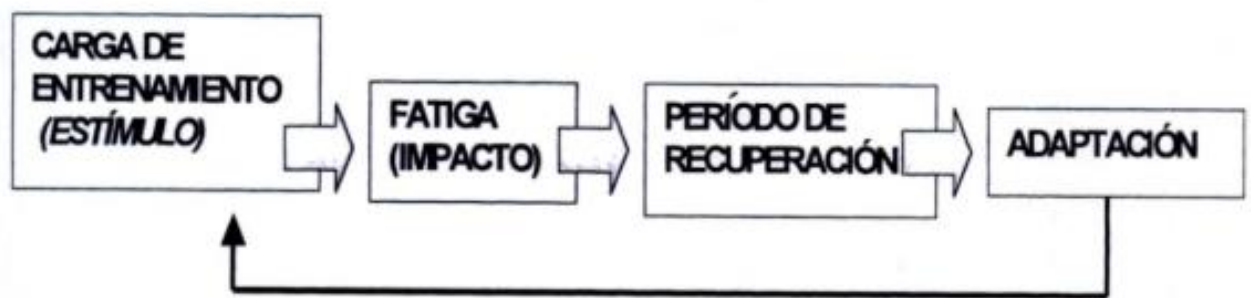


Figura 1: Etapas en el proceso del entrenamiento deportivo, (adaptado de “El proceso del entrenamiento deportivo” de Suay i Lerma, F. (2003), *El Síndrome de Sobreentrenamiento: Una Visión Desde la Psicobiología Del Deporte*).

En la Figura 1 se ilustra el proceso de entrenamiento, donde se observa que la fatiga supone un pilar básico en dicho proceso. A pesar de haberla experimentado alguna vez y ser conscientes de esta, se trata de un concepto difícil de definir. Respecto a la fatiga muscular, se necesita saber a qué aspecto del rendimiento afecta, en este caso las manifestaciones más obvias se presentan como disminución de la fuerza máxima y una disminución de la respuesta muscular. (Sesboüé & Guincestre, 2006). Si las cargas no se regulan de manera adecuada, y la fatiga se prolonga en el tiempo, se sobrepasa la capacidad de regeneración de los sistemas intervinientes en el esfuerzo en cuestión, cabe la posibilidad de que el deportista caiga en un estado de fatiga crónica llamado Síndrome de sobreentrenamiento, donde el organismo llega a saturarse desembocando en una pérdida del rendimiento deportivo e incluso acarreado algún tipo de lesión (Suay i Lerma, 2003). En la Figura 2 se ubican las principales causas del Síndrome de sobreentrenamiento:

- Error en la organización de las estructuras del entrenamiento.
- Requerimientos técnicos complejos sin las pausas de recuperación necesaria.
- Participación en competiciones de alto requerimiento.
- Alteraciones frecuentes de los hábitos de vida por la práctica deportiva.
- Aumento muy rápido de la carga de entrenamiento (V/V/D).
- Insuficiencia de las pausas entre sesiones.
- Solicitación demasiado elevada en la vida profesional.
- Conflictos sociales o afectivos.
- Excesos tóxicos (alcohol, tabaco, drogas, doping), sexuales y dietéticos.
- Alteraciones psíquicas (ansiedad, estrés, depresión, etc.).
- Alteraciones del sueño (insomnio o factores ambientales).
- Excesiva motivación.
- Enfermedades (infecciones, anemias y procesos patológicos en general).
- Deficiencia calórica, de hidratos, fe, etc.
- Estrés calórico.

Figura 2: Causas del síndrome de sobreentrenamiento, (extraído de Suay i Lerma, F. (2003), *El Síndrome de Sobreentrenamiento: Una Visión Desde la Psicobiología Del Deporte*).

De los anteriores factores que provocan el síndrome de sobreentrenamiento, hay varios que dependen directamente del entrenador, entre los que destaca la organización respecto a la carga del entrenamiento. Por tanto se identifica que es un factor crucial en cuanto a rendimiento se refiere, y se debe medir y cuantificar a la hora de planificar un entrenamiento o temporada deportiva, para evitar lesiones, estados de sobreentrenamiento o bajadas de rendimiento.

Uno de los principales métodos que se mas uso tiene, es la medida de la frecuencia cardiaca durante el ejercicio para controlar la carga del entrenamiento. La utilización de este método está basado en la relación lineal entre la intensidad, el consumo de oxígeno y la propia frecuencia cardiaca (Black, Hopkins, Lee, & Walsh, 1991). Sin embargo este método requiere el uso de pulsómetros para registrar dicha frecuencia, normalmente con un registro cada 5 segundos.

Otro método que se usa normalmente es el de la concentración de lactato sanguíneo, el cual es sensible a cambios de la intensidad y duración del ejercicio (Beneke, Leithäuser, & Ochentel, 2011). El cual requiere tomas de sangre en el entrenamiento o tras finalizarlo, lo que lo convierte en una prueba invasiva además de las herramientas muy específicas para medir dichos niveles de lactato en sangre.

El rango de percepción del esfuerzo, RPE, desarrollado por (Foster, 1998), se presenta como un método más para calcular dicha carga interna. Este se basa en multiplicar la RPE del deportista, usando la escala de Borg (de 1 a 10), por la duración del entrenamiento en minutos. Se trata de un método validado y contrastado con la literatura (Foster, 1998). Al ser un método que no requiere ningún material de campo, resulta ser un método sumamente útil para medir la carga interna sin necesidad de un gran presupuesto, por lo que lo usaremos en este estudio para realizar una comparativa de fiabilidad.

La alternativa a estos métodos es el control de la pérdida de salto en el CMJ (P. Jimenez-Reyes, Cuadrado-Peñañiel, & Gonzales-Badillo, 2011; Sánchez-Medina & González-Badillo, 2011). Se sabe que “las pérdidas en CMJ se podrían considerar como un buen indicador de la fatiga por depender muy directamente, al igual que los sprints, de factores neurales y por su relación con las distancias recorridas”. Se puede concluir que controlar la altura del salto puede ayudar a controlar la fatiga de los deportistas en entrenamientos tanto de velocidad como de fuerza. Por tanto mediante el CMJ podemos medir la fatiga sin llegar a usar el método de la medida de niveles de lactato en sangre o de la frecuencia cardíaca de una manera eficiente y precisa. Sin embargo en el estudio de González – Badillo estas medidas del CMJ se produjeron con una plataforma de salto, herramienta muy costosa, por lo que para ciertos equipos de categorías bajas resulta algo impensable. Las Apps móviles suponen una alternativa a muy bajo coste.

A día de hoy es innegable el gran avance tecnológico que ha habido en la última década, sobre todo en el ámbito de los Smartphone y en el desarrollo de App de todo tipo. Tal es así que según el informe “Mobile en España y en el Mundo 2018” realizado por la empresa de marketing y tendencias Ditrendia (2018), las app ocupan el 80% del tiempo que empleamos usando el móvil, y según la encuesta (Hootsuite & We Are Social, 2019) se sabe que el 87% de los españoles tiene acceso a un smartphone, lo cual

nos indica lo extendido que está actualmente el uso de App y Smartphone en nuestro país.

Las app enfocadas al deporte son todo un éxito y cada vez tienen una mayor importancia en este sector. Su gran atractivo viene dado en primer caso por el gran número de personas que tienen acceso a un smartphone seguido de su facilidad de uso, la fiabilidad de la que disponen, la cual va en aumento, y sobre todo por su precio tan bajo siendo en la mayoría de casos gratuito.

En este estudio se utilizó la app “My Jump 2”, desarrollada por Carlos Basalobre, Doctor en Ciencias del Deporte. Dicha aplicación móvil es capaz de medir correctamente el CMJ con unos valores muy preciso y se encuentra disponible en “Play Store” para dispositivos “Android” y en “App Store” para dispositivos “Apple” por el precio de 10,99€, lo que se considera un precio asequible en teniendo en cuenta las funciones que ofrece.

Objetivos.

En el presente estudio se tiene como objetivo general medir la fatiga que un entrenamiento de fútbol 11 provoca en dichos futbolistas a través la app móvil My jump 2. Los objetivos secundarios a evaluar son el salto vertical pre y postentrenamiento junto con la pérdida de altura de este tras dicho entreno, recoger el carácter subjetivo del esfuerzo (RPE) de los jugadores sobre la sesión de entrenamiento y por último comprobar a través del RPE la fiabilidad de las pérdidas de salto en el CMJ medidas la app anteriormente mencionada.

Método.

Diseño.

Se calculó la pérdida de velocidad y de altura en el salto, debido a la fatiga que el entrenamiento le provoca al deportista, comparando la marca en el CMJ pre-entreno, y la marca post-entreno, obteniendo todas estas medidas a través de la App “MyJump2”. Se comparó la pérdida de CMJ con la marca de RPE, a través de la escala de Borg ya que Herman, Foster, Maher, Mikat, & Porcari (2017) respaldan la validez y confiabilidad del método de la sesión RPE para monitorear la intensidad del ejercicio.

De esta manera se comprobó así si hubo correlación entre la pérdida de salto y la percepción subjetiva sobre la carga y por tanto concluyendo en la carga y fatiga que el entrenamiento les supuso. Antes de realizar la primera toma del CMJ los jugadores realizaron un calentamiento previo, compuesto por 10 minutos de carrera continua a un ritmo medio seguido de movilidad articular y estiramientos dinámicos. Cada deportista realizó 2 intentos por salto de los cuales se escogió la mejor, en ambos CMJ. El entrenamiento en este caso es un entreno de intensidad media basado principalmente en ejercicios con balón propuesto por el entrenador del equipo.

Aspectos éticos.

Una vez informados del estudio detalladamente, firmaron la aprobación de consentimiento los que eran mayores de edad, y los menores fueron los tutores legales quienes dieron el consentimiento y firmaron la aprobación presente en el Anexo II y Anexo III.

Participantes.

En el presente estudio se analizaron a 17 futbolistas juveniles, en su mayoría menores de edad, (Edad: $16,71 \pm 0,77$ años, Altura: $177,71 \pm 7,183$ cm, Peso: $69,64 \pm 5,5$ kg, IMC: $22,08 \pm 1,6$ kg/m²) actualmente activos, que participan en la categoría Preferente perteneciendo a la Unión C.D. la Cañada Atlético, todos ellos residentes de la provincia de Almería.

Criterios de Exclusión.

Aquellos jugadores que no se encontraban dentro de la provincia de Almería, Además se excluyeron personas con discapacidad física, sensorial o psíquica, así como los jugadores que se encontraban lesionados o hubieran tenido una lesión previa que le haya incapacitado para hacer deporte en el último mes.

Protocolo.

Para llevar a cabo el siguiente estudio todos los participantes debieron de presentarse con ropa y calzado deportivo, tanto a la evaluación pre-test y post-test como a la evaluación (totalidad del estudio). La recogida de los datos personales de cada participante se realizó en la primera cita. Las pruebas de evaluación tuvieron una duración total de dos días. El orden a seguir fue el siguiente:

Día 1 (semana 1): Familiarización con el ejercicio del CMJ con su correcta ejecución y toma de datos sobre los usuarios.

Día 2 (semana 2): Evaluación del CMJ pre-entreno realizado después de un calentamiento previo, la realización del entrenamiento establecido por el entrenador de manera rutinaria y posteriormente la evaluación del CMJ post-entreno seguido de la toma del RPE de manera individual.

El motivo por el cual los atletas tuvieron una semana de descanso entre ambas mediciones fue garantizar la máxima optimización del estado muscular de las mismas, para así, contar con una presencia en igualdad de condiciones de fatiga muscular del conjunto. En el Anexo I, encontramos el plan de trabajo de todo el proyecto y su distribución temporal.

Evaluación.

Se realizó con la aplicación móvil My Jump 2. Se trata de una aplicación móvil que funciona con cualquier dispositivo con iOS 9 o superior o Android 6 o superior. Está desarrollada científicamente para medir la altura del salto vertical. Se encuentra validada por distintos investigadores en ciencias del deporte, “My Jump 2” ofrece mediciones tan fiables como una plataforma específica de medida de fuerzas (Balsalobre-Fernández, Glaister, & Lockey, 2015).

My Jump 2 usa la cámara del dispositivo en el que se encuentre para grabar vídeos en cámara lenta de los diferentes saltos. Posteriormente se tiene que seleccionar las imágenes de despegue y contacto y la propia app da un valor de salto vertical preciso, válido y fiable, al igual que hace las plataformas de fuerzas o infrarrojos. Además, calcula el perfil de fuerza, velocidad y potencia de los saltos, así como otras variables de importancia como el tiempo de contacto, el stiffness o el índice de fuerza reactivo de una manera sencilla pero precisa. Las variables numéricas medidas fueron:

Salto con contramovimiento (CMJ):

“El Counter movement jump (salto con contramovimiento) se realiza partiendo el sujeto desde una posición erguida y con las manos en las caderas. A continuación se realiza un salto hacia arriba por medio de una flexión seguida lo más rápidamente de una extensión de piernas. La flexión de las rodillas debe llegar hasta un ángulo de 90 grados y hay que evitar que el tronco efectúe una flexión con el fin de eliminar

cualquier influencia positiva al salto que no provenga de las extremidades inferiores. Las piernas durante la fase de vuelo deben estar extendidas y los pies en el momento de contacto con la plataforma se debe apoyar en primer lugar la zona del metatarso y posteriormente la parte posterior del pie” (Centro de Medicina del Deporte, 2019)

Rango de Esfuerzo Percibido (RPE):

Se trata de uno de los métodos más sencillos que sustituye a la medición de la frecuencia cardiaca para medir la carga interna que produce el entrenamiento, validado y propuesto por (Foster et al., 1995; Foster, 1998) en atletas de resistencia, como también para monitorizar la intensidad en entrenamientos de fútbol (Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi, & Marcora, 2004)

Dicho método se basa en la multiplicación del esfuerzo percibido a lo largo del entrenamiento, usando la escala de Borg (del 1 al 10), por el tiempo total de la sesión de dicho entrenamiento, derivando así en un índice de carga interna de entrenamiento. La naturaleza psicobiológica del RPE puede ser sumamente útil a la hora de prevenir el síndrome de sobreentrenamiento, debido a su naturaleza multifactorial (Borg, 1982). Martin y Andersen (2000) sugieren que el RPE podría ser más sensible a la fatiga acumulada que al ritmo cardiaco, por tanto es un excelente indicador de la fatiga que el jugador posee en ese momento. Este método tan sencillo se presenta como otra herramienta de gran valor para la figura del entrenador en cuanto al proceso de cuantificación de la carga interna, y gracias a su sencillez es aplicable a todos los niveles.

Análisis estadístico

Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el software informático IBM SPSS para Windows, versión 25 Armonk, NY: IBM corp.), estableciendo $p < 0,05$ como nivel de significación. Se analizaron los test de normalidad de Kolmogorov Smirnov utilizando los test paramétricos T para muestras relacionadas en los casos de variables que siguieran una distribución normal

Resultados.

Las características demográficas del grupo que ha realizado la evaluación del estudio se presentan en la Tabla 1. Se indica la edad, peso, altura e IMC por un lado, además de la variable “Longitud Pierna” la cual se refiere a la distancia desde el trocánter mayor del fémur hasta la puntas de los pies, con el atleta tumbado boca arriba y una flexión plantar total, además de la última variable llamada “Altura90*” referida a Distancia vertical entre el trocánter mayor del fémur y el suelo en la posición de inicio del salto vertical, con las rodillas flexionadas en 90*. En el Anexo IV están representadas todas las variables del estudio junto con su explicación y la unidad de medida de estas.

Tabla 1: Datos Demográficos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv Standart
Edad	17	16	18	16.71	0.77
Peso	17	62.30	81.50	69.63	5.50
Altura	17	168	194	177.71	7.18
IMC	17	19.26	24.30	22.07	1.60
Longitud Pierna	17	105	122	113.00	5.13
Altura90*	17	75	96	83.35	5.25

Se aprecia una relación lineal entre la percepción de la intensidad del entrenamiento y el % de pérdida en el salto. Destaca el hecho de que haya valores cercanos a 0 y la presencia de un valor negativo. Esto se puede dar porque el sujeto en cuestión no haya realizado correctamente el calentamiento previo a la medida pretest y lo haya realizado “frío” o por un fallo de intensidad en la propia ejecución del primer CMJ lo que produce que esta marca resulte inferior a lo previsto. Otra razón puede deberse a que dicho entrenamiento no se ha supuesto una fatiga notable y por tanto no se produce una bajada considerable del CMJ, llegando incluso a subir la marca.

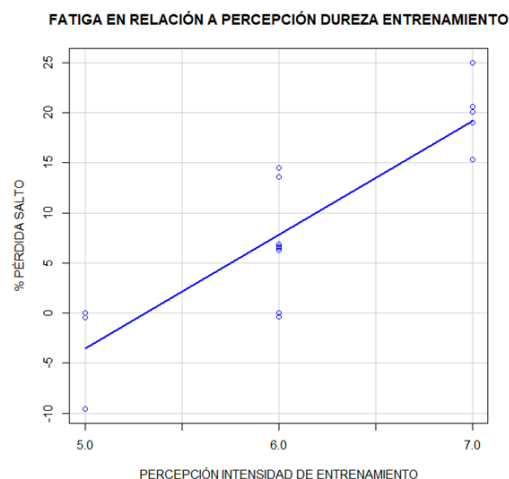


Gráfico 1: Fatiga según percepción intensidad de entrenamiento

La tabla 2 recoge las medias y desviaciones standart entre los parámetros de salto antes y después del entrenamiento realizado por los jugadores. Se aprecia una disminución en cada uno de los parámetros, en las medidas postentrenamiento.

Tabla 2: Medias y desviación standart de las variables de salto medidas antes y después del entrenamiento

		Media	Desv Standart	Error Standart
Par 1	Fuerza_1	1523.63	236.77	57.42
	Fuerza_2	1441.78	178.29	43.24
Par 2	Velocidad_1	1.32	0.10	0.02
	Velocidad_2	1.26	0.07	0.018
Par 3	Potencia_1	2037.63	458.85	111.29
	Potencia_2	1828.86	300.81	72.96
Par 4	Altura_Salto_1	0.36	0.05	0.01
	Altura_Salto_2	0.33	0.04	0.01
Par 5	Tiempo_vuelo_1	0.54	0.04	0.01
	Tiempo_vuelo_2	0.51	0.03	0.01

La tabla 3 realiza un análisis de la T de Student para muestras relacionadas, tras comprobar el test de normalidad de Kolmogorov_Smirnov de cada variable, donde se observan diferencias estadísticamente significativas entre todas las variables antes y después del entrenamiento.

Tabla 3: Análisis bivariante: Test T en muestras apareadas

		Diferencias entre pares					t	gl	Signific (p)
Par		Media	Desv Standart	Error Standart	95%Intervalo confianza				
					Lim Inferior	Lim Superior			
1	Fuerza_1 Fuerza_2	- 81.84	96.26	23.35	32.35	131.33	3.50	16	0.003*
2	Velocidad_1 Velocidad_2	- 0.06	0.07	0.02	0.02	0.10	3.55	16	0.003*
3	Potencia_1 Potencia_2	- 208.76	251.48	60.99	79.46	338.06	3.42	16	0.003*
4	Altura_Salto_1 Altura_Salto_2	- 0.03	0.04	0.01	0.01	0.05	3.46	16	0.003*
5	Tiempo_vuelo_1 Tiempo_vuelo_2	- 0.02	0.03	0.01	0.01	0.04	3.55	16	0.003*

*Estadísticamente Significativo $p < 0.05$

Por último en la gráfica 2 podemos observar que se incrementa la fatiga de manera significativa en deportistas con IMC mayor de 21($p < 0.05$), esto se puede deber a que el peso corporal extra induzca una mayor fatiga en el deportista tras un ejercicio prolongado

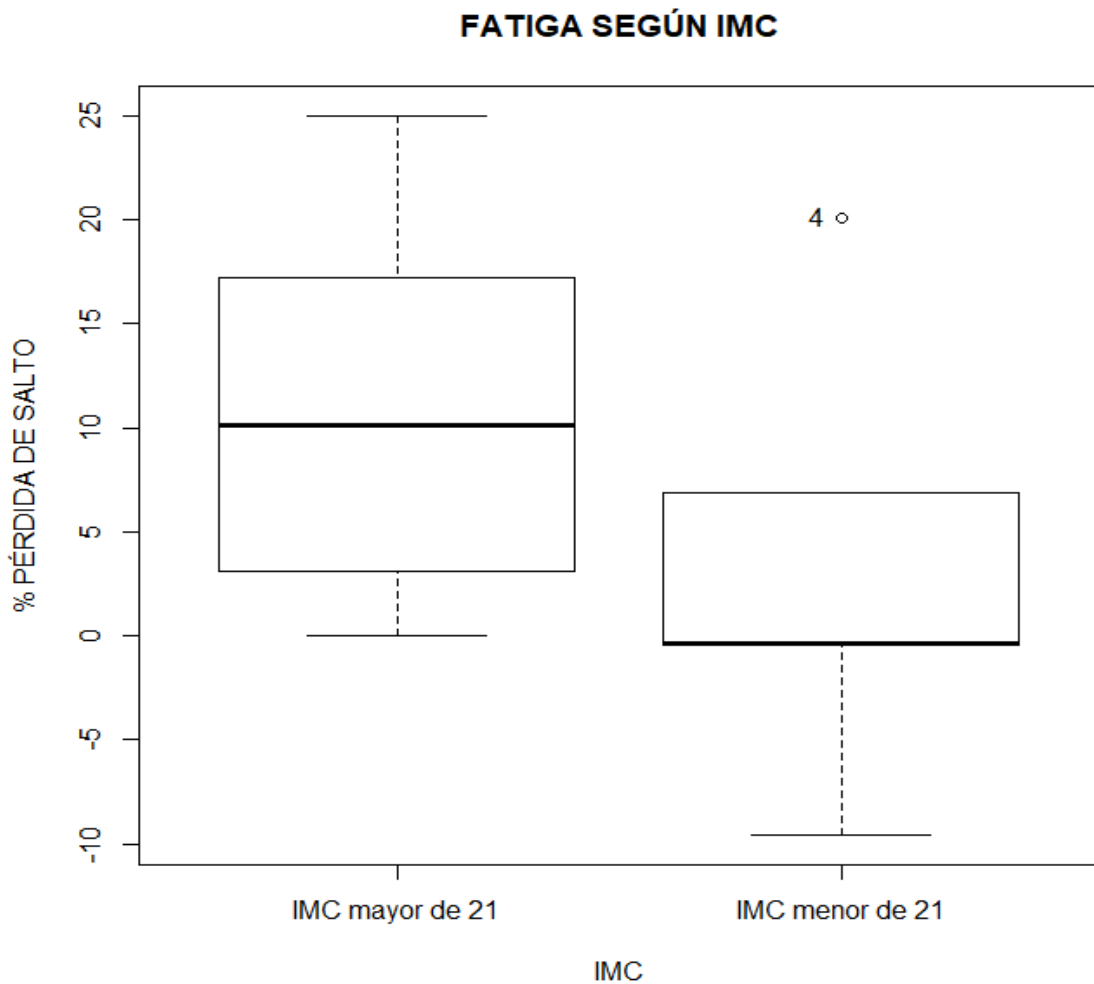


Gráfico 2: Fatiga según IMC

Discusión.

El objetivo de este estudio ha sido comparar los resultados de la percepción subjetiva del esfuerzo de los jugadores con la pérdida de salto en el CMJ medido mediante la app “MyJump2” tras un entrenamiento. Cabe destacar el hallazgo de una relación lineal entre el porcentaje de pérdida de salto en el CMJ tras realizar el entrenamiento y la percepción subjetiva de los jugadores sobre dicho entrenamiento. Coincidimos con Jiménez-Reyes (Jiménez-Reyes, Cuadrado-Peñañiel, & González-Badillo, 2011) en que la fatiga ocasionada en el entrenamiento por los sprints y demás acciones presentes en el entrenamiento han provocado una pérdida en el CMJ. Las pérdidas de CMJ difieren de las de dicho autor debido a que en el fútbol encontramos acciones con predominio de carácter aeróbico (Bangsbo, Mohr, & Krusturp, 2006) junto con una serie de diferentes acciones como correr, esprintar o saltar (Mohr, Krusturp, & Bangsbo, 2003; Stølen, Chamari, Castagna, & Wisløff, 2005), lo que provoca que en conjunto desemboque en una carga multifuncional y no sea tan específico como en el método de su estudio donde la fatiga solo se ocasionaba gracias a sprints de diferentes distancias, como debido a la diferencia de las características físicas entre los sujetos de ambos estudios, velocistas y futbolistas de diferentes edades. En nuestro estudio destacan sobre todo la reducción de la potencia y la fuerza ejercida en el salto antes – después del entrenamiento

En cuanto a las limitaciones del estudio encontramos, que debido a la falta de presupuesto, no hemos podido realizar la comparativa de la reducción de CMJ con una plataforma de Salto como en el caso de los autores (Jiménez-Reyes et al., 2011), lo cual nos hubiese permitido comprobar con mayor certeza la fiabilidad a la hora de medir el CMJ con la App móvil, además de disponer de mayor número de variables.

Cabe destacar el sesgo que hemos tenido debido a los participantes, ya que algunos de estos no han tenido la actitud ni la motivación correcta frente al estudio como al entrenamiento en sí. El entrenador nos advirtió de que esta actitud se llevaba prolongando algún tiempo debido a una cuestión interna del equipo. Esto ha podido influir y hacer variar algunos de los resultados. Cabe destacar que a pesar de lo antes mencionado, el hecho de haberlo realizado con este equipo, juvenil de categorías inferiores con un bajo presupuesto, hace que haya sido sumamente aplicable, ya que es este tipo de clubs a los que va enfocado este estudio.

Conclusión.

- Medir la fatiga de un entrenamiento mediante la app “MyJump2” resulta efectivo y se presenta como una buena opción de bajo precio alternativa a los métodos más usuales.
- Los parámetros más afectados por la fatiga son la potencia y la fuerza del salto.
- La percepción de la dureza del entrenamiento por parte del deportista condiciona su fatiga.
- La evaluación de la fatiga depende de la motivación del deportista y la predisposición de este ante dicha evaluación y al entrenamiento.

Bibliografía.

- Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M., & Lockey, R. A. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of Sports Sciences*, 33(15), 1574–1579.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2014.996184>
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Nutrition and Football: The FIFA/FMARC Consensus on Sports Nutrition* (Vol. 24, pp. 1–18).
<https://doi.org/10.4324/9780203967430>
- Beneke, R., Leithäuser, R. M., & Ochentel, O. (2011, March). Blood lactate diagnostics in exercise testing and training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. <https://doi.org/10.1123/ijsp.6.1.8>
- Black, I. W., Hopkins, A. P., Lee, L. C. L., & Walsh, W. F. (1991). Left atrial spontaneous echo contrast: A clinical and echocardiographic analysis. *Journal of the American College of Cardiology*, 18(2), 398–404.
[https://doi.org/10.1016/0735-1097\(91\)90592-W](https://doi.org/10.1016/0735-1097(91)90592-W)
- Centro de Medicina del Deporte. (2019). CMJ - Centro de Medicina del Deporte - Universidad de Murcia.
<https://www.um.es/web/medicinadeportiva/contenido/planificacion/pruebas/fuerza/cmj>
- Ditrendia. (2018). *Ditrendia - Informe Mobile 2018*. Recuperado de <https://mktefa.ditrendia.es/hubfs/Ditrendia-Informe>
- Foster, C. (1982). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 30, No.7, pp. 1164-1168,1998. *Williams & Wilkins*, 1164–1168.
- Foster, C., Hector, L. L., Welsh, R., Schragar, M., Green, M. A., & Snyder, A. C. (1995). Effects of specific versus cross-training on running performance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 70(4), 367–372.
<https://doi.org/10.1007/BF00865035>

- Herman, L., Foster, C., Maher, M., Mikat, R., & Porcari, J. (2017). Validity and reliability of the session RPE method for monitoring exercise training intensity. *South African Journal of Sports Medicine*, 18(1), 14. <https://doi.org/10.17159/2078-516x/2006/v18i1a247>
- Hootsuite, & We Are Social. (2019). *Digital en 2019 España*. <https://wearesocial.com/es/digital-2019-espana>
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-Based Training Load in Soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(6), 1042–1047. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000128199.23901.2F>
- Jiménez-Reyes, P., Cuadrado-Peñañiel, V., & González-Badillo, J. J. (2011). Aplicación del CMJ para el control del entrenamiento en las sesiones de velocidad. (Application of the Counter Movement Jump Test to Monitor Training Load in Sprint Sessions). *Cultura_Ciencia_Deporte*, 6(17), 105–112. <https://doi.org/10.12800/ccd.v6i17.37>
- Martin, D. T., & Andersen, M. B. (2000). Heart rate-perceived exertion relationship during training and taper. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40(3), 201–208.
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 519–528. <https://doi.org/10.1080/0264041031000071182>
- P. Jimenez-Reyes, Cuadrado-Peñañiel, V., & Gonzales-Badillo, J. J. (2011). Test to Monitor Training Load in Sprint Sessions. *Jiménez-Reyes*, 6, 105–112.
- Sánchez-Medina, L., & González-Badillo, J. (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(9), 1725–1734. <https://doi.org/10.1249/MSS.0B013E318213F880>
- Sesboüé, B., & Guincestre, J. Y. (2006). Muscular fatigue. *Annales de Readaptation et de Medecine Physique*. <https://doi.org/10.1016/j.annrmp.2006.04.020>

Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: An update. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>

Suay i Lerma, F., & Lerma, F. (2003). *El síndrome de sobreentrenamiento : una visión desde la psicobiología del deporte*. Editorial Paidotribo.

Anexos:

Anexo I

Plan de trabajo

		Estudio de proyecto					
Tareas	Responsable	SEMANA					
		0	1	2	3	4	5
Dirección general del proyecto	JLEM						
Preparación de protocolos de evaluación	JLEM						
Planificación de toma de datos y diseño de base de datos	JLEM						
Reclutamiento de participantes	JLEM						
Toma de datos y familiarización con los ejercicios	JLEM						
Evaluación final							
Análisis estadístico	JLEM						
Generación base de datos	JLEM						
Conclusión de resultados	JLEM						

Leyenda: JLEM: Jose Luis Espejo Martín

Anexo II.

HOJA DE INFORMACIÓN SOBRE PARTICIPACIÓN EN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y/O EXPERIMENTACIÓN

Título del Proyecto -----

Autorizado por el (Ministerio, Comunidad,etc) -----

La legislación vigente establece que la participación de toda persona en un proyecto de investigación y/o experimentación requerirá una previa y suficiente información sobre el mismo y la prestación del consentimiento por parte de los sujetos que participen en dicha investigación/experimentación. A tal efecto, a continuación se detallan los objetivos y características del proyecto de investigación arriba referenciado, como requisito previo a la prestación del consentimiento y a su colaboración voluntaria en el mismo:

1.OBJETIVOS:

- Análisis de la pérdida de velocidad y distancia en el salto vertical tras un entrenamiento.

- Medir la fatiga que el entrenamiento le ha supuesto al deportista.

2.DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO:

El estudio se realizará midiendo el CMJ con una app móvil, MYJUMP2 en este caso, antes de realizar el entreno, y midiéndolo de nuevo tras haber terminado dicho entrenamiento. Se realizará este proceso 3 veces, 1 vez por semana para tener tiempo suficiente de recuperación, cada entrenamiento tendrá una intensidad diferente.

3. POSIBLES BENEFICIOS:

Capacidad de controlar la fatiga fácilmente.

4. POSIBLES INCOMODIDADES Y/O RIESGOS DERIVADOS DEL ESTUDIO:

Si no se realiza un calentamiento correctamente, previo a la medida pre-entreno puede resultar lesivo ya que se trata de un movimiento explosivo.

5. PROTECCIÓN DE DATOS:

Este proyecto requiere la utilización y manejo de datos de carácter personal que, en todo caso, serán tratados conforme a las normas aplicables garantizando la confidencialidad de los mismos.

La participación de este proyecto de investigación es voluntaria y puede retirarse del mismo en cualquier momento.

Y para que conste por escrito a efectos de información de los pacientes a los que se solicita su participación voluntaria en el proyecto antes mencionado, se ha formulado y se entrega la presente hoja informativa

En a de de...

Nombre y firma del Investigador/a principal.

Anexo III

CONSENTIMIENTO INFORMADO

D./D^a

He leído la hoja de información que se me ha entregado, copia de la cual figura en el reverso de este documento, y la he comprendido en todos sus términos.

He sido suficientemente informado y he podido hacer preguntas sobre los objetivos y metodología aplicada en el proyecto de investigación (título del proyecto)
que ha sido autorizado por (Ministerio, Comunidad, etc.)
.....y
para el que se ha pedido mi colaboración.

Comprendo que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme del estudio,

- cuando quiera;
- sin tener que dar explicaciones y exponer mis motivos; y
- sin ningún tipo de repercusión negativa para mí.

Por todo lo cual, PRESTO MI CONSENTIMIENTO para participar en el proyecto de investigación antes citado, o para que mi tutelado participe en dicho estudio.

En a de de

Fdo.

Anexo IV

VARIABLES DEL ESTUDIO.

VARIABLES	ABREVIATURA	UNIDAD	EXPLICACIÓN
Identificación	ID	-	Número asignado para el sujeto que realizará la prueba.
Edad	Edad	años	La edad que tiene el sujeto realizará la prueba.
Peso	Peso	Kg	El número de Kg que pesa el sujeto.
Altura	Altura	cm	La estatura del sujeto medido en cm.
Índice de masa corporal	IMC	kg/m ²	Medida de la obesidad que posee el sujeto.
Longitud de la Pierna	LongitudPierna	cm	Distancia desde el trocánter mayor del fémur hasta la puntas de los pies, con el atleta tumbado boca arriba y una flexión plantar total.
Altura con las rodillas en 90*	Altura90*	cm	Distancia vertical entre el trocánter mayor del fémur y el suelo en la posición de inicio del salto vertical, con las rodillas flexionadas en 90*.
Tiempo de vuelo (Preentrenamiento)	Tiempo_vuelo_1	ms	Tiempo que el sujeto ha estado sin estar en contacto con el suelo conseguida en el CMJ en la medida preentrenamiento.
Fuerza de salto (Preentrenamiento)	Fuerza_1	N	Fuerza aplicada por el sujeto para realizar el CMJ en la medida preentrenamiento.
Altura máxima en el salto (Preentrenamiento)	Altura_Salto_1	cm	Altura máxima que el sujeto ha llegado a alcanzar en el CMJ en la medida preentrenamiento.
Potencia (Preentrenamiento)	Potencia_1	W	Potencia aplicada por el sujeto para realizar el CMJ en la medida preentrenamiento.
Velocidad (Preentrenamiento)	Velocidad_1	m/s	Velocidad alcanzada por el sujeto al realizar el CMJ en la medida preentrenamiento.
Tiempo de vuelo (Postentrenamiento)	Tiempo_vuelo_2	s	Tiempo que el sujeto ha estado sin estar en contacto con el suelo conseguida en el CMJ en la medida postentrenamiento.
Fuerza de salto (Postentrenamiento)	Fuerza_2	N	Fuerza aplicada por el sujeto para realizar el CMJ en la medida postentrenamiento.
Altura máxima en el salto (Postentrenamiento)	Altura_Salto_2	cm	Altura máxima que el sujeto ha llegado a alcanzar en el CMJ en la medida postentrenamiento.
Potencia (Postentrenamiento)	Potencia_2	W	Potencia aplicada por el sujeto para realizar el CMJ en la medida postentrenamiento.
Velocidad (Postentrenamiento)	Velocidad_2	m/s	Velocidad alcanzada por el sujeto al realizar el CMJ en la medida postentrenamiento.
Porcentaje de pérdida de salto	%Perdida_Salto1-2	%	Porcentaje de altura de salto perdida entre la medida preentrenamiento y la postentrenamiento.
Percepción subjetiva del esfuerzo	RPE	-	Esfuerzo que ha percibido el atleta sobre el entrenamiento realizado, aplicando la escala de Borg (1-10).