



UNIVERSIDAD CAMILO JOSÉ CELA
FACULTAD DE EDUCACIÓN Y SALUD

***MÁSTER EN FISIOTERAPIA Y
READAPTACIÓN EN EL DEPORTE***

Curso académico 2018 / 2019

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Eficacia de la recuperación activa en medio acuático para la fatiga post-partido en futbolistas aficionados. Diseño cruzado aleatorizado

Autor/a: David Dobarro Magán

Director/Tutor/a: Dra. María Perales Santaella

Índice

Resumen	
Abstract.....	
Introducción.....	1
Hipótesis de estudio.....	3
Objetivos.....	3
Material y métodos	3
Diseño	3
Sujetos de estudio.....	5
Variables del estudio.....	6
Recogida y análisis de datos	6
Análisis estadístico.....	7
Resultados.....	7
Discusión	10
Conclusiones.....	12
Bibliografía.....	13
Anexo I	16
Anexo II.....	17
Anexo III.....	18
Anexo IV	18
Anexo V	19
Anexo VI	19

Resumen

Introducción: la fatiga generada en fútbol, fenómeno multifactorial, puede influir negativamente en la progresión y rendimiento de los jugadores, e incluso aumentar el riesgo de lesión. Es necesario disponer de estrategias de recuperación adecuadas. La bibliografía no llega a clarificar del todo cual es la más efectiva, incluso, alguna de las empleadas en el ámbito del deporte presenta una mínima base científica, como es el caso de la recuperación en medio acuático.

Métodos: se realizó un estudio cruzado aleatorizado con 15 jugadores de fútbol aficionados. Las mediciones fueron realizadas 48 horas antes del partido para obtener unos valores basales, inmediatamente tras el partido y 24 horas después de la estrategia de recuperación. Todos los jugadores recibieron las 3 estrategias de recuperación en 3 semanas de competición distintas: recuperación activa en medio acuático, en seco y recuperación pasiva. La fatiga se monitorizó mediante las variables del salto vertical CMJ ("*countermovement jump*") y la fatiga subjetiva percibida mediante el RPE.

Resultados: las tres estrategias ocasionaron una mejora similar de las variables del salto CMJ pero sin alcanzar los valores basales. La recuperación en medio acuático presenta mejores resultados en la percepción subjetiva de la fatiga a pesar de no encontrar una correlación adecuada con los valores del salto vertical.

Conclusiones: a pesar de obtener mejoras en las variables por parte de las tres recuperaciones, no son del todo determinantes. Son necesarios futuros estudios con un mayor control y seguimiento de los múltiples factores que influyan en dicha fatiga.

Palabras clave: fútbol, fatiga, estrategias recuperación, recuperación en agua.

Abstract

Introduction: fatigue generated in soccer, a multifactorial phenomenon, can negatively influence the progression and performance of the players, and even increase the risk of injury. It is necessary to have appropriate strategies. The literature does not fully clarify which is the most effective one, even some of them used in the field of sport has a minimal scientific basis, as the recovery in water.

Methods: a randomized crossover study was elaborated with 15 amateur soccer players. The measurements were taken 48 hours before the game to obtain baseline values, immediately after the game and 24 hours after the recovery strategy. All the players received the 3 recovery strategies in 3 different weeks: active recovery in water, active dry recovery and passive recovery. Fatigue was monitored by CMJ (countermovement jump) vertical jump variables and perceived subjective fatigue by RPE.

Results: the three strategies cause a similar improvement to CMJ jump variables but without reaching the baseline values. The recovery in water presents better results in the perception of fatigue despite not finding an adequate correlation with the values of CMJ.

Conclusions: despite obtaining improvements in the variables from the three recoveries, they are not entirely significant. Future studies are needed with more control and monitoring the multiple factors of the fatigue.

Keywords: soccer, fatigue, recovery strategies, recovery in water

Introducción

El fútbol es un deporte de equipo que implica ejercicio prolongado de alta intensidad. Requiere acciones físicas exigentes, como pueden ser, sprints de corta o larga duración, cambios de ritmo y dirección, junto con saltos y acciones técnicas.⁽¹⁾

La combinación de estas actividades ocasiona una fatiga post-competición.⁽²⁾ Ésta se considera multifactorial y está relacionada principalmente con el grado de deshidratación, agotamiento de glucógeno, daño muscular, fatiga muscular y mental.⁽²⁾ Cuando esto se expresa en una disminución de la potencia o fuerza voluntaria máxima, producida por un grupo muscular, nos estaremos refiriendo a la fatiga neuromuscular.⁽³⁾ Por ello, en la gran mayoría de la literatura de este ámbito, se ha empleado este concepto para objetivar la fatiga neuromuscular mediante la medición de distintas variables (fuerza, potencia y velocidad) del salto vertical expresada finalmente en una disminución de la altura y capacidad de dicho salto.⁽³⁻⁵⁾

Dicha fatiga, genera un considerable impacto negativo en el rendimiento deportivo, junto con un aumento en el riesgo de lesión debido a la modificación biomecánica del movimiento.⁽³⁾ Por ello, en el ámbito profesional, donde se presentan calendarios y planificaciones con gran carga de trabajo acumulada, ha habido un gran interés en el estudio de la recuperación de este aspecto neurofisiológico.⁽²⁾

Distintas intervenciones, como pueden ser las inmersiones en agua fría, estiramientos, recuperación activa etc. han sido empleadas e investigadas en el mundo del deporte profesional, siendo el rugby el deporte de equipo con mayor número de estudios en este tema.^(1,2,4) En ellos se abordan tanto variables objetivas, como pueden ser la fuerza, potencia y velocidad en un salto, como escalas subjetivas de fatiga y bienestar.

A pesar de la controversia que existe en este ámbito, entre las intervenciones con mejores resultados obtenidos en los distintos estudios, se encuentran las inmersiones en agua fría, los baños de contraste y el uso de prendas de compresión.^(1,6,7,8) Junto a esto, un gran número de artículos siguen destacando la falta de evidencia relacionada con este tema, debido a que no se obtiene una aceleración significativa del retorno al nivel inicial de rendimiento en comparación con un control.⁽²⁾ Igualmente, existe la necesidad de futuras investigaciones, por ejemplo, con intervenciones, no solo inmediatamente después del partido.^(1,6) Además, en gran cantidad de artículos se combinan distintos métodos de recuperación, y en ciertos estudios se menciona la

necesidad de individualizar dichos métodos para objetivar sus resultados de manera aislada.^(1,2,6,8)

Con todo esto, aún habiendo un gran número de publicaciones en este ámbito, existen ciertos métodos de recuperación empleados en la práctica deportiva que no acompañan estudios científicos o son mínimos, como es el caso de la recuperación activa en medio acuático.⁽²⁾

Entre los pocos artículos sobre este tipo de recuperación, nos encontramos el artículo de Lindsay *et al.* (2015).⁽⁹⁾ Este artículo menciona una sesión en piscina post-partido combinado con prendas de compresión. En él se estudia el efecto de esta intervención sobre marcadores fisiológicos de estrés, sin haber diferencias significativas frente a los otros protocolos de recuperación (inmersión en agua fría y compresión).⁽⁹⁾ Además, no especifica los resultados aislados de la intervención en agua.⁽⁹⁾ También nos encontramos con el estudio de Tessitore *et al.* (2007), en el cual se llevan a cabo ejercicios aeróbicos en aguas poco profundas entre las dobles sesiones del período de pretemporada.⁽¹⁰⁾ Con todo esto, basándose en la bibliografía, se menciona y recomienda el ejercicio en agua como una ayuda de recuperación ideal de la fatiga neuromuscular, índices fisiológicos (creatin kinasa, lactato deshidrogenasa, etc.) y psicológicos.⁽¹⁰⁾

A pesar de esto, existen artículos sin efectos positivos en sus intervenciones, entre los que mencionamos el artículo de Dawson *et al.* (2005). Se incluyeron inmediatamente post-partido tres métodos de recuperación, entre los cuales se encuentra como método caminar en piscina.⁽¹¹⁾ No se encontraron diferencias significativas entre las distintas recuperaciones, ni se notificó una mejora de la potencia 48 horas después del partido.⁽¹¹⁾ De la misma manera, Suzuki *et al.* (2004), protocolizó una semana de ejercicio de baja intensidad en piscina después del día de competición y únicamente encontró mejoras en el componente psicológico de la recuperación por parte del medio acuático.⁽¹²⁾ Finalmente, hacemos referencia al artículo de Reilly *et al.* (2003) que trata sobre la técnica de carrera en aguas profundas.⁽¹³⁾ Este estudio se basa en las respuestas fisiológicas de dicha técnica, en el cual la catalogan como técnica adecuada para promover la recuperación del ejercicio vigoroso entre otras aplicaciones (aplicable también como técnica de entrenamiento cardiovascular complementario).⁽¹³⁾

Teniendo en cuenta todo lo anterior, podemos observar una ausencia de evidencia en cuanto a la recuperación activa de la fatiga en medio acuático al día siguiente de la

competición y como técnica aislada, sin ser combinada con otros métodos de recuperación.

Hipótesis de estudio

La recuperación 24 horas post-partido en medio acuático presenta mejores resultados sobre la disminución de la fatiga neuromuscular y subjetiva que una recuperación activa en seco y pasiva, en futbolistas amateur mayores de 18 años.

Objetivos

El objetivo del presente estudio fue verificar la eficacia de la recuperación activa en medio acuático de la fatiga post-partido en jugadores de fútbol amateur, en comparación con otros dos métodos de recuperación, la recuperación activa en seco y la recuperación pasiva.

Además, se presentaron una serie de objetivos específicos:

1. Comprobar que las tres intervenciones proporcionan una mejora en la recuperación de la fatiga neuromuscular mediante unos mejores resultados en la medición de la altura, fuerza, potencia y velocidad del “*countermovement jump*” (salto con contramovimiento) y fatiga subjetiva percibida.
2. Comprobar que la intervención en medio acuático proporciona mejores resultados en la medición de la altura, fuerza, potencia y velocidad del “*countermovement jump*” (salto con contramovimiento) en comparación con la intervención en seco y pasiva.
3. Comprobar que la intervención en medio acuático proporciona una mejora en la recuperación de la fatiga subjetiva percibida en comparación con la intervención en seco y pasiva.
4. Comprobar que la medición de las variables del salto “*countermovement jump*” y el RPE (percepción subjetiva del esfuerzo) son sensibles a la actividad desarrollada en un partido de fútbol, siendo herramientas útiles en la monitorización de la fatiga.

Material y métodos

Diseño

Consistió en un estudio cruzado aleatorizado (*randomised crossover trial*), empleado en la literatura generalmente para la comparación de intervenciones.⁽¹⁴⁻¹⁶⁾ Éste constará de un único grupo en el que cada sujeto realizará tres estrategias de recuperación,

agrupadas en tres secuencias de intervención. De esta manera, asignaremos de forma aleatoria una secuencia para cada sujeto, realizando todos ellos los tres métodos de recuperación a evaluar en el presente estudio. Por tanto, los participantes actúan como su propio control pudiendo estimar con mayor precisión el efecto de cada una que si se presentasen 3 grupos distintos.

En este tipo de estudios es importante tener en cuenta el período de lavado entre una intervención y otra para evitar que los efectos de una puedan trasladarse y alterar la respuesta a las intervenciones posteriores.⁽¹⁷⁾ En nuestro caso, se midió la fatiga neuromuscular mediante una disminución en el salto vertical CMJ (“*countermovement jump*”) y sus variables, además de la percepción subjetiva de fatiga. Se debió asegurar de que los sujetos se encuentran en sus niveles iniciales antes de aplicar la siguiente intervención. Para ello, nos basamos en el artículo de Blake *et al.* (2010), donde mencionan que la fatiga neuromuscular (asociada a la medición del salto vertical CMJ) y subjetiva, recuperan sus valores iniciales a los 4 días en período de competición.⁽¹⁸⁾ Aún así, se estableció un período de 14 días entre cada intervención permitiendo una mayor normalización de dichos valores.

Presentamos cada una de las secuencias de intervención, además de ser nuestras variables independientes:

- Secuencia 1: recuperación activa en seco, recuperación activa en medio acuático, recuperación pasiva.
- Secuencia 2: recuperación pasiva, recuperación activa en seco, recuperación activa en medio acuático.
- Secuencia 3: recuperación activa en medio acuático, recuperación pasiva, recuperación activa en seco.

Cada una de las intervenciones se realizó a las 24 horas del momento de la competición. Debemos incidir en que no se buscó estudiar el efecto de la secuencia, sino de cada una de las intervenciones de manera aislada, pero se diseñó el estudio de esta manera para facilitar su desarrollo. Estas estrategias de recuperación fueron:

- Recuperación activa en medio acuático: estrategia a valorar y a estudiar en comparación con las otras dos. Dispusimos de una piscina climatizada de agua tibia a 25 °C con unas dimensiones de 11x5 metros y profundidad incrementada de 110-160 cm. Los jugadores caminaron 10 minutos en la zona menos profunda, agua a la altura del ombligo. Continuaron en la misma zona, 15

minutos de movilidad articular tanto de miembro superior como de inferior en estático, progresando a carrera suave multidireccional. Por último, en la zona de mayor profundidad, con cinturón de flotación a nivel lumbar para no contactar con el suelo, realizaron 12 minutos de “*deep-water running*” a una intensidad media (no objetivamos de manera exacta pero explicamos al jugador aproximarse al 50-65% de su capacidad aeróbica máxima).^(9,10,12,13)

- Recuperación activa en seco: esta estrategia ha sido aplicada de múltiples maneras en estudios anteriores como puede ser, carrera continua o a intervalos, bicicleta estática, etc. En común presentan que es un ejercicio aeróbico a baja/media intensidad. Se ha decidido semejar en lo mayor posible la recuperación en seco con la de agua, pero siempre teniendo en cuenta la bibliografía. Por tanto, se llevará a cabo caminar 10 minutos, carrera continua con movilidad articular a muy baja intensidad y finalmente 12 minutos de carrera en cinta a un 50-65% aproximado de la máxima velocidad aeróbica.⁽¹⁾
- Recuperación pasiva: los jugadores no realizan ninguna actividad de recuperación al día siguiente del partido.

Sujetos de estudio

El estudio ha sido realizado con 15 jugadores de fútbol masculinos pertenecientes a dos equipos de la liga Preferente de Galicia. Estos 15 jugadores, con edad $21,93 \pm 3,51$ años, de altura $176,07 \pm 7,09$ cm y un peso de $72,20 \pm 8,35$ kg. Todos ellos han firmado el consentimiento informado (**Anexo 1**) y han recibido una hoja informativa (**Anexo II**) donde se explica en que consiste el estudio. Con el consentimiento del entrenador, se lleva a cabo el reclutamiento en cada uno de los dos equipos un día de entrenamiento. Expusimos y presentamos el estudio y pedimos colaboración con los jugadores, los cuáles se muestran comprometidos y deciden participar en ello. Se cumple con los criterios de investigación científica de Helsinki.⁽¹⁹⁾ Presentamos los criterios de selección:

Criterios de inclusión:

Jugadores de fútbol mayores de 18 años pertenecientes a la liga Preferente de Galicia, que jueguen un mínimo de 45 minutos y que alcancen una puntuación de 7 o más en el RPE (rango de esfuerzo percibido) del partido.⁽⁶⁾ Que lleven a cabo un mínimo de 3 entrenamientos semanales con su equipo durante el período de estudio, además de la disponibilidad para un 4 día (el de recuperación) después del partido.

Criterios de exclusión:

Exclusión de los porteros, jugadores que sufran una lesión durante el partido y aquellos que realicen otra actividad física a mayores.

Variables del estudio

Se ha realizado la medición de dos tipos de variables. Las variables de tipo personal, edad (años), peso (kg) y altura (cm). Y, por otro lado, las variables dependientes: altura (cm), potencia (W), velocidad (m/s) y fuerza (N) del salto vertical CMJ y, la percepción subjetiva de esfuerzo mediante puntuación de 1 a 10 en el RPE.⁽³⁻⁵⁾

Se evaluó la fatiga neuromuscular tras competición mediante una disminución de la capacidad para generar potencia muscular en la prueba de salto vertical CMJ (“*countermovement jump*”).⁽³⁾ Esta disminución irá asociada a una menor altura de salto que también mediremos, además del componente de la fuerza y velocidad que genera esa potencia. Esta prueba es categorizada como una herramienta útil para evaluar dicha fatiga y utilizada en multitud de estudios.^(4,5) Incluso, “aceptada como la prueba estándar de referencia para monitorizar el estado de la fatiga neuromuscular en entornos deportivos”⁽²⁰⁾ Por otra parte, se introdujo el componente subjetivo de la fatiga, puesto que en combinación con los datos de la función neuromuscular podremos observar la comparación entre ambas y además determinar un estado global de fatiga más apropiado.⁽⁵⁾

Recogida y análisis de datos

Las variables mencionadas anteriormente serán recogidas en tres momentos distintos. El día de partido, siempre el domingo, marca la referencia para estos tres días de mediciones.

En primer lugar, deberemos tener unos valores de referencia en condiciones normales. Estos valores serán recogidos el viernes antes del entrenamiento.

Pasados dos días, domingo día de partido, llevamos a cabo las mediciones donde se verá reflejada la influencia de la fatiga neuromuscular generada inmediatamente al acabar el partido. Se tuvo en cuenta lo mencionado en el artículo de Maté-Muñoz *et al.* (2018), quienes recomiendan realizar la medición del salto vertical CMJ a los 3 minutos del cese de la actividad. Esto se debe a que en esos tres primeros minutos existe una gran influencia por parte del agotamiento de las reservas de fosfato de alta energía, disminuyendo considerablemente la altura de salto. Por tanto, se debió esperar 3

minutos para realizar dicha medición y cuantificar de manera correcta la fatiga neuromuscular sin una excesiva influencia de las reservas de fosfocreatina.⁽³⁾

Al día siguiente del partido, se realizó la estrategia de recuperación. La tercera y última medición se llevó a cabo al día siguiente de la intervención, antes del entrenamiento, debido a que se quiere evaluar en que condiciones el jugador va a iniciar el primer entrenamiento de la semana. Los jugadores realizaron lo mismo dos veces más junto con las dos estrategias de recuperación restantes.

Las mediciones serán realizadas con la aplicación móvil "My Jump 2", la cual ha sido validada para medir la altura de salto vertical en comparación con el *gold standard* (plataforma de fuerza).^(21,22) Además, esta aplicación utiliza las fórmulas basadas en los artículos de Samozino *et al.* (2008) para poder contabilizar de forma fiable y validada la fuerza y velocidad durante el salto.⁽²³⁾

En cuanto a la medición de la fatiga subjetiva percibida, a partir del RPE, emplearemos una escala de fatiga de 1 a 10 puntos, basada en la escala empleada por Del Campo (2004), mencionada en el artículo de Álvarez *et al.* (2016) permitiéndonos conocer y establecer un patrón de fatiga percibido por parte del jugador.⁽²⁴⁾

Análisis estadístico

Los datos han sido analizados con IBM SPSS Statistics, versión 22.0 de Windows. Se expresaron los resultados de las variables como medias \bar{x} (\pm) y desviación típica. Se estableció para una confianza del 95% un nivel de significación $p < 0,05$, valor que se considera adecuado de forma universal en investigaciones biomédicas. Analizamos a través de Shapiro Wilk la distribución normal de los datos basales (pre-partido).

Para el análisis de la varianza se utilizó ANOVA de medidas repetidas con ajuste de Bonferroni. Además, las comparaciones múltiples se hicieron mediante pruebas post hoc. Las correlaciones bivariantes se analizaron mediante la correlación de Pearson o Spearman según requirieron los datos.

Resultados

La muestra inicial se conservó a lo largo de todo el estudio, desde la captación hasta el análisis de los datos obtenidos. No ha existido ninguna pérdida de muestras como se puede observar en el diagrama de flujo presentado en el **(Anexo III)**.

Mediante la prueba ShapiroWilks todas nuestras variables cumplen la normalidad, excepto la potencia y el RPE, que no cumplieron una distribución normal para una ($p < 0,05$), presente en la **Tabla suplementaria 1 del (Anexo IV)**.

En la misma tabla, se presentan los datos basales (pre-partido) de las variables dependientes. Podemos indicar que parten de unos valores basales que no presentan diferencias estadísticamente significativas entre ninguna de ellas ($p > 0,05$). Esto mismo ocurre con los valores de las variables obtenidos inmediatamente después del partido (**Tabla suplementaria 2 del Anexo V**) presentando valores ($p > 0,05$).

Las comparaciones múltiples indicaron que existen diferencias estadísticamente significativas entre las alturas de salto dos días antes del partido e inmediatamente después del partido ($p < 0,001$) en los tres partidos disputados. De la misma manera ocurrió para el resto de variables. Esto se presenta en la **Tabla suplementaria 3 del (Anexo VI)**.

En tercer lugar, para los datos obtenidos post-intervención, las comparaciones múltiples indicaron que existen diferencias estadísticamente significativas entre los RPE post intervención seco y agua, siendo significativamente inferior en la intervención en agua ($3,13 \pm 0,52$) ($p < 0,05$). La comparación múltiple mostró una diferencia estadísticamente significativa entre los valores de RPE post intervención en agua y pasivo siendo significativamente inferior en la intervención en agua. ($p < 0,05$). Por lo contrario, entre el RPE post intervención en seco y pasivo, no hubo diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$). Se presenta a continuación en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Valores de las variables 24 horas después de la intervención.

POST-INTERVENCIÓN		
Variables	Intervención	Media \pm Desv T.
Altura salto (cm)	SECO (n=5)	26,85 \pm 2,52
	AGUA (n=5)	26,88 \pm 2,56
	PASIVO (n=5)	27,15 \pm 2,93
Potencia (W)	SECO (n=5)	2596,23 \pm 631,59
	AGUA (n=5)	2591,14 \pm 596,52
	PASIVO (n=5)	2670,97 \pm 680,11
Fuerza (N)	SECO (n=5)	2259,39 \pm 506,29
	AGUA (n=5)	2256,04 \pm 487,03
	PASIVO (n=5)	2308,93 \pm 515,32
Velocidad (m/s)	SECO (n=5)	1,14 \pm 1,1460
	AGUA (n=5)	1,15 \pm 1,1473
	PASIVO (n=5)	1,15 \pm 0,06
RPE (1-10)	SECO (n=5)	3,73 \pm 0,70

	AGUA (n=5)	3,13 ± 0,52 ^{a, b}
	PASIVO (n=5)	3,73 ± 0,70

^a "comparación múltiple a posteriori estadísticamente significativa con respecto a la intervención en seco para un valor ($p < 0,05$)

^b "comparación múltiple a posteriori estadísticamente significativa con respecto a la intervención en pasivo para un valor ($p < 0,05$)

El resto de comparaciones no ofrecieron datos estadísticamente significativos ($p > 0,05$)

RPE: "rating of perceived exertion"

Las comparaciones múltiples indicaron que existen diferencias estadísticamente significativas entre todas las alturas de salto obtenidas post partido y las obtenidas después de cada intervención respectivamente ($p < 0,001$), destacando, el RPE intragrupo agua ($9,26 \pm 0,59 / 3,13 \pm 0,52$). De la misma manera ocurrió para el resto de variables, como se puede observar a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 5. Comparativa de los valores post-partido y post-intervención.

Variables	Post-Partido		Post-Intervención	
	Intervención	Media ± Desv T.	Media ± Desv T.	P
Altura salto (cm)	SECO (n=5)	25,77 ± 2,61	26,85 ± 2,52	0,000
	AGUA (n=5)	25,54 ± 2,40	26,88 ± 2,56	0,000
	PASIVO (n=5)	25,54 ± 2,40	27,15 ± 2,93	0,001
Potencia (W)	SECO (n=5)	2470,39 ± 585,83	2596,23 ± 631,59	0,000
	AGUA (n=5)	2431,75 ± 530,36	2591,14 ± 596,52	0,000
	PASIVO (n=5)	2568,12 ± 625,16	2670,97 ± 680,11	0,000
Fuerza (N)	SECO (n=5)	2194,89 ± 480,43	2259,39 ± 506,29	0,000
	AGUA (n=5)	2175,01 ± 453,53	2256,04 ± 487,035	0,000
	PASIVO (n=5)	2257,30 ± 490,28	2308,93 ± 515,32	0,000
Velocidad (m/s)	SECO (n=5)	1,12 ± 0,05	1,14 ± 1,14	0,000
	AGUA (n=5)	1,12 ± 0,05	1,15 ± 1,14	0,000
	PASIVO (n=5)	1,13 ± 0,06	1,15 ± 0,06	0,000
RPE (1-10)	SECO (n=5)	8,60 ± 0,059	3,73 ± 0,70	0,000
	AGUA (n=5)	9,26 ± 0,59	3,13 ± 0,52	0,000
	PASIVO (n=5)	8,13 ± 0,83	3,73 ± 0,70	0,000

Todas las comparaciones múltiples presentan un valor significativo ($p < 0,05$)

RPE: "rating of perceived exertion"

Por último, se encontró una única correlación significativa entre variables. El RPE y la potencia pre-partido de la semana de intervención seco están correlacionados entre sí, $r = -0,599$. Siendo una correlación moderada y negativa.

Discusión

El principal hallazgo del presente estudio consistió en que la estrategia de recuperación empleada en medio acuático 24 horas después del partido no presentó mejores resultados en la recuperación de la fatiga neuromuscular, comparándolo con una recuperación activa en “seco” y una recuperación pasiva. Por otra parte, es cierto que la percepción subjetiva de la fatiga post-partido presentó una mayor disminución tras la aplicación de la estrategia de recuperación en medio acuático.

De esta manera, coincidimos con los resultados obtenidos por parte de Suzuki *et al.* (2004), el cual mencionó su obtención de mejoras en el componente psicológico por parte del medio acuático.⁽¹²⁾ Junto a esto, el artículo basado en la técnica de carrera en aguas profundas de Reilly *et al.* (2003), a pesar de describir dicha técnica como apropiada en la recuperación, es cierto que resaltó que los beneficios de ésta fueron más evidentes en las medidas subjetivas.⁽¹³⁾ En cambio, Tessitore *et al.* (2007), en su estudio encontraron calificaciones subjetivas medias significativamente más bajas tras la intervención en seco.⁽¹⁰⁾ Esta mejora de la percepción subjetiva se pudo deber a los efectos fisiológicos que ocasiona el agua a nivel musculoesquelético, de los cuales destacamos el aumento de la circulación y oxigenación muscular, junto con una disminución en la sensibilidad de los nociceptores proporcionando un efecto analgésico pudiendo influir de manera directa en nuestra percepción subjetiva.⁽²⁵⁾

En segundo lugar, basándonos en los resultados obtenidos, pudimos observar que las distintas variables del salto CMJ como la percepción subjetiva de la fatiga han sido variables sensibles a la actividad física desempeñada en un partido de fútbol. Por tanto, se corroboró una vez más que fueron una herramienta útil en la monitorización de la fatiga como se menciona en la bibliografía disponible.^(3,4,24,26)

De la misma manera que estas variables disminuyen tras la competición, también deben retornar a sus valores iniciales para poder aplicar la siguiente intervención, es decir, un período de lavado correcto, que, como bien comentamos, la bibliografía indica un margen de 4 días para el retorno a los valores iniciales.⁽¹⁸⁾ En nuestro caso, se establecieron dos semanas, considerándolo eficaz puesto que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los valores de todas las variables en los tres momentos de medición pre-competición. Lo que nos aseguró haber recuperado los niveles iniciales antes de cada valoración permitiendo un punto de partida adecuado para estudiar cada semana de competición e intervención.

Continuamos comentando los resultados obtenidos tras las intervenciones. Es cierto que presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los valores de todas las variables inmediatamente después del partido y 24 horas después de la intervención. Pero, no se encontraron diferencias en los resultados entre intervenciones, de la misma manera que Dawson *et al.* (2005).⁽¹¹⁾ Además, es interesante mencionar que si mejoraron los resultados pero no se llegó a alcanzar del todo los valores iniciales, como comentan en su meta-análisis Silva *et al.* (2018), diciendo que el rendimiento físico (en el que incorpora valores del salto CMJ), daño muscular y medidas perceptivas se encuentran alteradas sustancialmente al menos hasta 72 horas tras competición.⁽²⁶⁾ Junto con esto último comentado, y el no obtener valores diferentes en la fatiga neuromuscular comparando con la recuperación pasiva, no pudimos demostrar que la fatiga neuromuscular haya mejorado gracias a nuestras intervenciones, puesto que sin aplicar ninguna estrategia, estos también mejoraron en estas 72 horas en las que los valores aún progresan hacia los basales.

En cuanto a las correlaciones encontradas en el análisis estadístico, únicamente se presentó una correlación significativa y negativa entre el RPE y la potencia pre-partido de la semana de intervención en seco. Lo esperado sería que un menor estado de fatiga subjetiva percibida conllevara una mayor puntuación en las variables del CMJ, pero, en este caso, únicamente hubo correlación con la potencia de la primera medición de todas. Esto nos pudo indicar que para el estado subjetivo del jugador pudieron influenciar muchos factores dependiendo del momento, de la misma manera que para la recuperación de la fatiga neuromuscular. Como bien se ha mencionado en ciertos artículos, la fatiga es multifactorial y su recuperación depende de diversos factores.⁽⁸⁾

Limitaciones

Según lo comentado, existió una limitación considerable en el estudio al no tener en cuenta algunos de estos factores que pudieran influir en gran medida en la recuperación, como pueden ser el sueño y la alimentación post-partido.^(2,8,26,27) También hay que tener en cuenta que se trató de fútbol amateur donde los recursos y exigencias son menores si lo comparamos con artículos como el de Tessitore *et al.* (2007), elaborado con futbolistas de élite, el cual protocoliza una comida estándar a las dos horas de la actividad pautada por un nutricionista.⁽¹⁰⁾

Por último, comentar la limitación de ser una muestra reducida y muy acotada por los criterios de inclusión y exclusión.

Fortalezas

Como fortaleza se menciona la ausencia de evidencia en este ámbito, especialmente de la recuperación en medio acuático y la necesidad de compararlo con otras dos estrategias de intervención comúnmente empleadas, objetivo principal del estudio. Además de haber realizado las intervenciones al día siguiente del partido, a diferencia de la gran cantidad de estudios que aplicaron las intervenciones inmediatamente después del partido.

Futuras líneas de investigación

Sería interesante realizar otra medición a las 72 horas del partido y comprobar si existiría un retorno casi completo de los valores basales y que este retorno fuese más notable en los sujetos tras estrategia de recuperación frente a los de una recuperación pasiva, lo cual, puede quedar presente para futuras investigaciones. Con ello, se debería tratar de tener en cuenta los distintos factores que puedan influir en la fatiga, como es el sueño y la alimentación. Además, podría ser de ayuda comparar los efectos de las mismas intervenciones aplicadas inmediatamente después del partido, como se realiza en la gran mayoría de artículos, con la aplicación de las estrategias de recuperación 24 horas después del partido, como se plantea en este estudio.

Conclusiones

- La intervención en medio acuático, activa en seco y pasiva, proporcionan unos mejores resultados en la medición de la altura, fuerza, potencia y velocidad del “*countermovement jump*” (salto con contramovimiento) y fatiga subjetiva percibida, pero sin llegar a alcanzar los valores basales.
- La estrategia de recuperación en medio acuático a las 24 horas del partido ha permitido mejorar los valores de las variables referidas a la fatiga neuromuscular (altura, potencia, fuerza y velocidad de salto) pero sin llegar a presentar mejores resultados frente a la la recuperación activa en seco y la pasiva.
- La intervención en medio acuático proporciona una mejora en la recuperación de la fatiga subjetiva percibida en comparación con la intervención activa en seco y pasiva.
- La medición de las variables del salto “*countermovement jump*” y el RPE son sensibles a la actividad desarrollada en un partido de fútbol, siendo herramientas útiles en la monitorización de la fatiga.

Bibliografía

1. Romo-Pérez V, Casamichana D, Barcala-Furelos R, Padrón-Cabo A, Rey E. Practical Active and Passive Recovery Strategies for Soccer Players. *Strength Cond J*. 2016; 40(3):45-47
2. Nédélec M, McCall A, Carling C, Legall F, Berthoin S, Dupont G. Recovery in Soccer. *Sport Med*. 2013; 42(12):997-1015
3. Maté-Muñoz JL, Lougedo JH, Barba M, Cañuelo-Márquez AM, Guodemar-Pérez J, García-Fernández P, et al. Cardiometabolic and muscular fatigue responses to different crossfit® workouts. *J Sport Sci Med*. 2018; 17(4):668-79
4. Gathercole R, Sporer B, Stellingwerff T, Sleivert G. Alternative countermovement-jump analysis to quantify acute neuromuscular fatigue. *Int J Sports Physiol Perform*. 2015; 10(1):84-92
5. Twist C, Highton J. Monitoring fatigue and recovery in rugby league players. *Int J Sports Physiol Perform*. 2013; 8(5):467-74
6. Tavares F, Smith TB, Driller M. Fatigue and Recovery in Rugby: A Review. *Sports Medicine*. 2017; 47(8):151-1530
7. Gill ND, Beaven CM, Cook C. Effectiveness of post-match recovery strategies in rugby players. *Br J Sports Med*. 2006; 40(3):260-3
8. Nédélec M, McCall A, Carling C, Legall F, Berthoin S, Dupont G. Recovery in soccer: Part II-recovery strategies. *Sports Medicine*. 2013;43(1):9-22
9. Lindsay A, Lewis J, Gill N, Gieseck SP, Draper N. Effect of varied recovery interventions on markers of psychophysiological stress in professional rugby union. *Eur J Sport Sci*. 2015;15(6):543-9
10. Tessitore A, Meeusen R, Cortis C, Capranica L. Effects of different recovery interventions on anaerobic performances following preseason soccer training. *J Strength Cond Res*. 2007;21(3):745-50
11. Dawson B, Gow S, Modra S, Bishop D, Stewart C. Effects of immediate post-game recovery procedures on muscle soreness, power and flexibility levels over the next 48 hours. *J Sci Med Sport*. 2005;8(2):210-21
12. Suzuki M, Umeda T, Nakaji S, Shimoyama T, Mashiko T, Sugawara K. Effect of incorporating low intensity exercise into the recovery period after a rugby match. *Br J Sports Med*. 2004;38(4):436-40
13. Reilly TP, Dowzer CN, Cable NT. The physiology of deep-water running. *Journal of Sports Sciences*. 2003;21(12):959-72
14. Riel H, Vicenzino B, Jensen MB, Olesen JL, Holden S, Rathleff MS. The effect of isometric exercise on pain in individuals with plantar fasciopathy: A randomized

- crossover trial. *Scand J Med Sci Sport*. 2018;28(12):2643-50
15. Duñabeitia I, Arrieta H, Torres-Unda J, Gil J, Santos-Concejero J, Gil SM, et al. Effects of a capacitive-resistive electric transfer therapy on physiological and biomechanical parameters in recreational runners: A randomized controlled crossover trial. *Phys Ther Sport*. 2018;32:227-234
 16. Rao R V., Balthillaya G, Prabhu A, Kamath A. Immediate effects of Maitland mobilization versus Mulligan Mobilization with Movement in Osteoarthritis knee- A Randomized Crossover trial. *J Bodyw Mov Ther*. 2018;22(3):572-579
 17. Sibbald B, Roberts C. Understanding controlled trials Crossover trials. *BMJ*. 1998;316(7146):1719
 18. McLean BD, Coutts AJ, Kelly V, McGuigan MR, Cormack SJ. Neuromuscular, endocrine, and perceptual fatigue responses during different length between-match microcycles in professional rugby league players. *Int J Sports Physiol Perform*. 2010;5(3):367-83
 19. Co-investigador N. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. *J Chem Inf Model*. 2013.
 20. Garrett J, Graham SR, Eston RG, Burgess DJ, Garrett LJ, Jakeman J, et al. A Novel Method of Assessment for Monitoring Neuromuscular Fatigue Within Australian Rules Football Players. *Int J Sports Physiol Perform*. 2018;14(5):598-605
 21. Carlos-Vivas J, Martin-Martinez JP, Hernandez-Mocholi MA, Perez-Gomez J. Validation of the iPhone app using the force platform to estimate vertical jump height. *J Sports Med Phys Fitness*. 2018;58(3):227-32
 22. Balsalobre-Fernández C, Glaister M, Lockey RA. The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *J Sports Sci*. 2015;33(15):1574-9
 23. Samozino P, Morin JB, Hintzy F, Belli A. A simple method for measuring force, velocity and power output during squat jump. *J Biomech*. 2008; 41(14):2940-5
 24. Alvarez Medina J, Murillo Lorente V, Usán Supervía P, Ros Mar R, Manonelles Marqueta P. Percepción subjetiva como método de control de la fatiga y la intensidad en fútbol sala. *Retos nuevas tendencias en Educ física, Deport y recreación*. 2016;30(1):9-14.
 25. Pazos JM, Gonzalez A. Técnicas de hidroterapia. *Hidroterapia. Fisioterapia*. 2002;24(2):34,42
 26. Silva JR, Rumpf MC, Hertzog M, Castagna C, Farooq A, Girard O, et al. Acute and Residual Soccer Match-Related Fatigue: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sport Med*. 2018;48(3):539–83.

27. Heaton LE, Davis JK, Rawson ES, Nuccio RP, Witard OC, Stein KW, Baar K, Carter JM, Baker LB. Selected In-Season Nutritional Strategies to Enhance Recovery for Team Sport Athletes: A Practical Overview. *Sport Med.* 2017;47(11):2201-2281.

Anexo I

CONSENTIMIENTO INFORMADO DE UN ESTUDIO EXPERIMENTAL
TFM DEL MÁSTER FISIOTERAPIA Y READAPTACIÓN EN EL DEPORTE
UNIVERSIDAD CAMILO JOSÉ CELA

Estudio desarrollado por David Dobarro Magán, graduado en Fisioterapia y estudiante del Máster fisioterapia y readaptación en el deporte de la Universidad Camilo José Cela.

Yo Don/Doña

con DNI

tras leer la hoja informativa donde se explica el procedimiento de investigación consiento participar voluntariamente en el estudio descrito teniendo el derecho de retirarme en cualquier momento de dicha investigación por los motivos que fuesen, además de poder preguntar o solicitar información sobre dicho estudio.

Fecha y lugar:

Firmado:

Anexo II

HOJA INFORMATIVA DEL ESTUDIO

PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO

Este estudio consistirá en una intervención para la recuperación de la fatiga post-partido en jugadores de fútbol aficionados mayores de 18 años. En un primer momento se recogerán datos personales de cada participante como son: año de nacimiento, peso, altura, etc. Dichos datos serán únicamente usados con fines de investigación.

Se llevarán a cabo dos intervenciones distintas, una recuperación activa en gimnasio y una recuperación activa en medio acuático para así poder estudiar y observar las posibles diferencias entre ambas en la recuperación de la fatiga tras competición.

Para ello monitorizaremos la fatiga neuromuscular mediante la medición del salto vertical con la aplicación My Jump 2, desglosada en distintos componentes: altura, potencia, fuerza y velocidad de salto. Además, controlaremos la fatiga subjetiva mediante una escala cuantitativa.

Las distintas mediciones tendrán lugar en el entrenamiento del viernes, inmediatamente después del partido y el martes antes del entrenamiento. La estrategia de recuperación se realizará el lunes.

Se realizarán las mediciones de los jugadores que compitan un mínimo de 45 minutos y que indiquen una puntuación mínima en la escala percepción de esfuerzo.

Será necesario poder acudir al día siguiente del partido a realizar la estrategia de recuperación.

Según los datos obtenidos se realizará un análisis estadístico y se discutirán los resultados comparándolo con la bibliografía existente sobre este campo.

Anexo III

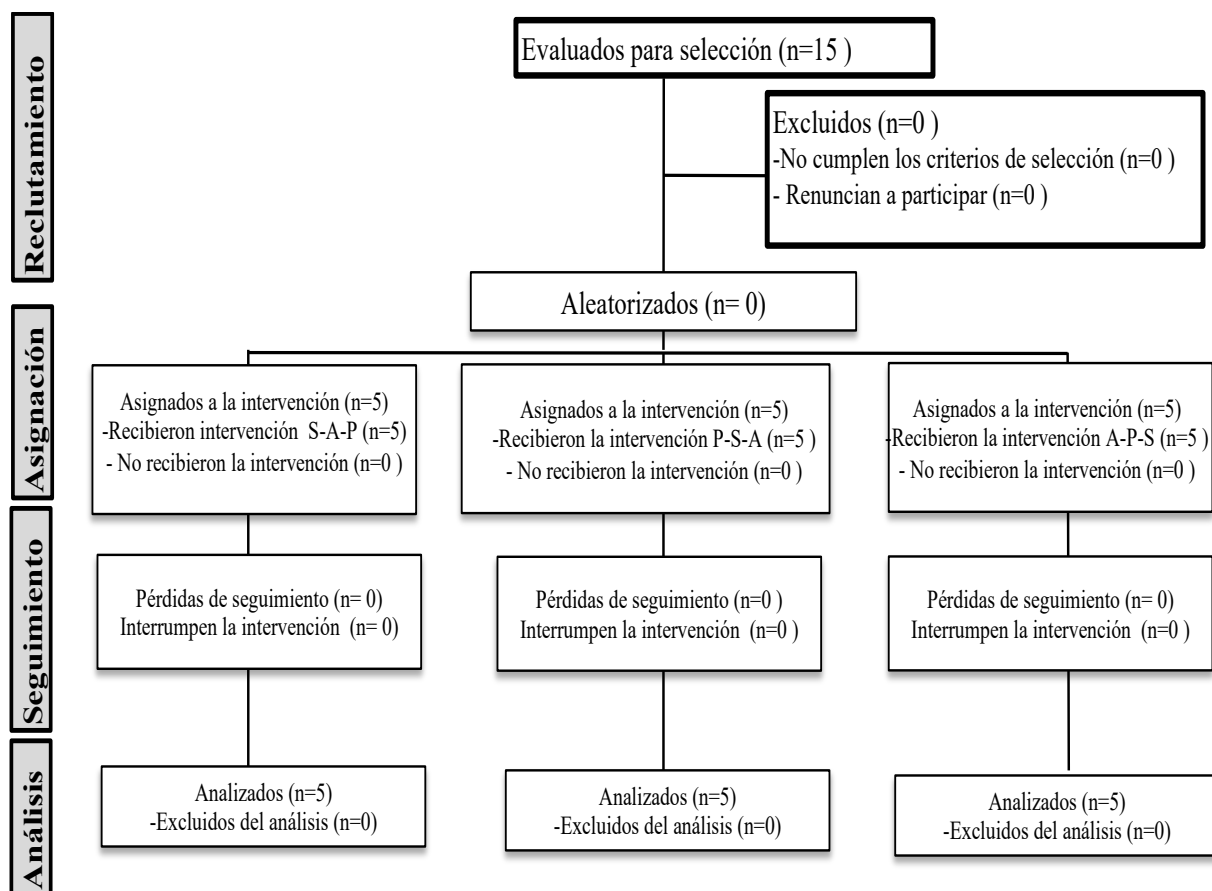


Figura 1. Diagrama de flujo del progreso a través de las fases de un ensayo clínico aleatorizado cruzado según consort. / S: seco A: agua P: pasivo

Anexo IV

Tabla suplementaria 1. Tabla de valores basales de las variables según la semana de cada intervención.

Variables	Intervención	Media ± Desv T.	SW (sig.)
Altura salto (cm)	SECO	28,36 ± 2,82521	0,609
	AGUA	28,34 ± 8,363	0,215
	PASIVO	28,14 ± 2,89124	0,42
Potencia (W)	SECO	2761,83 ± 653,534	0,045
	AGUA	2759,42 ± 657,24	0,04
	PASIVO	2779,87 ± 662,87	0,046
Fuerza (N)	SECO	2340,53 ± 513,55	0,074
	AGUA	2339,17 ± 515,02	0,074
	PASIVO	2363,04 ± 508,63	0,151
Velocidad (m/s)	SECO	1,18 ± 0,05	0,674
	AGUA	1,18 ± 0,06	0,22

	PASIVO	1,174 ± 0,06	0,22
RPE(escala 1-10)	SECO	2,00 ± 0,65	0,004
	AGUA	1,93 ± 0,45	0
	PASIVO	1,6 ± 0,73	0,001

*Todos los datos obtenidos presentan valores $p > 0,05$
RPE: "rating of perceived exertion"*

Anexo V

Tabla suplementaria 2. Valores post-partido de las variables

POST-PARTIDO		
Variables	Intervención	Media ± Desv T.
Altura salto	SECO	25,77 ± 2,61
	AGUA	25,54 ± 2,40
	PASIVO	25,54 ± 2,40
Potencia	SECO	2470,39 ± 585,83
	AGUA	2431,75 ± 530,36
	PASIVO	2568,12 ± 625,16
Fuerza	SECO	2194,89 ± 480,43
	AGUA	2175,01 ± 453,53
	PASIVO	2257,30 ± 490,28
Velocidad	SECO	1,12 ± 0,05
	AGUA	1,12 ± 0,05
	PASIVO	1,13 ± 0,06
RPE	SECO	8,60 ± 0,059
	AGUA	9,26 ± 0,59
	PASIVO	8,13 ± 0,83

*Todos los datos obtenidos presentan valores ($p > 0,05$)
RPE: "rating of perceived exertion"*

Anexo VI

Tabla suplementaria 3. Comparativa de los valores pre-partido y post-partido

Variables	Intervención	PRE-PARTIDO	POST-PARTIDO	P
		Media ± Desv T.	Media ± Desv T.	
Altura salto (cm)	SECO (n=5)	28,36 ± 2,82	25,77 ± 2,61	0,000
	AGUA (n=5)	28,34 ± 8,36	25,54 ± 2,40	0,000
	PASIVO (n=5)	28,14 ± 2,89	25,54 ± 2,40	0,000
Potencia (W)	SECO (n=5)	2761,83 ± 653,53	2470,39 ± 585,83	0,000
	AGUA (n=5)	2759,42 ± 657,24	2431,75 ± 530,36	0,000

	PASIVO (n=5)	2779,87 ± 662,87	2568,12 ± 625,16	0,000
Fuerza (N)	SECO (n=5)	2340,53 ± 513,55	2194,89 ± 480,43	0,000
	AGUA (n=5)	2339,17 ± 515,02	2175,01 ± 453,53	0,000
	PASIVO (n=5)	2363,04 ± 508,63	2257,30 ± 490,28	0,000
Velocidad (m/s)	SECO (n=5)	1,18 ± 0,05	1,12 ± 0,05	0,000
	AGUA (n=5)	1,18 ± 0,06	1,12 ± 0,05	0,000
	PASIVO (n=5)	1,174 ± 0,06	1,13 ± 0,06	0,000
RPE(escala 1-10)	SECO (n=5)	2,00 ± 0,65	8,60 ± 0,059	0,000
	AGUA (n=5)	1,93 ± 0,45	9,26 ± 0,59	0,000
	PASIVO (n=5)	1,6 ± 0,737	8,13 ± 0,83	0,000

Todas las comparaciones múltiples presentan un valor significativo ($p < 0,01$)

RPE: "rating of perceived exertion"