



Trabajo de Fin de Grado

Estudio sobre el efecto ergogénico de la suplementación con cafeína en jugadores de waterpolo y la relación con el rendimiento en esfuerzos intermitentes



Universidad Zaragoza

Tutor:

Víctor Murillo Lorente

Alumno:

Víctor Gil Hernández

Grado de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

2021-2022

Resumen

El waterpolo moderno requiere unos niveles altos de preparación física y una alta capacidad de resistencia a los esfuerzos intermitentes. Además, el uso de sustancias legales y ergogénicas está a la orden del día, entre ellas la cafeína como herramienta de mejora del rendimiento. El presente artículo busca esclarecer la incertidumbre sobre la cafeína en deportistas de modalidades de equipo mediante la suplementación con cafeína y la realización de una prueba de capacidad de repetición de sprints (8x25 metros). El estudio de tipo doble ciego cruzado compara los resultados de la prueba bajo los efectos de la cafeína y del placebo para determinar si realmente hay una mejora en el rendimiento y si esta es significativa. Se obtienen mediciones de los atletas (jugadores de waterpolo de nivel nacional) en cuanto a percepción de fatiga, frecuencia cardiaca y marca de tiempo en la prueba.

Palabras clave: Capacidad de Repetición de Sprints, Suplementación, Cafeína, Waterpolo.

Abstract

Modern water polo is characterised for the need of high level of physical condition and a high resistance capacity to intermittent stresses. In addition, the use of legal and ergogenic substances is a common thing nowadays including caffeine as a performance improvement. This article seeks to clarify the uncertainty of caffeine supplementation in team sports athletes through caffeine consumption in a repeated sprint ability test (8x25 meters). Within a double-blind crossover study the comparison between the results of the test aims to establish if there is a significant improvement under the effects of caffeine supplementation. Fatigue perception, heart rate and performance in the test were measured in the athletes (national level water polo players).

Key words: Repeated Sprint Ability, Supplementation, Caffeine, Water polo.

Contenido

Trabajo de Fin de Grado.....	1
Resumen.....	2
Abstract.....	2
1. Introducción.....	4
1.1. Justificación del Trabajo.....	4
1.2. Contextualización del Trabajo.....	4
1.3. Finalidad y objetivos del estudio.....	10
2. Materiales y métodos.....	11
2.1. Tipo de estudio.....	11
2.2. Muestra.....	11
2.3. Procedimiento.....	12
2.4. Análisis de datos.....	13
3. Resultados.....	14
4. Discusión.....	16
5. Limitaciones del estudio.....	20
6. Conclusiones.....	21
7. Propuestas de Futuro.....	21
8. Referencias Bibliográficas.....	22
9. Anexos.....	29

1. Introducción

1.1. Justificación del Trabajo

Se decide realizar este trabajo por la fuerte pasión del alumno por la disciplina del waterpolo. Deporte de equipo el cual, pese a estar actualmente España entre los mejores países del mundo a nivel competitivo y a nivel de formación de talento, no tiene ni la visibilidad ni la evidencia científica que le corresponde. En pro de aumentar este conocimiento sobre la disciplina mediante el método científico se elige esta temática. No existe tanta evidencia científica relacionada con el waterpolo como con otros deportes y es por ello que contribuir mediante nuevas investigaciones daría un gran impulso a la disciplina.

1.2. Contextualización del Trabajo

El waterpolo

El waterpolo es un deporte que nace en el Reino Unido a finales del siglo XIX como alternativa al fútbol durante los meses de verano. Se caracteriza por ser complejo, jugado en equipo y ser una disciplina con esfuerzos de carácter intermitente (Sabio-Lago et al., 2021). Es un deporte que incluye también su componente físico y de contacto; desplazamientos en el agua en el plano horizontal; pases y lanzamientos; y la oposición de un equipo rival al que hay que superar (Smith, 1998). Esta disciplina ha ido evolucionando con los años, actualmente el waterpolo moderno se caracteriza por acciones rápidas con ataques pronunciados, lanzamientos a portería fuertes y precisos, un juego con contacto sólido; lo que requiere un alto nivel de psicomotricidad en los jugadores (Niksic et al. 2020).

El waterpolo en Aragón

Contextualizando el waterpolo en Aragón, esta disciplina ha tenido siempre bastante presencia en el panorama nacional de la propia disciplina. Siempre ha habido equipos representando la región en las categorías máximas del país. Por ejemplo, actualmente la Escuela de Waterpolo Zaragoza (EWZ) milita desde hace años meritoriamente en la División de Honor Femenina. Otro ejemplo es el Centro Natación Helios (CNH) cuyo primer equipo participa en Primera División Nacional. El resto de los equipos, el Estadio Miralbueno El Olivar y el Stadium Casablanca continúan su progresión con sus proyectos de ascender a las ligas nacionales.

Antecedentes Académicos

Es debida a la evolución de la disciplina que el componente condicional va a ser determinante en el rendimiento de los jugadores y va a ser fundamental el potenciamiento de los factores de rendimiento relacionados con este aspecto. En cuanto a los factores de rendimiento condicionales que afectan al waterpolo, se afirma que la habilidad de repetición de sprints es reconocida como un componente importante en deportes de equipo según Spencer (2005), por lo que afirmamos que la fuerza explosiva y resistencia a la fuerza explosiva van a ser determinantes para la optimización del rendimiento. La morfología del atleta, las características antropométricas son factores extremadamente importantes en cada disciplina, incluyendo al waterpolo (Niksic, Beganovic & Mirvic, 2020) por lo que será interesante conocer en la muestra aspectos de peso, talla e índice de masa corporal (IMC).

Diferentes estudios han evaluado por separado los diferentes factores condicionales del rendimiento del waterpolo que se han comentado previamente, pero no se ha encontrado una batería que recabe información sobre todas estas variantes de vez y se haya aplicado en un grupo de deportistas. El perfil antropométrico ha sido muy

estudiado, Aleksandrovic et al. (2015) investigaron sobre este y su relación con el desarrollo de las habilidades del jugador, Niksic et al. (2020) buscaron la relación entre el perfil antropométrico y las diferentes posiciones. Se encuentran también estudios como el de (Croteau, Robbins & Pearshall, 2021) que evalúan la fuerza de la musculatura del hombro en pro de esclarecer las incertidumbres sobre la prevención de lesiones. También se ha estudiado en disciplinas con movimientos biomecánicos similares, como es en el balonmano, la fuerza de lanzamiento (Bautista et al., 2021). Mujica et al. (2006) diseñaron un test de desplazamientos específicos para la disciplina y también se han hallado artículos que evalúan en waterpolistas la capacidad de realizar esfuerzos de manera intermitentes, por ejemplo, Dalamitros, Orologas, Nousiou, Semaltianou, Zourladani y Manou (2021) investigaron recientemente los efectos de entrenamientos con diferentes cargas externas en una prueba que evalúa la capacidad para la repetición de sprints, un protocolo transferible a otras investigaciones relacionadas con la resistencia a los esfuerzos intermitentes.

Nutrición y Suplementación

La gestión de la nutrición de los atletas va a ser fundamental para la optimización del rendimiento y de la gestión de esfuerzos. Según Cox, Mujika, & van den Hoogenband (2014), el control de la nutrición el seguimiento de diferentes estrategias nutricionales nos va a permitir aumentar la masa muscular; obtener depósitos de energía para los entrenamientos, la recuperación y la competición; así como llevar unos protocolos de hidratación que nos permitan mejorar el rendimiento. También plantean el uso de suplementación adicional que permita optimizar los objetivos anteriores marcados por las pautas comentadas. El seguimiento entonces de dietas y suplementación va a ser necesario en un contexto competitivo.

El uso de sustancias suplementarias que supongan una ayuda ergogénica para el rendimiento en la mayoría de las disciplinas deportivas está a la orden del día. La cafeína es una sustancia que proviene de la familia de la metilxantina y en 2004 fue retirada de la lista de sustancias prohibidas de la World Anti-Doping Agency (WADA) y fue reconocida como una sustancia reguladora (Chester & Wojek, 2008). Actualmente, la ingesta de cafeína como suplemento es bastante predominante no solo en la población general como entre los atletas de diferentes disciplinas (Bishop, 2010). La literatura ya ha mostrado antes el efecto positivo del consumo de esta suplementación en ejercicio de alta resistencia en estudios como los de Pitchford et al., (2013); Hodgson et al. (2013) y Desbrow et al. (2012). En cuanto a la suplementación en deportes de equipo como es el waterpolo, que realmente nos interesa más por las características de la duración y del tipo de esfuerzo encontramos también diferentes artículos previos que han demostrado efectos positivos con la ingesta de carbohidratos y cafeína en deportes de equipo de esfuerzos intermitentes (Russell et al. 2015).

La cafeína es una sustancia comúnmente usada en deporte ha sido investigada bastante y que además muchos metaanálisis avalan su eficacia como ayuda ergogénica para esfuerzos de larga duración (Southward, Rutherford-Markwick, & Ali, 2018), esfuerzos de carácter anaeróbico (Grgic, 2018) y esfuerzos de fuerza y potencia (Grgic, Trexler, Lazinec, & Pedisic, 2018). Si queremos profundizar en el funcionamiento de la cafeína, el consumo de esta implica la mitigación de los efectos fatigantes de la adenosina que, a través de la inhibición de la disminución de la liberación de noradrenalina y dopamina, entre otros neurotransmisores, lo que a su vez produciría un aumento del rendimiento durante el ejercicio intenso. (McLellan, Caldwell, & Lieberman, 2016). No obstante, la cafeína puede tener diferentes efectos según el genoma del sujeto: e ha sugerido que dosis moderadas de cafeína ($4 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) pueden ser ergogénicas en

genotipos AA, ergolíticas en genotipos CC, mientras que tienen un efecto mínimo en genotipos AC (Guest et al., 2018).

La cafeína en deportes de equipo parece que ha ido en aumento durante los últimos años. En el estudio de Del Coso, Muñoz, & Muñoz-Guerra (2011) se mostraba que había bajas concentraciones de cafeína en las muestras de orina post competición. En estudios anteriores por ejemplo según Mujika & Burke (2011) la cafeína puede reducir la percepción de fatiga en esfuerzos prolongados, por ejemplo, en partidos, aunque se necesitan más estudios para patrones motores específicos de cada disciplina. Una de las razones del bajo consumo parecía ser que este tipo de deportes requieren una combinación de resistencia aeróbica, potencia muscular, agilidad y habilidades técnico-tácticas específicas del deporte concreto (Salinero, J.J., Lara, B., & Del Coso, J., 2018). No obstante, durante los últimos años se han realizado nuevos estudios y metaanálisis como el de Salinero et al. (2018) demuestran que la ingesta pre-ejercicio con una dosis moderada puede ser efectiva en mejoras de variables que afectan a los deportes de equipo como por ejemplo en el salto, en la realización de esprints, agilidad y en la resistencia específica del deporte de equipo. Es decir, durante la última década hay una fuerte evidencia en cuanto a la ventaja ergogénica que posee la suplementación con cafeína en el mundo de los deportes de equipo, no obstante, necesitamos afinar más y ver los estudios de nutrición y suplementación en el waterpolo.

Suplementación en el Waterpolo

En cuanto a la literatura de la suplementación en jugadores de waterpolo interesa revisar el uso que se hace de distintas sustancias que pueden optimizar el rendimiento. Cox et al. (2014) investigaron sobre ayudas nutricionales para optimizar el rendimiento en waterpolo, pero no especificaron sobre el uso de suplementos como la cafeína. Si que

se ha investigado en deportes como balonmano, fútbol o baloncesto ya que muchos de los puntos o goles anotados suceden en la mitad más tardía de los encuentros en los que la concentración, los procesos de toma de decisiones y ejecución informacional disminuyen (Bello et al., 2019). El efecto ergogénico puede no solo mejorar la fuerza, sino que también el desarrollo de las funciones cognitivas durante el ejercicio (Hogervorst et al., 1999 y Smith et al., 1994). Otros estudios demuestran que en el caso del waterpolo masculino sí que hay cierto uso de sustancias nutricionales ergogénicas con el objetivo de mejorar el rendimiento y en el caso del waterpolo femenino hay un uso de suplementación con el objetivo de mantener la salud y el bienestar (Cox, et al., 2014). Según este mismo estudio sería interesante ver la efectividad de suplementación con bicarbonato sódico, creatina y la cafeína según el patrón de actividad y esfuerzos del waterpolo.

La suplementación con cafeína ha mostrado ser efectiva en pruebas de laboratorio, pero pierde evidencia cuando es llevada a pruebas directamente relacionadas con el rendimiento específico de diferentes deportes según Guest et al. (2021). La suplementación con cafeína no ha demostrado mejorar rendimiento en diferentes pruebas de deportes de equipo: jugadores de baloncesto no mejoraron la velocidad de esprint en baloncesto (Puente et al., 2018), no ha mejorado resultados en el “T test” de fútbol (Astorino et al., 2012), en fútbol americano no se comprobaron mejoras en test de resistencia anaeróbica de la NFL (Woolf, Bidwell, & Carlson, 2009). Interesa de esta manera seguir investigando sobre las pruebas específicas de deportes de equipo bajo el efecto de la cafeína.

En este estudio se investigará por lo tanto el rendimiento de los participantes en una prueba específica de waterpolo, como es un protocolo de repetición de sprints, bajo

los efectos de la cafeína como ayuda ergogénica; y bajo el uso de un placebo, para comparar si realmente es efectivo el uso de suplementación o si no hay evidencia en la mejora bajo los efectos de este suplemento.

1.3. Finalidad y objetivos del estudio

Pese a la semiprofesionalidad de los waterpolistas de la liga de primera nacional, se busca ya una optimización del rendimiento y se marcan unos objetivos para obtener los mejores resultados posibles. Es obvio que competir en la segunda máxima categoría española supone un esfuerzo físico considerable, un volumen de entrenamientos alto y un desgaste que se podría paliar con ayudas ergogénicas como es el ejemplo de la cafeína.

El objetivo principal del estudio es comprobar el efecto ergogénico de la cafeína en jugadores de waterpolo de sexo masculino que militan en la primera división española de la Real Federación Española de Natación (RFEN) mediante un estudio aleatorizado cruzado doble ciego y aplicando una prueba relacionada con los factores condicionales de rendimiento específicos del waterpolo analizando variables de tiempo, frecuencia cardíaca y percepción subjetiva de esfuerzo.

Encontramos además los siguientes objetivos secundarios que va a perseguir el estudio:

1. Evaluar el nivel de rendimiento en cuanto a los factores de rendimiento específicos de la disciplina para situar la reserva actual del equipo,
2. Contar con métodos de evaluación fiables para seguir el desarrollo, el crecimiento del equipo y tener unos valores de referencia para futuras posibles investigaciones.
3. Recomendar o desaconsejar el uso de suplementación con cafeína como elemento para la mejora del rendimiento entre jugadores de waterpolo.

4. Contribuir con nueva evidencia a la investigación en el campo de la suplementación con cafeína en deportes de equipo.

2. Materiales y métodos

2.1. Tipo de estudio

Se trata de un estudio de tipo experimental, un ensayo controlado aleatorizado cruzado con doble ciego. Un total de 18 participantes con una media de horas de entreno a la semana de 12. Los participantes realizarán dos pruebas, una bajo los efectos de la cafeína y otra bajo los efectos del placebo, los participantes no sabrán que dosis toman en cada prueba. Las pruebas están separadas por un periodo de una semana. Se realizarán ambas pruebas bajo dos microciclos similares ya que los atletas se encuentran en periodo competitivo. En estos microciclos, los jugadores realizan una o dos sesiones de resistencia similares a lo que puede ser un entreno de natación, el resto son sesiones de gimnasio y más específicas de la disciplina.

2.2. Muestra

En el estudio participaron de forma voluntaria 18 jugadores de sexo masculino de waterpolo de nivel nacional, actualmente en activo, todos con un volumen de entrenamiento semanal de 10 horas. La edad media de los participantes era de $19,2 \pm 1,86$ y un IMC de $23,7 \pm 1,85$. Ninguno de los participantes usa ningún tipo de suplementación regularmente, ninguno de los participantes toma ningún tipo de medicación, no obstante, 8 de los 18 participantes afirman consumir café regularmente y 9 de ellos afirma haber tenido experiencia previa con la cafeína como suplemento ergogénico. Todos los participantes firmaron el consentimiento informado para poder participar en el estudio.

Tabla 1: Descripción de la muestra

Descriptives	Peso	Talla	IMC	Edad
N	18	18	18	18
Mean	75.1	1.78	23.7	19.2
Standard deviation	7.90	0.0736	1.85	1.86

2.3. Procedimiento

Los participantes eran citados en la piscina en dos ocasiones para realizar las pruebas. Se instaba a los participantes a no consumir café ni ningún producto derivado o relacionado con la cafeína en un periodo de 24 horas antes de la prueba. Los participantes recibían el consentimiento informado, la hoja de información y ambas dosis (placebo y cafeína). La dosis de cafeína era de 400mg para cada voluntario, la dosis más comúnmente usada para pruebas de fuerza y resistencia muscular se establece entre 3 y 6 mg/kg de peso (Guest et al., 2021), siendo el peso medio de los atletas de 75,1 kg es apropiado usar esta cantidad. La dosis de placebo era 400mg de suplemento multivitamínico. Las dosis se entregaban separadas en bolsitas opacas que no permitían ver el contenido, la cafeína estaba señalada con un “1” y el placebo con un “2”, el participante consumía el contenido de una de las dos una hora antes de cada prueba sin mirar el contenido y anotaba la fecha de la primera prueba en la hoja de información y el número de la dosis que había elegido. De esta manera participante e investigador quedaban cegados hasta la finalización de la segunda prueba.

Los sujetos voluntarios realizaban dos pruebas, separadas por una semana de tiempo, durante la temporada de competición en dos microciclos de carácter similar. Tras completar un calentamiento estándar de 10 minutos de movilidad articular y 10 minutos de natación que incluían nado continuo y nado con ritmo progresivo, los participantes

realizaban un test de repetición de sprints de nado. La prueba contenía 8 sprints de 25 metros al estilo crol, entre cada sprint se realizaba un descanso de 30 segundos, además entre la 4 y 5 serie se realizaba la primera medición de la frecuencia cardiaca y la medición de percepción de esfuerzo subjetivo, y se repetía este procedimiento tras el octavo sprint.

La frecuencia cardiaca era medida mediante un sensor de frecuencia cardiaca con elástico de marca Polar (modelo H10). Los tiempos de la prueba eran registrados mediante un cronometro deportivo digital de marca JZK. Los participantes expresaban su percepción de esfuerzo según la escala de Borg simplificada (1-10).

2.4. Análisis de datos

Una vez obtenidos los datos del protocolo de repetición de sprints los datos fueron analizados mediante la herramienta “Jamovi”. El proceso fue el siguiente: primero se aplicó una prueba descriptiva de datos para situar la normalidad de estos; posteriormente para buscar la significatividad de los resultados, a las variables que obtenían valores de $p > 0,05$ con un intervalo de confianza al 95% se les aplicaba la prueba t-student; a las variables que obtenían valores de $p < 0,05$ con un intervalo de confianza al 95% se les aplicaba la prueba de Mann-Whitney. Con una hipótesis principal de que los datos de ingesta placebo tenían valores superiores a los datos de ingesta de cafeína, es decir que la cafeína mejora los resultados, se probaba si había mejora y si esta era significativa.

3. Resultados

A continuación, se adjuntan las tablas correspondientes al análisis estadístico de los datos obtenidos con el protocolo de repetición de sprints.

En la tabla 2 se puede observar en la última columna el valor de “*p*” tras la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. De esta manera se determina el siguiente test que pueda comprobar la significatividad de estos datos. Se emplea a continuación o la prueba T-Student para variables independientes o el test Mann-Whitney para variables independientes. Se comprueba en la Tabla 2 que el valor de “*p*” en las variables de “MMP”, Borg4” y “Borg8” tanto en cafeína como en placebo, es menor a 0,05.

Tabla 2: Prueba de normalidad Shapiro-Wilk

Descriptives

	Toma	FC4	FC8	Media	% Perd. Vel	MMP	Borg(1-10) 4	Borg (1-10) 8
N	Cafeína	18	18	18	18	18	18	18
	Placebo	18	18	18	18	18	18	18
Shapiro-Wilk W	Cafeína	0.956	0.949	0.908	0.959	0.881	0.642	0.663
	Placebo	0.939	0.958	0.933	0.863	0.834	0.741	0.688
Shapiro-Wilk p	Cafeína	0.533	0.410	0.080	0.574	0.027	<.001	<.001
	Placebo	0.282	0.572	0.222	0.014	0.005	<.001	<.001

Se observa en la tabla 3 que en ninguna de las variables el valor $p < 0,05$, lo que prueba que no hay realmente una significancia en la hipótesis de la mejora bajo el efecto de la cafeína.

Tabla 3: T-Students para variables independientes

Independent Samples T-Test

		Statistic	df	p
FC4	Student's t	1.277	34.0	0.895
FC8	Student's t	0.992	34.0	0.836
Media	Student's t	-0.811	34.0	0.212
% Perd. Vel	Student's t	0.651	34.0	0.740

Note. $H_a \mu_{\text{Cafeína}} < \mu_{\text{Placebo}}$

En la table 4 se puede prestar atención a que las variables de Borg4 y Borg8 tienen valores de $p < 0,005$ pero en la MMP no se cumple que $p < 0,005$ bajo la hipótesis de que la prueba bajo los efectos de la cafeína.

Tabla 4: Test Mann-Whitney para variables independientes

Independent Samples T-Test

		Statistic	p
MMP	Mann-Whitney U	155.0	0.419
Borg(1-10) 4	Mann-Whitney U	63.0	< .001
Borg (1-10) 8	Mann-Whitney U	49.0	< .001

Note. $H_a \mu_{\text{Cafeína}} < \mu_{\text{Placebo}}$

En general la cafeína obtiene mejores resultados que las pruebas bajo el efecto placebo, no obstante, para un intervalo de confianza del 95%, solo la percepción de

esfuerzo del deportista según escala de Borg simplificada parece ser significativo ($p < 0,05$).

4. Discusión

Siguiendo la hipótesis del presente estudio que pretendía demostrar los efectos ergogénicos de la cafeína en pruebas de esfuerzos intermitentes para atletas de deportes de equipo se comentan a continuación diferentes cuestiones para esclarecer los resultados. Tras la realización de la prueba de repetición de sprints, los resultados muestran mejoras pero que han de ser analizadas para comprobar la validez y la significatividad de estos. Las mediciones muestran que algunos de los participantes pudieron reducir su tiempo en la prueba y por tanto se mostraba una mejora del rendimiento, pero otros participantes no lograron mejorar sus tiempos bajo los efectos de la cafeína.

Se comprueban diferencias de significancia entre los datos de variables más objetivas como son el tiempo medio ($p = 0,212$), la frecuencia cardiaca en la 4ª serie, descrito como “FC4”, ($p = 0,895$); frecuencia cardiaca en la 8ª serie, descrito como “FC8”, ($p = 0,836$); en el porcentaje de pérdida de velocidad, descrito como “% Per. Vel.” ($p = 0,740$); y en la media de las mínimas marcas personales, descrito como “MMP”, ($p = 0,419$); en comparación con los datos más subjetivos como es la percepción de esfuerzo tras la 4ª serie, descrito como “Borg4”, ($p < 0,001$) y la percepción de esfuerzo tras la 8ª serie, descrito como “Borg8”, ($p < 0,001$). Nos interesa averiguar que dice la evidencia científica respecto a la suplementación de cafeína en deportes de equipo, repetición de sprints y pruebas específicas de natación.

La revisión sobre la cafeína y el rendimiento en el ejercicio del compendio de la sociedad internacional de la nutrición deportiva de (Guest et al., 2021) nos detalla los

beneficios y también esclarece ciertos límites sobre el efecto ergogénico de la cafeína. Estos autores revelan que diferentes estudios han determinado que el efecto de la cafeína, con una misma dosis aplicada (3-6 mg/ kg peso) puede no ser determinante en repetición de sprints (Lee, C.L., Cheng, C.F., Lin J.C. & Huang, H.W., 2012) y que también es realmente un factor a tener en cuenta el descanso estipulado en las pruebas realizadas (Lopes-Silva, Choo, Franchini & Abbiss, 2019), se establece en nuestro estudio en 30 segundos. No obstante, hablamos de pruebas como el test de Wingate en las que predomina la fuerza de la musculatura inferior al contrario que en el caso de las pruebas de natación, por lo que la relación entre estos artículos y el nuestro es de menor relación y podría dar pie a nuevas investigaciones con la misma muestra, pero con protocolos más estudiados.

Diferentes artículos y publicaciones destacan que uno de los factores clave es el tiempo de administración de la dosis, ya que este puede condicionar el resultado final de la prueba. La revisión sistemática de Stecker et al. (2019) aclara que lo lógico para una dosis de capsulas es la ingesta de estas una hora antes de la práctica deportiva con el objetivo de optimizar el efecto, no obstante, con los resultados obtenidos: Media ($p=0.21$), FC4 ($p=0.895$), FC8($p=0.836$), %Perd. Vel. ($p=0.740$) y MMP($p=0.419$) no podemos confirmar que la mejora fue la óptima con respecto al placebo dejando abierta la posibilidad de estudiar si para la misma dosis, otra temporalización de ingesta puede darle más validez a la mejora.

La percepción de la fatiga es una de las variables que se ha medido en este estudio y que además tras el análisis estadístico demuestra con significatividad el efecto beneficioso de la cafeína: Borg4 ($p<0.001$) y Borg8 ($p<0.001$). Si consultamos la literatura científica de la cafeína y su relación con la percepción de esfuerzo, encontramos

que la revisión sistemática de Barceló, Blasco, Blanco & Bach-Faig (2019) recoge artículos relacionados con la suplementación con cafeína y la resistencia a esfuerzos de carácter anaeróbico como pueden ser los sprints. En esta revisión se afirma que la cafeína puede tener una mejora en el rendimiento y en la percepción de la fatiga en deportistas entrenados en la realización de tests de repetición de sprint, como es el caso de nuestra muestra. Es decir, hay relación entre los resultados de nuestro estudio: Borg4 ($p > 0,001$) y Borg8 ($p > 0,001$) y la evidencia reflejada respecto al efecto ergogénico de la cafeína y la percepción de esfuerzo de los deportistas en pruebas de repetición de sprints, lo que demuestra en nuestro estudio el efecto beneficioso a nivel de percepción de fatiga.

El efecto ergogénico de la cafeína en atletas de deportes de equipo es ciertamente controvertido con respecto a otras disciplinas. Es cierto que, para los deportes de equipo, las pruebas tienen que ser una combinación de elementos físicos, técnicos y habilidades tácticas como afirman Brutón et al. (2021). En su revisión sistemática recogen que la ingesta de cafeína puede mejorar el rendimiento en repetición de sprints, como prueba adecuada para deportes de equipo, según diferentes artículos como el de Salinero et al. (2019) y el de Mielgo-Ayuso et al. (2019) que probaron el efecto de esta suplementación con jugadores de fútbol. Brutón et al. afirman que hacen falta más estudios para probar el efecto ergogénico en deportes de equipo.

Estudios previos más específicos en cuanto a condición física se refiere y en el medio acuático realizados con nadadores entrenados, una prueba de repetición de sprint similar y una toma de cafeína del mismo gramaje como el de Goods et al (2017) nos pueden acercar más a las conclusiones que queremos obtener. Estudios como el de Pruscino et al. (2008) o el de Collomp et al. (1992), no consiguieron demostrar con pruebas de menos volumen de metros una mejora significativa en nadadores que habían

consumido cafeína. En este estudio, los nadadores realizaban una prueba de repetición de esprints de 6x75m, frente a nuestro protocolo 8x25m y obtenían mejoras significativas en el tiempo obtenido ($p=0,015$) en el tiempo medio, siendo así la mejora del rendimiento con cafeína un 1,3% respecto al placebo. Es decir, pese a ser un test de mayor exigencia de metros, se obtenían mejoras significativas en los resultados a diferencia de en nuestro estudio. Se encuentran diferencias en la muestra, nadadores frente a waterpolistas, lo que puede indicar entrenos totalmente heterogéneos entre grupos y una preparación previa a la resistencia a la fatiga de esfuerzos intermitentes diferente: los nadadores del estudio referenciado realizaban más de 8 sesiones de entrenamiento de natación, mientras que los jugadores de waterpolo del presente estudios realizan la misma cantidad de sesiones pero de estas solo dos a la semana están enfocadas a la mejora del ritmo propio de natación.

Otro de los factores que influye en los resultados de la prueba, comentado también en el estudio de Goods et al. (2017) es el nivel de entrenamiento de los atletas entrenados. En el caso del presente estudio, se ha comentado que las sesiones de natación son escasas respecto al total de sesiones semanales si las comparamos con atletas de natación. Según Goods et al. (2017) debe ser una combinación óptima de una dosis moderada de cafeína y atletas entrenados lo que realmente da lugar a mejoras considerables en las pruebas de repetición de esprints bajo el efecto de la cafeína. Esto arroja luz sobre la posible forma física inadecuada de los participantes en el presente estudio, posiblemente debido al momento de la temporada, y que el test puede no ser realmente representativo o tener la suficiente especificidad para llevarlo a cabo con jugadores de waterpolo.

Es decir, la incertidumbre en el estudio de los beneficios de la cafeína en cuanto a la mejora del rendimiento en atletas de deportes de equipo y en pruebas de repetición de esprints debe ser esclarecida con nuevos artículos e investigaciones. Se ha de tener en

cuenta para próximas investigaciones el tiempo de descanso, el nivel de preparación física de los participantes, una mayor adecuación del protocolo, y controlar al máximo las diferentes limitaciones que pueden dar lugar a una mayor validez al estudio y a sus resultados.

5. Limitaciones del estudio

Las limitaciones de nuestro estudio han podido dar lugar a la falta de significatividad en las variables relacionadas con el rendimiento, pero también han dado lugar a poder demostrar que hay mejoras en cuanto a la percepción de esfuerzo, coincidiendo así con artículos relacionados con el tema.

La temporalización de la ejecución de la prueba respecto al momento de la temporada ha podido condicionar el estado físico de los participantes, siendo esta durante el periodo de competición en su fase más cercana al final. Los microciclos en los que se han realizado las dos pruebas han sido similares, pero puede haber diferencias según la exigencia de los partidos realizados previamente a esta. En próximos estudios, se puede hacer en periodo de pretemporada donde los microciclos están estructurados más globalmente y no según los partidos inmediatos.

Otro factor que ha podido condicionar los resultados es la dieta seguida por los participantes. Al no estar controlada, una diferencia en la ingesta de macronutrientes entre los diferentes atletas ha podido ser determinante o haber alterado los resultados. Por ejemplo, deportistas que tengan un alto consumo en hidratos de carbono, tendrán los depósitos de glucógeno más cargados y han podido mediante la vía anaeróbica obtener más energía de este mecanismo que otros que el consumo es inferior, siendo así el aporte de la cafeína algo diferente.

El protocolo de test utilizado puede haber sido también menos idóneo, no obstante, la literatura tampoco recoge una amplitud de pruebas validadas para este tipo de deportistas. Puede ser interesante investigar sobre los diferentes protocolos establecidos para la resistencia en deportes de equipo y resistencia de esfuerzos intermitentes en el agua para obtener mayor fiabilidad y validez en estos protocolos.

6. Conclusiones

Según los resultados analizados tras las pruebas y la evidencia científica consultada este estudio puede llegar a las siguientes conclusiones:

1. No se demuestra que la suplementación con cafeína mejore el rendimiento general (media de tiempos, pérdida de velocidad y mínima marca personal) en pruebas de repetición de sprints de natación ejecutadas por jugadores de waterpolo.
2. La suplementación con cafeína disminuye la sensación de fatiga de los jugadores de waterpolo en pruebas de repetición de sprints de natación.
3. No se puede afirmar que se deba recomendar la cafeína como método de mejora del rendimiento en waterpolistas para pruebas de repetición de sprints.
4. La condición física, el momento de la temporada y el número de sesiones semanales de natación condicionan los resultados de una prueba de repetición de sprints en el agua.
5. Se necesitan más estudios para aumentar la evidencia y el conocimiento de la disciplina.

7. Propuestas de Futuro

Las incertidumbres que surgen de este estudio permiten que surja la idea de poder llevar a cabo estudios más concretos, con más validez y más específicos que permitan

ampliar el conocimiento sobre la suplementación con cafeína y sobre la validez y fiabilidad de los test de repetición de esprint en el agua relacionados con el waterpolo. Este estudio puede dar lugar a investigaciones con diferentes pruebas relacionadas con otros factores de rendimiento específicos del waterpolo, como puede ser la fuerza de lanzamiento. También este estudio puede dar lugar a investigaciones que incluyan muestra de sexo femenino, ya que hacen falta estudios al respecto. Este mismo estudio puede completarse con nuevas variables que medir como el lactato en sangre o el estudio de los genes responsables de la efectividad de la cafeína. La muestra puede ampliarse también obteniendo así un número de jugadores participantes mayores que den más fiabilidad a las mediciones.

8. Referencias Bibliográficas

- Aleksandrović, M., Jorgić, B., Georgiev, G., Ozsari, M., Arslan, D. (2015). Anthropological dimensions as a predictor of specific motor skills of young water polo players. *Physical Education and Sport*, 13 (3): 411–418.
- Astorino TA, Matera AJ, Basinger J, Evans M, Schurman T, Marquez R. (2012). Effects of red bull energy drink on repeated sprint performance in women athletes. *Amino Acids*, 42(5):1803–8.
- Barceló Cormano, E., Blasco Redondo, R., Blanco Rogel, M., & Bach-Faig, A. (2019). Efecto de la cafeína como ayuda ergogénica para evitar y prevenir la fatiga muscular. *Arch. med. deporte*, 36(6), 368-375.
- Bautista, I.J., Vicente-Mampel, J., Baraja-Vegas, L. & Martínez, I. (2021). Relación entre la potencia y velocidad en press de banca y la velocidad de

lanzamiento de balón en jugadores profesionales de balonmano. *Retos*, 40, 53-59.

Bello M.L., Walker A.J., McFadden B.A., Sanders D.J., Arent S.M. Effects of TeaCrine and caffeine on endurance and cognitive performance during a simulated match in high-level soccer players. *J. Int. Soc. Sports. Nutr.* 2019;16:20. doi: 10.1186/s12970-019-0287-6. [[PMC](#) [free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Bishop D. Dietary supplements and team-sport performance. *Sports. Med.* 2010;40:995–1017. doi: 10.2165/11536870-000000000-00000. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Chester N., Wojek N. Caffeine consumption amongst british athletes following changes to the 2004 wada prohibited list. *Int. J. Sports. Med.* 2008;29:524–528. doi: 10.1055/s-2007-989231. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Collomp, K., Ahmaidi, S., Chatard, J.C., Audran, M. and Prefaut, C. (1992) Benefits of caffeine ingestion on sprint performance in trained and untrained swimmers. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 64(4), 377-380.

Cox, G.R., Mujika, I., van den Hoogenband C-R. (2014). Nutritional Reccomendations for Waterpolo. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24, 382-391.

Croteau, F., Robbins, S.M. & Pearshall, D. (2021). Hand-Held Shoulder Strength Measures Correlate With Isokinetic Dynamometry in Elite Water Polo Players. *Journal of Sport Rehabilitation*, 30, 1233-1236.

Dalamitros, A. A., Orogas, P., Nousiou, S., Semaltianou, E., Zourladani, A. & Manou Vasiliki. (2021). *Human Movement*, 22(4), 78-82.

Del Coso, J., Munoz, G., & Munoz-Guerra, J. (2011). Prevalence of caffeine use in elite athletes following its removal from the world anti-doping agency list of banned substances. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 36(4), 555–561.

Desbrow B., Biddulph C., Devlin B., Grant G.D., Anoopkumar-Dukie S., Leveritt M.D. The effects of different doses of caffeine on endurance cycling time trial performance. *J. Sports. Sci.* 2012;30:115–120. doi: 10.1080/02640414.2011.632431. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Desbrow B., Biddulph C., Devlin B., Grant G.D., Anoopkumar-Dukie S., Leveritt M.D. The effects of different doses of caffeine on endurance cycling time trial performance. *J. Sports. Sci.* 2012;30:115–120. doi: 10.1080/02640414.2011.632431. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Gómez-Bruton, A., Marin-Puyalto, J., Muñoz-Pardos, B., Matute-Llorente, A., Del Coso, J., Gómez-Cabello, A., Vicente-Rodríguez, G., Casajús, J.A., & Lozano-Berges, G. (2021). Does Acute Caffeine Supplementation Improve Physical Performance in Female Team-Sport Athletes? Evidence

from a Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 13(10), 3663, 1-25.

Goods, P. S., Landers, G., & Fulton, S. (2017). Caffeine ingestion improves repeated freestyle sprints in elite male swimmers. *Journal of Sports Science & Medicine*, 16(1), 93-98.

Grgic, J. (2018). Caffeine ingestion enhances Wingate performance: A meta-analysis. *European Journal of Sport Science*, 18(2), 219–225.

Grgic, J., Trexler, E. T., Lazinica, B., & Pedisic, Z. (2018). Effects of caffeine intake on muscle strength and power: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15, 11.

Guest N., Corey P., Vescovi J., El-Sohehy A. Caffeine, CYP1A2 genotype, and endurance performance in athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2018;50:1570–1578.

doi: 10.1249/MSS.0000000000001596. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Guest, N. S., VanDusseldorp, T. A., Nelson, M. T., Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Jenkins, N. D., Arent, S.M., Antonio, J., Stout, J.R., Trexler, E.T., Smith-Ryan, A.E., Goldstein, E.R., Kalman, D.S. & Campbell, B. I. (2021). International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1), 1, 1-37.

Hodgson A.B., Randell R.K., Jeukendrup A.E., Earnest C.P. The metabolic and performance effects of caffeine compared to coffee during endurance

exercise. *PLoS ONE*. 2013;38:e59561.
doi: 10.1371/journal.pone.0059561. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)]
[[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Hogervorst E., Riedel W.J., Kovacs E., Brouns F., Jolles J. Caffeine improves cognitive performance after strenuous physical exercise. *Int. J. Sports Med.* 1999;20:354–361. doi: 10.1055/s-2007-971144. [[PubMed](#)]
[[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Lee CL, Cheng CF, Lin JC, Huang HW. Caffeine's effect on intermittent sprint cycling performance with different rest intervals. *Eur J Appl Physiol.* 2012; 112(6):2107–16.

Lopes-Silva, J. P., Choo, H. C., Franchini, E., & Abbiss, C. R. (2019). Isolated ingestion of caffeine and sodium bicarbonate on repeated sprint performance: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(8), 962-972.

McLellan, T. M., Caldwell, J. A., & Lieberman, H. R. (2016). A review of caffeine's effects on cognitive, physical and occupational performance. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 71, 294–312.

Mielgo-Ayuso, J.; Calleja-Gonzalez, J.; Del Coso, J.; Urdampilleta, A.; León-Guereño, P.; Fernández-Lázaro, D. (2019). Caffeine Supplementation and Physical Performance, Muscle Damage and Perception of Fatigue in Soccer Players: A Systematic Review. *Nutrients*, 11, 440.

Mujika, I.& Burke M.L. (2011). Nutrition in Team Sports. *Annals of Nutrition & Metabolism*, 57, 26-35.

- Mujika, I., McFadden, G., Hubbard, G., Royal, K., & Hahn, A. (2006). The water-polo intermittent shuttle test: a match-fitness test for water-polo players. *Int J Sports Phys Perform.*, 1: 27-39.
- Niksic, E., Beganovic, E. & Mirvic, E. (2020). Anthropometric characteristics of top water polo players in relation to playing position in the game. *Journal of Physical Education and Sport*, 20, 3491 – 3496.
- Pitchford N.W., Fell J.W., Leveritt M.D., Desbrow B., Shing C.M. Effect of caffeine on cycling time-trial performance in the heat. *J. Sci. Med. Sport*. 2014;17:445–449. doi: 10.1016/j.jsams.2013.07.004. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
- Pruscino, C.L., Ross, M.L.R., Gregory, J.R., Savage, B. and Flanagan, T.R. (2008) Effects of sodium bicarbonate, caffeine, and their combination on repeated 200-m freestyle performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 18(2), 116-130.
- Puente C, Abian-Vicen J, Del Coso J, Lara B.&Salinero JJ.(2018). The CYP1A2 -163C>A polymorphism does not alter the effects of caffeine on basketball performance. *PLoS One*;13(4).
- Sabio- Lago, Y., Argudo-Iturriaga, F.M., Guerra-Balic, M. & Cabedo-Sanromá, J. (2021). Efficacy in positions 1 and 2 in simple temporary numerical inequality at 15th Water polo World Championship. *Retos*, 41, 425-433.
- Salinero, J.J., Lara, B. & Del Coso, J. (2018). Effects of acute ingestion of caffeine on team sports performance: a systematic review and meta-analysis. *Research in Sports Medicine*, DOI: 10.1080/15438627.2018.155214.

- Salinero, J.J.; Lara, B.; Del Coso, J. (2019). Effects of acute ingestion of caffeine on team sports performance: A systematic review and meta-analysis. *Res. Sports Med.*, 27, 238–256.
- Smith A., Kendrick A., Maben A., Salmon J. Effects of breakfast and caffeine on cognitive performance, mood and cardiovascular functioning. *Appetite*. 1994;22:39–55.
doi: 10.1006/appe.1994.1004. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
- Smith, H.K. (1998). Applied physiology of water polo. *Sports Medicine*, 26, 317–334.
- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B. & Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Med.*, 35, 1025-1044.
- Stecker, R. A., Harty, P. S., Jagim, A. R., Candow, D. G., & Kerksick, C. M. (2019). Timing of ergogenic aids and micronutrients on muscle and exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 16(1), 37.
- Woolf K, Bidwell WK & Carlson AG. Effect of caffeine as an ergogenic aid during anaerobic exercise performance in caffeine naive collegiate football players. *J Strength Cond Res*.23(5):1363–9.

9. Anexos

Anexo 1: Informe Dictamen Favorable Trabajos Académicos CEICA



**Informe Dictamen Favorable
Trabajos académicos**

C.P. - C.I. PI21/490

23 de febrero de 2022

Dña. María González Hinojosa, Secretaria del CEIC Aragón (CEICA)

CERTIFICA

1º. Que el CEIC Aragón (CEICA) en su reunión del día 23/02/2022, Acta Nº 04/2022 ha evaluado la propuesta del Trabajo:

Título: Estudio sobre el efecto ergogénico de la suplementación con cafeína en jugadores de waterpolo y la relación con el rendimiento de factores condicionales.

Alumno: Víctor Gil Hernández

Tutor: Víctor Murillo Lorente

Versión protocolo: Versión 1. 2/2/2022

Versión documento de información y consentimiento (adultos y menores): Versión 1. 2/2/2022

2º. Considera que

- El proyecto se plantea siguiendo los requisitos de la Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación Biomédica y los principios éticos aplicables.
- El Tutor/Director garantiza la confidencialidad de la información, la obtención de los consentimientos informados, el adecuado tratamiento de los datos en cumplimiento de la legislación vigente y la correcta utilización de los recursos materiales necesarios para su realización.

3º. Por lo que este CEIC emite **DICTAMEN FAVORABLE a la realización del proyecto, siempre que se obtenga la autorización del Gerente de UNIZAR para el tratamiento de los datos personales.**

Lo que firmo en Zaragoza : María González Hinojosa
Secretaria del CEIC Aragón (CEICA)

Anexo 2: Resultados Toma Cafeína´

Toma	FC4	FC8	1	2	3	4	5	6	7	8	Media	% Perd. Vel	Borg (1-10)4	Borg(1-10)8
Cafeína	182	181	16.08	15.35	16.11	16.02	16.13	16.04	17.08	17.21	16.25	-7.03	8	8
Cafeína	173	174	13.43	14.46	14.39	15.23	15.43	15.63	15.79	15.81	15.02	-17.72	8.00	9.00
Cafeína	177	178	12.73	12.90	13.01	13.12	13.23	13.32	13.21	13.28	13.10	-4.32	7	8
Cafeína	161	171	13.95	13.62	13.68	13.90	13.86	14.30	14.31	14.75	14.05	-5.73	8.00	8.00
Cafeína	176	176	13.83	13.84	14.35	14.47	14.43	14.63	15.32	14.89	14.47	-7.66	7.00	8.00
Cafeína	176	175	14.32	14.88	14.93	15.01	15.33	15.57	15.80	15.91	15.22	-11.10	8.00	9.00
Cafeína	176	176	13.34	13.29	13.20	13.58	13.40	14.12	14.69	14.56	13.77	-9.15	7.00	8.00
Cafeína	187	195	13.15	13.03	13.86	14.02	13.71	14.07	14.33	14.17	13.79	-7.76	8.00	8.00
Cafeína	179	178	13.22	13.43	13.53	13.69	13.63	13.74	14.16	14.03	13.68	-6.13	8.00	8.00
Cafeína	174	173	12.88	12.65	13.33	13.26	13.47	13.44	14.17	13.86	13.38	-7.61	7.00	8.00
Cafeína	182	181	13.65	13.11	13.37	13.78	13.70	14.19	14.20	14.40	13.80	-5.49	8.00	8.00
Cafeína	186	181	13.00	13.20	13.47	13.61	13.68	13.41	13.66	13.57	13.45	-4.38	7.00	8.00
Cafeína	183	184	13.45	13.50	13.57	13.56	13.44	13.59	14.03	13.65	13.60	-1.49	7.00	7.00
Cafeína	176	181	14.21	13.83	14.15	14.20	14.66	14.68	14.48	14.37	14.32	-1.13	7.00	8.00
Cafeína	171	168	12.99	13.11	13.21	13.70	13.30	14.20	14.71	14.89	13.76	-14.63	8.00	8.00
Cafeína	174	178	14.09	14.79	15.02	15.47	14.93	15.74	15.95	15.84	15.23	-12.42	8.00	8.00
Cafeína	164	164	13.08	12.98	13.02	13.03	13.45	13.45	13.53	13.36	13.24	-2.14	7	8
Cafeína	166	168	13.41	14.12	14.41	14.87	14.60	15.37	15.04	15.09	14.61	-12.53	7.00	7.00

Ilustración 1: Toma de Datos Cafeína

Anexo 3: Resultados Toma Placebo

Toma	FC4	FC8	1	2	3	4	5	6	7	8	Media	% Perd. Vel	Borg (1-10)	Borg(1-10)8
Placebo	181	181	16.15	16.20	16.45	16.52	16.42	17.01	17.23	17.31	16.66	-7.18	8.00	9.00
Placebo	172	174	13.07	15.00	15.05	15.08	15.05	16.05	16.88	17.01	15.40	-30.15	9.00	10.00
Placebo	176	177	13.14	12.70	13.04	13.23	13.06	13.21	13.43	13.25	13.13	-0.84	9.00	9.00
Placebo	161	165	12.79	12.92	12.98	13.18	13.31	13.46	13.36	13.48	13.19	-5.39	8.00	9.00
Placebo	176	175	13.91	14.65	14.45	13.52	14.29	14.45	14.87	14.78	14.37	-6.25	8.00	9.00
Placebo	174	175	14.57	14.27	14.85	15.52	16.05	16.57	17.08	17.21	15.77	-18.12	9.00	9.00
Placebo	176	175	12.90	13.02	13.06	13.16	13.20	13.50	13.47	14.33	13.33	-11.09	8.00	9.00
Placebo	190	190	13.89	14.04	14.40	14.46	14.07	14.53	14.55	14.71	14.33	-5.90	8.00	9.00
Placebo	168	178	14.78	14.22	14.65	14.55	14.13	14.69	14.47	14.77	14.53	0.07	7.00	8.00
Placebo	161	170	12.89	13.66	13.83	14.16	13.24	13.84	13.93	13.94	13.69	-8.15	9.00	9.00
Placebo	167	177	13.34	13.11	13.63	13.71	13.81	13.89	14.46	14.04	13.75	-5.25	8.00	9.00
Placebo	188	184	13.27	13.66	13.74	14.04	13.96	14.36	14.37	14.03	13.93	-5.73	8.00	8.00
Placebo	168	172	13.77	13.83	13.94	14.19	13.75	13.99	14.17	14.03	13.96	-1.89	9.00	9.00
Placebo	170	175	14.21	14.05	14.50	14.42	14.45	14.27	15.13	14.84	14.48	-4.43	8.00	9.00
Placebo	163	163	13.01	14.60	14.02	14.83	14.44	15.16	15.94	16.02	15.23	-23.14	9.00	9.00
Placebo	181	181	14.37	14.55	15.31	15.61	15.42	15.71	16.54	16.00	15.44	-11.34	8.00	9.00
Placebo	168	165	13.42	13.43	13.87	13.95	14.22	14.20	14.29	13.89	13.91	-3.50	8.00	8.00
Placebo	162	162	12.99	13.23	13.63	13.89	13.86	14.90	14.89	15.02	14.05	-15.63	8.00	8.00

Ilustración 2: Toma de datos Placebo

DOCUMENTO DE INFORMACIÓN Y CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL PARTICIPANTE

Título de la investigación: Estudio sobre el efecto ergogénico de la suplementación con cafeína en jugadores de waterpolo y la relación con el rendimiento de factores condicionales.

Tutor del TFG: Víctor Murillo Lorente

Autor del TFG: Víctor Gil Hernández **Tfno:** 674464817 **mail:** victorgilhdez@gmail.com

Centro: Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (Huesca)

1. Introducción:

Nos dirigimos a usted para solicitar su participación en un proyecto de investigación que estamos realizando en la facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (Huesca). Su participación es **absolutamente** voluntaria, **en ningún caso debe sentirse obligado a participar**, pero es importante para obtener el conocimiento que necesitamos. Este proyecto ha sido aprobado por el Comité de Ética. Antes de tomar una decisión es necesario que:

- lea este documento entero
- entienda la información que contiene el documento
- haga todas las preguntas que considere necesarias
- tome una decisión meditada
- firme el consentimiento informado, si finalmente desea participar.

Si decide participar se le entregará una copia de esta hoja y del documento de consentimiento firmado. Por favor, consérvelo por si lo necesitara en un futuro.

2. ¿Por qué se le pide participar?

Se le solicita su colaboración porque usted es jugador de waterpolo perteneciente a un equipo que participa en una liga de nivel nacional lo que requiere un nivel de rendimiento elevado y realiza un alto número de sesiones de entrenamiento a la semana.

En total en el estudio participarán 19 deportistas de estas características.

3. ¿Cuál es el objeto de este estudio?

El objetivo de este estudio es comprobar el efecto ergogénico de la suplementación con cafeína en pruebas relacionadas con los factores condicionales de rendimiento de la disciplina deportiva conocida como waterpolo. Mediante este artículo se pretende evidenciar si hay una mejora en el rendimiento en fuerza y en resistencia en esfuerzos intermitentes, y si es recomendable el uso de suplementación con cafeína para los deportes de equipo.

4. ¿Qué tengo que hacer si decido participar?

Si acuerda participar en este proyecto de investigación intervendrá en dos ocasiones separadas en las que se realizarán pruebas físicas relacionadas con el waterpolo. Estas pruebas son el Waterpolo Intermittent Shuttle Test (obtenido de Mujika et al., 2006); un test de dinamometría manual; y por último el test adaptado T-3 step (obtenido de Bautista et al., 2021). Estas pruebas se realizarán en dos intervenciones separadas en el tiempo, una bajo los efectos de la suplementación de cafeína y sin suplementación con cafeína. Se deberá rellenar también una encuesta de hábitos dietéticos, hábitos de entrenamiento y generalidades sobre la suplementación deportiva.

Todos los participantes realizarán una intervención bajo los efectos de la cafeína y otra sin suplementación con cafeína.

El ensayo es doble ciego, es decir, ni participante ni investigador sabrán en ninguna de las dos intervenciones si el participante ha consumido la cafeína o el placebo.

5. ¿Qué riesgos o molestias supone?

La cafeína es considerada como segura según diversos organismos como por ejemplo la USFDA (United States Food and Drug Administration), no obstante, puede tener efectos dependientes de la dosis en consumidores no habituales como por ejemplo taquicardias, un ligero incremento de la presión sanguínea, diuresis (aumento de la micción) y/o pequeños temblores. Los efectos secundarios comentados se pretenden prevenir usando una dosis acorde al peso corporal del participante para reducir los riesgos y controlar los posibles efectos adversos; dosis previamente consultada en literatura científica relacionada con el uso de cafeína en deportes de equipo.

Las pruebas se realizarán en las instalaciones del Centro Natación Helios (piscina cubierta): Centro deportivo, avenida José Atarés, 1, 50018, Zaragoza.

6. ¿Obtendré algún beneficio por mi participación?

Al tratarse de un estudio de investigación orientado a generar conocimiento no es probable que obtenga ningún beneficio por su participación si bien usted contribuirá al avance científico y al beneficio social.

7. ¿Cómo se van a tratar mis datos personales?

Información básica sobre protección de datos.

Toda la información recogida se tratará conforme a lo establecido en la legislación vigente en materia de protección de datos de carácter personal (Reglamento UE 2016/679, de 27 de abril, conocido como Reglamento General de Protección de Datos y Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales) y siguiendo los protocolos éticos en investigación, incluyendo en caso de ser necesario la previa aprobación del Comité de Ética de la Investigación de Aragón (CEICA).

Responsable del tratamiento: Universidad de Zaragoza

Responsable interno: Víctor Murillo Lorente

Encargado interno: Víctor Gil Hernández

Finalidad: Los datos que nos proporcione serán tratados exclusivamente para el trabajo de investigación a los que hace referencia este documento.

Legitimación: El tratamiento de los datos de este estudio queda legitimado por su consentimiento a participar.

Destinatarios: No se cederán datos a terceros salvo obligación legal.

Duración: Los datos personales serán destruidos una vez se haya cumplido con la finalidad para la que se recabaron y para las posibles revisiones o determinación de responsabilidades. Los resultados objeto de explotación, completamente anonimizados y sin datos personales, podrán ser conservados para su posible reutilización en otros trabajos de investigación. A partir de los resultados de la investigación, se podrán elaborar comunicaciones científicas para ser presentadas en congresos o revistas científicas, pero se harán siempre con datos agrupados y nunca se divulgará nada que le pueda identificar.

Derechos: Podrá ejercer sus derechos de acceso, rectificación, supresión y portabilidad de sus datos, de limitación y oposición a su tratamiento, de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD 2016/679) ante el encargado interno de este tratamiento, cuyos datos de contacto figuran en el encabezamiento de este documento, o dirigiendo un correo electrónico al Delegado/a de Protección de Datos de la Universidad de Zaragoza (dpd@unizar.es). o, en reclamación, a la Agencia Española de Protección de Datos (www.aepd.es).

La Universidad de Zaragoza cuenta con una página donde ofrece amplia información respecto de este tratamiento y de su política de protección de datos, así como formularios para el ejercicio de sus derechos: <http://protecciondatos.unizar.es/>

El tratamiento de sus datos personales se realizará utilizando técnicas para mantener su anonimato mediante el uso de códigos aleatorios, con el fin de que su identidad personal quede completamente oculta durante el proceso de investigación.

Link de política de privacidad Google Formularios: <https://policies.google.com/privacy>

8. ¿Se me informará de los resultados del estudio?

Usted tiene derecho a conocer los resultados del presente estudio, tanto los resultados generales como los derivados de sus datos específicos. También tiene derecho a no conocer dichos resultados si así lo desea. Por este motivo en el documento de consentimiento informado le

preguntaremos qué opción prefiere. En caso de que desee conocer los resultados, el investigador le hará llegar los resultados.

¿Puedo cambiar de opinión?

Su participación es totalmente voluntaria, puede decidir no participar o retirarse del estudio en cualquier momento sin tener que dar explicaciones. Basta con que le manifieste su intención al investigador principal del estudio. **En caso de que decida retirarse del estudio puede solicitar la destrucción de los datos, muestras u otra información recogida sobre usted.**

¿Qué pasa si me surge alguna duda durante mi participación?

En la primera página de este documento está recogido el nombre y el teléfono de contacto del investigador responsable del estudio. Puede dirigirse a él en caso de que le surja cualquier duda sobre su participación.

Muchas gracias por su atención, si finalmente desea participar le rogamos que firme el documento de consentimiento que se adjunta **y le reiteramos nuestro agradecimiento por contribuir a generar conocimiento científico**

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del PROYECTO: Estudio sobre el efecto ergogénico de la suplementación con cafeína en jugadores de waterpolo y la relación con el rendimiento de factores condicionales.

Yo, (nombre y apellidos del participante)

He leído la hoja de información que se me ha entregado.

He podido hacer preguntas sobre el estudio y he recibido suficiente información sobre el mismo.

He hablado con: Víctor Gil Hernández (Investigador)

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

- 1) cuando quiera
- 2) sin tener que dar explicaciones
- 3) sin que esto repercuta en mis cuidados médicos

Presto libremente mi consentimiento para participar en este estudio y doy mi consentimiento para el acceso y utilización de mis datos conforme se estipula en la hoja de información que se me ha entregado.

Deseo ser informado sobre los resultados del estudio: sí no (marque lo que proceda)

He recibido una copia firmada de este Consentimiento Informado.

Firma del participante:

Fecha:

.....

.....

Firma del participante:

Fecha:

.....

.....

He explicado la naturaleza y el propósito del estudio al paciente mencionado

Firma del Investigador:

Fecha:

.....

