



TESIS DOCTORAL

**VALORACIÓN DE LA CARGA Y LA FATIGA MENTAL EN FÚTBOL Y SU
MODULACIÓN A TRAVÉS DE ESTRATEGIAS ESPECÍFICAS DE
ENTRENAMIENTO**

JESÚS DÍAZ GARCÍA

PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS DEL DEPORTE

CONFORMIDAD DE LOS DIRECTORES

“Esta tesis cuenta con la autorización del director/a y coodirector/a de la misma y de la Comisión Académica del programa. Dichas autorizaciones constan en el Servicio de la Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad de Extremadura. “

Fdo: Tomás García Calvo

Fdo: Inmaculada González Ponce

2023

Agradecimientos

“El conocimiento no es una vasija que se llena, sino un fuego que se enciende” (Plutarco). Realizar esta tesis doctoral ha sido un proceso difícil, pero también apasionante. Por ello, me gustaría agradecer a todas las personas que han permitido que el fuego de la investigación y la docencia se haya encendido en mí y que me han ayudado a vivir este tiempo inigualable.

En primer lugar me gustaría agradecer al Ministerio, la Universidad de Extremadura y la Facultad de Ciencias del Deporte toda la ayuda institucional recibida.

En segundo lugar, me gustaría agradecerles a todos mis compañeros del grupo ACAFYDE en general, por su ayuda y capacidad para motivarnos mutuamente a seguir creciendo. Pero también me gustaría realizar algunas menciones particulares. A mis compañeros Ana Rubio-Morales, por contribuir a todo lo que hemos crecido como grupo en el tópico de la fatiga mental, y Miguel Ángel López-Gajardo y José Carlos Ponce-Bordón, porque creo que al habernos encontrado en puntos parecidos de la carrera investigadora hemos sido un gran apoyo y ayuda entre nosotros. También me gustaría agradecer especialmente a Héctor Moreno, Juan José Pulido y Francisco Miguel Leo, con los que quizás no he compartido tanto a nivel científico, pero que a nivel personal siempre me han aconsejado y ayudado. Aunque no pertenezcan al grupo ACAFYDE, también me gustaría agradecer a Jeroen Van Cutsem, Bart Roelands, y todo el equipo de MFYS – Bruselas, a los compañeros de la Universidad de Évora, Jose Alberto Parraca y Nunho Batalha, y al profesor Christopher Ring de Birmingham, el que hayan contribuido a mi formación predoctoral. Por último, quería hacer una mención particular a mi codirectora Inmaculada González-Ponce, por su empatía, ayuda, y capacidad para siempre transmitir calma y sacar cosas positivas en momentos de tensión. Y por supuesto, a mi director Tomás García-Calvo, con el que he

compartido discusiones, alegrías, experiencias... pero que por encima de todo es quien confió en mis capacidades, me dio esta oportunidad y me devolvió la ilusión por la investigación.

Obviamente, me gustaría hacer uno de los agradecimientos más especiales a mis padres, que altruistamente dejaron de disfrutar de muchas cosas para brindárnoslas a mi hermana y a mi. Papá, mamá e Irene, vosotros tres sabéis mejor que nadie cuanto ha costado llegar hasta aquí. Nos habéis enseñado que una persona humilde puede llegar tan alto como desee, siempre que trabaje con dedicación y positividad. Hoy también me gustaría acordarme de mis abuelos Juan, Fito, Mati e Isabel, que aunque hoy no puedan compartir este momento conmigo, siempre serán partícipes de todo lo que consigamos.

Por último, el agradecimiento más especial es para Marta y mi hija Olivia. Vosotras sois la razón que me motiva a seguir mejorando cada día, y ojalá siempre estéis orgullosos de mí. Marta, gracias por comprender que a pesar de que este no es el trabajo más fácil del mundo, es lo que me hace feliz. A pesar de todo lo que conlleva una tesis doctoral, siempre has estado apoyándome, y ayudándome a disfrutar cada momento, por mucha dificultad o kilómetros que se hayan presentado en nuestro camino. Olivia, no sabes lo feliz que me hace que estés aquí. Cuando seas más mayor, y recordemos este día trataremos de transmitirte que tu padre, tu madre y tus abuelos pudieron comprobar que una familia de origen humilde vio cumplido su sueño gracias a que trabajamos duro y en los momentos difíciles nunca desfallecimos. Y sobre todo, tratemos de transmitirte que este logro nos hizo muy feliz, que es lo único que tu madre y yo queremos que seas en esta vida.

Gracias a todos,

Jesús Díaz-García.

Agradecimientos institucionales

Esta tesis doctoral ha sido realizada gracias al apoyo del Gobierno de España (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte) a través del contrato FPU18/03660 para la Formación del Profesorado Universitario.



Este trabajo también ha sido realizado gracias a la Ayuda de Grupos de Investigación de la Junta de Extremadura (Consejería de Economía, Ciencia y Agenda Digital) con la aportación de la Unión Europea a través de los Fondos Europeos de Desarrollo Regional, una manera de hacer Europa.



ÍNDICE



Índice de contenidos

<u>RESUMEN</u>	<u>21</u>
<u>ABSTRACT</u>	<u>27</u>
<u>INTRODUCCIÓN.....</u>	<u>35</u>
JUSTIFICACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS ARTÍCULOS DE LA TESIS DOCTORAL	38
<u>CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO.....</u>	<u>49</u>
LA CARGA Y LA FATIGA EN EL FÚTBOL ANALIZADAS DESDE UNA PERSPECTIVA GLOBAL	49
LA CARGA Y LA FATIGA MENTAL EN EL FÚTBOL: DEFINICIÓN, CAUSAS Y CONSECUENCIAS.....	50
LA VALORACIÓN DE LA FATIGA Y LA CARGA MENTAL EN EL FÚTBOL.....	59
LA PLANIFICACIÓN Y MODULACIÓN DE LA FATIGA MENTAL EN EL FÚTBOL: EL CONCEPTO DE LA CARGA MENTAL Y EL MODELO ECOLÓGICO DE ENTRENAMIENTO ...	62
<u>OBJETIVOS GENERALES.....</u>	<u>69</u>
<u>CAPÍTULO 2 – VALORACIÓN DE LA CARGA Y LA FATIGA MENTAL.....</u>	<u>73</u>
ARTÍCULO 1.....	73
ARTÍCULO 2.....	105
<u>CAPÍTULO 3 – ANÁLISIS LONGITUDINAL DE LA CARGA Y LA FATIGA MENTAL EN TEMPORADA COMPETITIVA</u>	<u>115</u>
ARTÍCULO 3.....	115
<u>CAPÍTULO 4 – MODULACIÓN DE LA CARGA Y LA FATIGA MENTAL A TRAVÉS DE ESTRATEGIAS ESPECÍFICAS DE ENTRENAMIENTO EN FÚTBOL.....</u>	<u>145</u>
ARTÍCULO 4.....	145
ARTÍCULO 5.....	161
TRABAJO COMPLEMENTARIO 1.....	175
TRABAJO COMPLEMENTARIO 2	191
<u>CAPÍTULO 5 – DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</u>	<u>215</u>
<u>DISCUSIÓN.....</u>	<u>215</u>
FORTALEZAS, LIMITACIONES Y PROSPECTIVAS DE FUTURO.....	225
APLICACIONES PRÁCTICAS	229
<u>CONCLUSIONES FINALES.....</u>	<u>231</u>

<u>FINAL CONCLUSIONS</u>	<u>235</u>
<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>239</u>
<u>ANEXOS.....</u>	<u>267</u>

Índice de tablas

TABLA 1.....	79
TABLA 2.....	83
TABLA 3.....	95
TABLA 4.....	98
TABLA 5.....	108
TABLA 6.....	109
TABLA 7.....	109
TABLA 8.....	125
TABLA 9.....	148
TABLA 10.....	151
TABLA 11.....	154
TABLA 12.....	156
TABLA 13.....	167
TABLA 14.....	168
TABLA 15.....	170
TABLA 16.....	179
TABLA 17.....	182
TABLA 18.....	184
TABLA 19.....	185
TABLA 20.....	197
TABLA 21.....	201
TABLA 22.....	203
TABLA 23.....	206

Índice de Figuras

<u>FIGURA 1</u>	<u>39</u>
<u>FIGURA 2</u>	<u>52</u>
<u>FIGURA 3</u>	<u>76</u>
<u>FIGURA 4</u>	<u>119</u>
<u>FIGURA 5</u>	<u>127</u>
<u>FIGURA 6</u>	<u>129</u>
<u>FIGURA 7</u>	<u>131</u>
<u>FIGURA 8</u>	<u>133</u>
<u>FIGURA 9</u>	<u>135</u>
<u>FIGURA 10</u>	<u>199</u>

Índice de artículos**ARTÍCULO 1**

Díaz-García, J., González-Ponce, I., Ponce-Bordón, J. C., López-Gajardo, M. A., Ramírez-Bravo, I., Rubio-Morales, A., & García-Calvo, T. (2021). Mental load and fatigue assessment instruments: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1), 419. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010419>

Factor de impacto: JCR 4.61 (Q1)

Situación: PUBLICADO

ARTÍCULO 2

Díaz-García, J., González-Ponce, I., Ponce-Bordón, J. C., López-Gajardo, M. A., & García-Calvo, T. (2021). Diseño y validación del Cuestionario para valorar la Carga Mental en los Deportes de Equipo (CCMDE). *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 21(2), 138–145. <https://doi.org/10.6018/cpd.46495>

Factor de impacto: SJR 0.29 (Q3)

Situación: PUBLICADO

ARTÍCULO 3

Díaz-García, J., Filipas, L., La Torre, A., Gómez-Rivera, J., Rubio-Morales, & García-Calvo, T. (2023). Mental fatigue changes from regular season to play-offs in semiprofessional soccer: A comparison by training days. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 0, 0-0. <https://doi.org/10.1111/sms.14301>

Factor de impacto: JCR 4.645 (Q1)

Situación: PUBLICADO

ARTÍCULO 4

Díaz-García, J., Pulido, J. J., Ponce-Bordón, J. C., Cano-Prado, C., López-Gajardo, M. A., & García-Calvo, T. (2021). Coach encouragement during soccer practices can influence players' mental and physical loads. *Journal of Human Kinetics*, 79, 277–288. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0079>

Factor de impacto: JCR 0.82 (Q3)

Situación: PUBLICADO

ARTÍCULO 5

Díaz-García, J., Ponce-Bordón, J.C, Moreno-Gil, A., Rubio-Morales, A., López-Gajardo, M. A., García-Calvo, T. (2023). Influence of scoring systems on mental fatigue, physical demands, and tactical behavior during soccer large-sided games. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), 2087. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032087>

Factor de impacto: JCR 4.61 (Q1)

Situación: PUBLICADO

RESUMEN Y ABSTRACT



Resumen

La presente tesis doctoral se encuadra dentro del tópico de la carga y la fatiga mental en el fútbol, y se ha desarrollado con un objetivo doble. Por un lado, el primer objetivo de esta tesis doctoral es avanzar en el conocimiento sobre la valoración de la carga y la fatiga mental en el fútbol. Por otro lado, el segundo objetivo de esta tesis doctoral es testar los efectos que causan ciertas estrategias específicas del entrenamiento en fútbol sobre la carga y la fatiga mental, para así tener información sobre cómo modular, de manera intencional, la carga y la fatiga mental de los jugadores durante los entrenamientos.

La tesis doctoral ha sido diseñada mediante el sistema de compendio de publicaciones, y se han elaborado un total de cinco artículos para tratar de dar respuesta a los objetivos previamente planteados. Específicamente, los artículos 1 y 2 se desarrollaron para cumplir con el objetivo de avanzar en el conocimiento sobre la valoración de la carga y la fatiga mental en el fútbol. Mientras tanto, el artículo 3, y por la información que aporta, contribuye a la consecución de ambos objetivos. Finalmente, los artículos 4 y 5 se desarrollaron para cumplir con el objetivo de analizar los efectos que causan ciertas estrategias específicas de entrenamiento sobre la carga y la fatiga mental de los jugadores de fútbol. Además, se han desarrollado dos estudios complementarios que, aunque no pertenecen al compendio de publicaciones, serán expuestos porque aportan información que puede ser de interés para el objetivo de conocer los efectos que tienen las estrategias de entrenamiento sobre la carga y la fatiga mental de los jugadores. A continuación, se profundiza en la información presentada en estos artículos.

El artículo 1 es un estudio de revisión sistemática, en el que se muestran y, además, se clasifican, en función del contexto (e.g., escolar, médico) y el tipo de

medición que se utiliza (e.g., escala subjetiva, parámetro fisiológico), los instrumentos que han empleado los expertos para valorar la carga y la fatiga mental hasta el momento. Este artículo de revisión incluye instrumentos utilizados en diferentes contextos, cómo ya se ha mencionado, pero con un especial interés en el contexto deportivo y, más específicamente, en los deportes de equipo y el fútbol. La principal conclusión de este estudio es que no existe un instrumento específico y de utilidad práctica que permita valorar la carga mental en los deportes de equipo, en general, y el fútbol, en particular. Algunos estudios que se han realizado con futbolistas han empleado herramientas no específicas del deporte, como el NASA-TXL, ó instrumentos más objetivos, como la pupilometría o la electroencefalografía, pero dado la gran cantidad de tiempo que se invierte tanto en realizar estas mediciones cómo en obtener los resultados, su aplicación en equipos de fútbol es, hasta el momento, residual. Por tanto, se puede entender que los cuerpos técnicos han tenido serías dificultades para incluir las mediciones de carga mental dentro de los registros que les realizan a los jugadores de fútbol diaria o semanalmente (e.g., análisis de sangre, Sistemas de Posicionamiento Global, frecuencia cardiaca). Sin embargo, esta limitación no existe para la fatiga mental, ya que la Escala Visual Analógica permite cuantificar de forma específica, en un breve espacio de tiempo y con una obtención inmediata de los resultados la fatiga mental de los futbolistas. Una vez descrita esta situación, y en consecuencia, se elaboró el artículo 2, con el objetivo de diseñar y validar un instrumento que permitiese cuantificar la carga mental de los futbolistas y, además, respetando las necesidades del deporte y los cuerpos técnicos para este propósito. Así, en este artículo de diseña y valida el instrumento para Cuantificar la Carga Mental en los Deportes de Equipo (CCMDE). Este instrumento está formado por un total de cuatro ítems: carga física, carga cognitiva, carga emocional y carga afectiva, y se puede utilizar

tras la realización de una tarea de entrenamiento, una sesión de entrenamiento completa, o un partido. Estos ítems fueron seleccionados mediante un acuerdo entre expertos, que respondían tanto a un perfil científico (i.e., profesores de universidad) como profesional (i.e., experiencia entrenando a equipos de fútbol). Y, además, estos ítems responden a modelos previos como el de Smith et al. (2018), que ha sido utilizado como referencia para explicar el origen de la carga y la fatiga mental en el contexto específico del fútbol. En este Artículo 2 se concluye que el CCMDE es un instrumento válido y fiable para el propósito de cuantificar la carga mental en el fútbol, respetando además las especificidades que requiere un instrumento para su utilización habitual en equipos de fútbol y, por tanto, solventando la limitación que quedó expuesta en el Artículo 1 de la presente tesis doctoral (que, recordemos, era la falta de un instrumento válido y útil para cuantificar la carga mental en el fútbol). De esta manera, y mediante la elaboración de estos dos trabajos, se trató de dar respuesta al objetivo de avanzar en el conocimiento existente sobre la valoración de la carga y la fatiga mental en el fútbol.

En el Artículo 3, de diseño longitudinal, se cuantificó la carga (utilizando el CCMDE) y la fatiga mental en jugadores de fútbol en diferentes fases de la temporada competitiva. En concreto, se registraron estas variables durante un total de 10 semanas, de las cuales 5 semanas pertenecían a la fase de liga regular y las otras 5 semanas pertenecían a la fase de play-offs. Estos registros se realizaron en los 4 entrenamientos que realizaban cada semana dos equipos diferentes de jugadores semi-profesionales de fútbol durante la temporada. Así, se comparó la carga y la fatiga mental entre ambas fases competitivas. Este artículo concluye que tanto la carga como la fatiga mental son variables fluctuantes a lo largo de la temporada competitiva, es decir, que no son iguales en distintos momentos de la temporada y, además, pueden verse afectadas por diversos factores como es la fase competitiva. Anteriormente se mencionaba que el Artículo 3 es

de importancia para los dos objetivos que se definieron para esta tesis doctoral. La información aportada en este artículo demuestra que la carga y la fatiga mental sufren cambios a lo largo de la temporada, y dado que otros estudios han demostrado que niveles elevados de fatiga mental pueden afectar negativamente sobre el rendimiento del fútbol, parece necesario que los cuerpos técnicos conozcan los momentos de la temporada en los que los niveles de fatiga mental pueden ser perjudiciales para el rendimiento. Así, se resalta la importancia de que la carga y la fatiga mental sean incluidas entre las medidas habituales que el cuerpo técnico realiza a los jugadores, para así poder controlarlas. Además, se demuestra la importancia de que el staff técnico utilice estrategias específicas de entrenamiento para modular la carga y la fatiga mental durante la temporada, permitiendo así optimizar sus valores y evitar que afecten negativamente al rendimiento. De hecho, los resultados de este estudio demuestran que la fatiga mental es más elevada durante la fase de play-offs, por lo que los cuerpos técnicos deberían actuar, por ejemplo, reduciendo la carga mental de los entrenamientos para contrarrestar la fatiga mental que causan implícitamente los play-offs y evitar así posibles efectos negativos de la fatiga mental sobre el rendimiento en esta fase crucial de la temporada.

Por último, en los artículos 4 y 5 se analizan los efectos que tienen determinadas estrategias específicas de entrenamiento sobre la carga y la fatiga mental. En ambos artículos se siguió la misma metodología: realizar dos sesiones de entrenamiento con las mismas cinco tareas de entrenamiento, pero variando la aplicación del constreñimiento entre ambas sesiones. Así, en el Artículo 4 se analizó la estrategia del comportamiento verbal del entrenador, y más específicamente, el uso de la instrucción de ánimo general (e.g., ¡vamos!, ¡ánimo!), y se comparó con la ausencia de comportamiento verbal del entrenador. Los resultados de este estudio muestran que la carga y fatiga mental

reportada por los jugadores fue diferente entre ambas sesiones. En concreto, los resultados muestran que la sesión en la que el entrenador aplicaba la instrucción de ánimo general causó un mayor incremento de la carga y la fatiga mental, en comparación con la sesión en la que el entrenador no aplicaba ningún comportamiento verbal. Por otro lado, en el Artículo 5 se chequean los efectos de diferentes sistemas de puntuación sobre la carga y la fatiga mental. Concretamente, la tarea de entrenamiento que se analizaba era un partido simulado de 12 minutos totales de duración, y se compararon tres sistemas de puntuación distintos, que eran: el sistema de puntuación tradicional (i.e., 1 gol = 1 gol durante toda la tarea), el valor doble de los goles durante los últimos cuatro minutos (i.e., 1 gol = 1 gol durante los primeros ocho minutos, y 1 gol = 2 goles durante los últimos cuatro minutos) y valor doble de los goles durante los últimos ocho minutos (i.e., 1 gol = 1 gol durante los primeros cuatro minutos, y 1 gol = 2 goles durante los últimos ocho minutos). Los resultados muestran que ambas modificaciones en el sistema de puntuación (i.e., valor doble durante los últimos 4 y 8 minutos) generan un incremento en la carga y la fatiga mental con respecto al sistema de puntuación tradicional. Sin embargo, la adaptación del gol doble durante los últimos 4 minutos generó niveles aún más elevados de carga y fatiga mental que la adaptación de los últimos 8 minutos. Con esta información, el cuerpo técnico puede conocer los efectos de estas estrategias sobre la carga y la fatiga mental, y pueden utilizar este conocimiento para, de acuerdo a sus objetivos, optimizar los niveles de carga y fatiga mental en los jugadores de manera deliberada. De esta forma, se trató de dar respuesta al objetivo de avanzar en el conocimiento sobre cómo modular la carga y fatiga mental a través de estrategias específicas de entrenamiento. Además, en los trabajos complementarios, y utilizando esta misma metodología, se testaron los efectos de la mayor o menor presión temporal, que hace referencia al tiempo disponible que tienen

los jugadores para cumplir con los objetivos de las tareas, y el uso de los castigos asociados a los resultados de la tarea. Los principales resultados de estos trabajos muestran que el aumento de la presión temporal y el uso de los castigos genera mayores niveles de carga y fatiga mental que los ejercicios diseñados con menor presión temporal o en el que el resultado no va asociado al uso de castigos.

A modo de conclusiones y aportaciones de la tesis doctoral, con la información presentada se puede afirmar que previamente existía una limitación para cuantificar la carga mental en el fútbol, mientras que ahora el CCMDE es un instrumento válido y fiable y que puede ser utilizado para tal propósito respondiendo a las características y necesidades concretas del fútbol. Además, en este trabajo se concluye que la carga y la fatiga mental fluctúan a lo largo de la temporada, y se pueden ver afectadas por factores como el momento o la fase de la temporada. Por tanto, es necesario tanto su cuantificación como modulación. Por último, la presente tesis doctoral concluye que el comportamiento verbal del entrenador, a través de la instrucción de ánimo general, el sistema de puntuación de las tareas, la presión temporal y el uso de castigos son estrategias específicas de entrenamiento que los entrenadores pueden utilizar para modular la carga y la fatiga mental de las tareas de entrenamiento acorde a sus objetivos. En concreto, el uso de la instrucción de ánimo general, las modificaciones en el sistema de puntuación, el aumento de la presión temporal y el uso de castigos deberían utilizarse en los momentos en los que los entrenadores crean necesario aumentar la carga y la fatiga mental de los entrenamientos. Al contrario, para reducir la carga y la fatiga mental de los entrenamientos, los entrenadores deberían limitar su comportamiento verbal, utilizar el sistema de puntuación tradicional, reducir la presión temporal y limitar el uso de los castigos.

Abstract

This doctoral thesis focuses on the study of mental workload and mental fatigue in football, and has been developed with a twofold objective. On the one hand, the first objective of this doctoral thesis is to advance in the existing knowledge on the assessment of mental workload and mental fatigue in football. On the other hand, the second objective of this doctoral thesis is to study and know the effects that certain specific football training strategies have on load and mental fatigue, in order to have information on how to modulate load and mental fatigue intentionally during football players' training sessions.

The doctoral thesis has been designed using the compendium of publications system, where a total of five articles have been developed to try to respond to the objectives set out. Specifically, articles 1 and 2 were developed to fulfil the objective of advancing knowledge on the assessment of mental workload and mental fatigue. Meanwhile, article 3, by the information it provides, contributes to the achievement of both objectives. Finally, articles 4 and 5 were developed to fulfil the objective of analysing the effects of specific training strategies on the load and mental fatigue of football players. In addition, two complementary studies have been developed which, although they do not belong to the compendium of publications, will be exposed because they provide information that may be of interest for the objective of knowing the effects that training strategies have on the load and mental fatigue of the players.

Thus, article 1 is a systematic review study in which both how instruments that have been used by experts to assess mental workload and mental fatigue are classified according to the context (e.g., school, medical) and the type of measurement used (e.g., subjective scale, physiological parameter) are analysed. This review article includes instruments used in different contexts, but with a special interest in the sport context

and, more specifically, in team sports and football. The main conclusion of this study is that there is no specific instrument to assess mental workload in team sports in general and football in particular. Some studies carried out with football players have used non-sport-specific tools, such as the NASA-TXL, or more objective instruments, such as pupillometry or electroencephalography, but the large amount of time invested both in carrying out these measurements and in obtaining the results makes it difficult to apply them to football teams. Consequently, it is understood that it is difficult for technical staffs to include mental workload measurements in their daily or weekly recordings of football players (e.g., blood tests, Global Positioning Systems, heart rate). However, this limitation did not exist for mental fatigue, as the Visual Analogue Scale is an instrument that allows the specific quantification, in a short period of time and with immediate results, of the mental fatigue of football players. Once this context was described, and as a consequence, article 2 was drafted, with the aim of designing and validating an instrument that would allow the mental workload of football players to be quantified and, furthermore, to do so regularly and respecting the needs of the technical staffs for this purpose. Thus, this article designs and validates the instrument for Quantifying Mental Workload in Team Sports (CCMDE). This instrument is made up of a total of 4 items, which question the physical, cognitive, emotional and affective load of the players after a training session or match. These items were selected by agreement between experts, who responded to both a scientific profile (i.e., university professors) and a professional profile (i.e., experience coaching football teams). Furthermore, these items respond to previous models such as Smith et al. (2018), which have been used as guidelines and which explain the origin of mental workload and mental fatigue in the specific context of football. In this Article 2 it is concluded that the CCMDE is a valid and reliable instrument for the purpose of quantifying mental workload in football,

while respecting the specificities that an instrument requires for its regular use in football teams and thus solving the limitation that was exposed in Article 1 of this doctoral thesis. In this way, and through the elaboration of these two works, an attempt was made to respond to the described objective of advancing the existing knowledge on the assessment of mental workload and mental fatigue in football.

In Article 3, and with a longitudinal design, load (using the CCMDE, in fact) and mental fatigue were quantified in football players and in different phases of the competitive season. Specifically, these variables were recorded for a total of 10 weeks, of which 5 weeks were during the regular phase and another 5 weeks belonged to the play-off phase. These records were made during the 4 training sessions carried out each week by two different teams of semi-professional football players during the season. Thus, the load and mental fatigue were compared between the two competitive phases. This article concluded that both load and mental fatigue are variables that fluctuate over time, i.e. they are not the same throughout the season and can also be affected by various factors such as the competitive phase. It was mentioned earlier that this article is of importance for the two objectives that were defined for the doctoral thesis. This double importance resides, on the one hand, in the fact that the information provided in this article shows that load and mental fatigue undergo changes throughout the season, and given that other studies have shown that these variables can negatively affect football performance, one of the applications of this study is to highlight the importance of including load and mental fatigue among the usual measures that the staff carry out on the players, in order to be able to control them. But, on the other hand, another of the applications of this study is also to demonstrate the importance of the technical staff using specific training strategies to modulate the load and mental fatigue during the season, thus allowing them to optimise their values and not negatively affect the

performance of the players. In fact, the results of this study show that mental fatigue is higher during the play-off phase, so coaches and staffs should act, for example, by reducing the mental load of training sessions in order to counteract the high levels of mental fatigue implicitly caused by the play-offs and thus avoid possible negative effects of mental fatigue on performance.

Finally, articles 4 and 5 analyze the effects of specific training strategies on load and mental fatigue. Both articles followed the same methodology: two training sessions with the same five training tasks, but varying the application of the constraint between the two sessions. Thus, in Article 4, the strategy of the coach's verbal behavior, and more specifically, the use of the general encouragement instruction (e.g., go!, cheer up!), was analyzed and compared with the absence of the coach's verbal behavior. The results of this study show that the mental load and fatigue reported by the players was different between the two sessions. Specifically, the results show that the session in which the coach applied the general encouragement instruction caused a greater increase in mental load and fatigue, compared to the session in which the coach did not apply any verbal behavior. On the other hand, the effects of different scoring systems on load and mental fatigue are checked in Article 5. Specifically, the training task under analysis was a simulated match of 12 minutes total duration, and three different scoring systems were compared, which were: the traditional scoring system (i.e., 1 goal = 1 goal during the whole task), the double value of goals during the last four minutes (i.e., 1 goal = 1 goal during the last four minutes (i.e., 1 goal = 1 goal during the first eight minutes, and 1 goal = 2 goals during the last four minutes) and double value of goals during the last eight minutes (i.e., 1 goal = 1 goal during the first four minutes, and 1 goal = 2 goals during the last eight minutes). The results show that both modifications in the scoring system (i.e., double value during the last 4 and 8 minutes) generate an

increase in mental workload and fatigue with respect to the traditional scoring system. However, the adaptation of the double goal during the last 4 minutes generated even higher levels of mental load and fatigue than the adaptation of the last 8 minutes. With this information, the technical staff can know the effects of these strategies on mental load and fatigue, and they can use this knowledge to, according to their objectives, optimize the levels of mental load and fatigue in the players in a deliberate manner. In this way, we tried to respond to the objective of advancing knowledge on how to modulate mental load and fatigue through specific training strategies. In addition, in the complementary articles, and using this same methodology, the effects of greater or lesser time pressure, which refers to the time available to the players to meet the objectives of the tasks, and the use of punishments associated with the results of the task, were tested. The main results of these articles show that the increase in time pressure and the use of punishments generate higher levels of load and mental fatigue than exercises designed with less time pressure or in which the result is not associated with the use of punishments.

As conclusions and contributions of the doctoral thesis, with the information presented it can be stated that previously there was a limitation to quantify the mental load in soccer, while now the CCMDE is a valid and reliable instrument that can be used for this purpose responding to the specific characteristics and needs of soccer. Furthermore, this work concludes that mental workload and mental fatigue fluctuate throughout the season, and can be affected by factors such as the time or phase of the season. Therefore, both their quantification and modulation are necessary. Finally, the present dissertation concludes that the coach's verbal behavior, through general encouragement instruction, task scoring system, time pressure, and the use of punishments are specific coaching strategies that coaches can use to modulate the load

and mental fatigue of training tasks according to their objectives. Specifically, the use of general encouragement instruction, scoring system modifications, increased time pressure, and the use of punishments should be used at times when coaches believe it is necessary to increase the load and mental fatigue of training. Conversely, to reduce the load and mental fatigue of workouts, coaches should limit their verbal behavior, use the traditional scoring system, reduce time pressure, and limit the use of punishments.

INTRODUCCIÓN



Introducción

El fútbol es un deporte exigente tanto física como mentalmente (Nedelec et al., 2012). Sin embargo, la mayoría de las investigaciones que han analizado la carga y la fatiga causada por los entrenamientos y partidos de fútbol se han centrado principalmente en las demandas físicas (Thompson et al., 2020), obviando la parte mental y el análisis holístico de estas variables.

Desde una perspectiva sistémica, ha quedado claramente fundamentado que la práctica de este deporte conlleva múltiples exigencias a partir de las necesidades integrales que determina el juego. Desde un punto de vista físico, el fútbol es un deporte principalmente aeróbico, ya que la duración total del juego es prolongada (i.e., 90 min). Pero, y al igual que en otros deportes de equipo, en el fútbol se intercalan acciones cortas de muy alta intensidad con periodos de recuperación más largos (Hands & Janse de Jonge, 2020; Mohr et al., 2005; Silva et al., 2018).

No obstante, este deporte conlleva también exigencias a nivel perceptivo-cognitivo y emocional (Kunrath et al., 2020). Los jugadores tienen que permanecer alerta durante largos periodos de tiempo, analizando constantemente el contexto de juego, y centrando su atención en los aspectos más relevantes del mismo (Smith et al., 2018). También, los jugadores tienen que recordar las consignas de sus entrenadores y, a la vez, analizar los comportamientos/movimientos de sus rivales y compañeros para integrar toda esta información y tomar decisiones correctas desde el punto de vista táctico (Coutinho et al., 2018). Además, todos estos procesos perceptivo-cognitivos se realizan bajo presión temporal, lo que puede dar lugar a la aparición de emociones negativas como la ansiedad o el estrés (Smith et al., 2018).

Por lo tanto, parece evidente que el fútbol debe ser entendido desde una perspectiva global, tanto para su análisis como para el diseño de tareas de

entrenamiento, y también es necesario destacar la existencia de procesos psicosociales que afectan a la carga y fatiga generada desde una perspectiva mental (García-Calvo et al., 2019).

Así, ya existen estudios que demuestran que las exigencias cognitivas y emocionales a las que los futbolistas se ven sometidos durante los partidos incrementan significativamente su fatiga mental (Abbott et al., 2020; Thompson et al., 2020). Este hallazgo requiere la atención de los expertos, y su importancia debe quedar resaltada, ya que la fatiga mental causa efectos negativos sobre el rendimiento de los futbolistas (Badin et al., 2016; Smith et al., 2017; Smith, Coutts, et al., 2016). De hecho, estos efectos negativos de la fatiga mental parecen ser globales, ya que se han observado efectos negativos de la fatiga mental tanto en el rendimiento físico como el técnico-táctico. En consecuencia, parece necesario que los entrenadores e investigadores se esfuercen en concretar ciertas estrategias que permitan optimizar los niveles de la fatiga mental y disminuir las consecuencias negativas que esta variable provoca sobre el rendimiento en fútbol (Van Cutsem & Marcora, 2021). Sin embargo, a pesar de la información expuesta y las necesidades mencionadas en cuanto a optimizar el manejo de la carga y la fatiga mental de los futbolistas, todavía existen algunas limitaciones para poder desarrollar adecuadamente este proceso a nivel práctico.

En primer lugar, habría que señalar la ausencia generalizada de medidas para la valoración de la carga y la fatiga mental en las dinámicas de la mayoría de los equipos de fútbol (Russell, Jenkins, Smith, et al., 2019). Los expertos han puesto de manifiesto que estas medidas no han sido frecuentes en los equipos, todo lo contrario de lo que ha ocurrido con los registros de datos físicos, que sí han conseguido instaurarse (Russell, Kelly, et al., 2020). Para este propósito, los cuerpos técnicos de los equipos han contado con una gran limitación, ya que no existía un instrumento válido, fiable y que no

afectase significativamente al tiempo efectivo de entrenamiento para cuantificar la carga mental. Por lo tanto, la falta de interés e información que ha habido en el pasado sobre estas variables y la ausencia de instrumentos con los que el cuerpo técnico pudiera cuantificarlas podrían explicar por qué la carga y la fatiga mental no se han instaurado como variables de análisis regular en las dinámicas de los equipos.

En segundo lugar, y también algo que sí se ha logrado con la carga física, es que los cuerpos técnicos entiendan la importancia de planificar y modular la carga mental durante los entrenamientos. Concretamente, el proceso de modular hace referencia a incrementar o disminuir la carga y la fatiga mental de los futbolistas de manera deliberada y a través de los entrenamientos. De hecho, según los expertos, esta modulación debería realizarse siguiendo una doble premisa: por un lado, desarrollar adaptaciones de entrenamiento para resistir la aparición de la fatiga mental y tener la capacidad de mantener el rendimiento aún en presencia de fatiga mental (Dallaway et al., 2021; Marcora et al., 2015) y, por otro lado, evitar realizar tareas que sean muy fatigantes a nivel mental cerca de los partidos (Van Cutsem & Marcora, 2021). Para ello, parece necesario diseñar sesiones de entrenamiento y rutinas previas a los partidos con diferentes niveles de carga mental, tal y como se realiza desde la perspectiva física. Sin embargo, para estos propósitos los cuerpos técnicos también han tenido otra gran limitación, y es que no existía un conocimiento amplio y empírico sobre cómo de fatigantes a nivel mental son las diferentes tareas y actividades que se utilizan en la preparación de la competición en fútbol.

Justificación de la organización y distribución de los artículos de la tesis doctoral

Por tanto, una vez realizada la introducción anterior, y con un interés especial en dar respuesta a las limitaciones que se han definido para el tópico de la carga y la fatiga mental en el fútbol, a continuación se expone la organización de los artículos de la presente tesis doctoral y se justifica el porqué de la cronología utilizada. Para facilitar, además, una visión global de la tesis doctoral y su estructura, se presenta la Figura 1.

Figura 1

Visión global de la organización de la tesis doctoral



Como se puede observar en la Figura 1, la tesis doctoral comienza con una revisión de la bibliografía específica, centrada en las variables de carga y fatiga mental en el fútbol. En esta revisión, expuesta en el Capítulo 1, se esperaba definir posibles limitaciones existentes en la temática, definiendo las preguntas de investigación de la tesis doctoral. Así, las dos limitaciones más importantes que se encontraron en la literatura, y como ya se ha mencionado anteriormente, fueron: por un lado, la falta de instrumentos existentes para cuantificar la carga mental de manera específica y, por otro lado, la falta de información sobre estrategias específicas de entrenamiento para modular la carga y la fatiga mental. Por tanto, se crearon dos preguntas de investigación, con sus correspondientes líneas y estrategias para abordarlas.

En primer lugar, la tesis trata de responder a la pregunta de investigación “¿Cómo cuantificar la carga mental en el fútbol?”, la cual es abordada en el Capítulo 2. La estrategia utilizada para este propósito fue realizar, primero, una revisión sistemática en la que se expusieran y se clasificaran los instrumentos existentes para cuantificar la carga y la fatiga mental (Artículo 1). La principal conclusión de este trabajo fue que no existían instrumentos específicos para cuantificar la carga mental de los futbolistas. Por tanto, y a continuación, se decidió realizar un trabajo para diseñar y validar un instrumento específico para cuantificar la carga mental cumpliendo con los requerimientos específicos del fútbol (Artículo 2).

En el Capítulo 3 se presenta un artículo que es de suma importancia para ambos objetivos de la tesis doctoral, de ahí que en la Figura 1 aparezcan líneas de doble sentido entre este Capítulo 3 y los Capítulos 2 y 4. En concreto, en el Capítulo 3 se presenta un análisis longitudinal de la carga y fatiga mental en equipos de fútbol semi-profesionales a lo largo de una temporada (Artículo 3), para lo cual se utiliza el instrumento previamente validado, poniendo de manifiesto su utilidad y aplicación. Además, los

resultados obtenidos resaltan la necesidad de modular intencionalmente la carga y la fatiga mental a través de estrategias específicas de entrenamiento, para así mantener un control de estas variables y buscar su optimización de acuerdo con los objetivos de los entrenadores.

De hecho, la segunda pregunta de investigación de la presente tesis doctoral fue: ¿Qué estrategias específicas tienen los entrenadores para modular los niveles de carga y fatiga mental? En el Capítulo 4 se presentan dos artículos, de diseño cuasi-experimental y corte transversal en el que se presentan los efectos que tienen el comportamiento verbal del entrenador (Artículo 4) y el sistema de puntuación (Artículo 5) sobre la carga y la fatiga mental de los jugadores. Además, se presentan dos trabajos complementarios en los que se analizan los efectos de la modificación de la presión temporal y el uso de castigos asociados a los resultados de la tarea sobre la carga y la fatiga mental.

Para finalizar, la discusión general de los artículos presentados, las aplicaciones prácticas derivadas de toda la información expuesta, las posibles limitaciones a tener en cuenta y las propuestas de trabajos futuros se presentan en el Capítulo 5.

En definitiva, la presente tesis aborda dos preguntas de investigación que han sido definidas tras realizar una revisión exhaustiva de la bibliografía y el análisis de las necesidades establecidas por los expertos de este tópico de investigación. Además, se han tratado de abordar estas preguntas de investigación a través de una perspectiva holística y ecológica, y para ello se han realizado trabajos con distintas aproximaciones metodológicas, como son un trabajo de revisión sistemática, otro trabajo de diseño y validación de un instrumento, un artículo longitudinal y dos artículos (más otros dos trabajos complementarios) de corte transversal, pero siempre respetando la especificidad de la investigación mediante la utilización de futbolistas pertenecientes a equipos

competitivos y en contextos de juego real. A continuación, se presenta cada capítulo y su contenido de manera más concreta.

En el Capítulo 1 se presenta el marco teórico de la tesis doctoral, en el que se definen, principalmente, las variables trascendentales de la misma: la carga y la fatiga mental. En concreto, en este capítulo se detallan las causas, mecanismos y consecuencias que existen sobre el rendimiento de estas variables en el fútbol, lo cual permite al lector entender tanto sus desencadenantes como la importancia que tienen estas variables para el rendimiento. En este capítulo también se hace referencia a los dos aspectos en los que más se incide a lo largo de la presente tesis doctoral: por un lado, las posibilidades y especificidades para la cuantificación y valoración de la carga y la fatiga mental y, por otro lado, las posibilidades para ajustar y modular estas variables a través de las estrategias específicas de entrenamiento.

El Capítulo 2 está dedicado a la valoración de la carga y la fatiga mental, y en el mismo se presentan dos artículos: Artículo 1 y 2. El Artículo 1 es un artículo de revisión sistemática que puede servir como guía y clasificación de los instrumentos que se han utilizado para cuantificar la carga y la fatiga mental. En este trabajo, se concluye que existen diversas opciones para cuantificar la fatiga mental de los deportistas, pero también se pone de manifiesto la falta de una instrumentación válida, fiable y específica para la cuantificación de la carga mental, tanto en los deportes de equipo, en general, como en el fútbol, en particular. Esto resalta una gran limitación que han tenido los cuerpos técnicos de los equipos de fútbol para cuantificar la carga mental. El Artículo 2 es, en consecuencia, un artículo de diseño y validación de un instrumento, y tuvo como objetivo principal el de diseñar y validar un instrumento para cuantificar de forma válida, fiable y concisa la carga mental en los deportes de equipo. Este artículo demuestra la validez y fiabilidad del instrumento diseñado y, en consecuencia, corrige

esta limitación previamente definida para cuantificar la carga mental (y que, recordemos, no existía para la fatiga mental). De hecho, este instrumento ha sido utilizado en todos los artículos que se presentan en esta tesis doctoral, motivo por el cual se justifica que sea presentado al principio de la misma, en el Capítulo 2.

En el Capítulo 3 se presenta un estudio longitudinal, el Artículo 3, en el que se cuantifican y analizan la carga y la fatiga mental reportada por futbolistas en diferentes momentos de la temporada. Los principales hallazgos del estudio son que la carga y fatiga mental fluctúan a lo largo de la temporada, y que pueden estar influidas por diversos factores como es la fase competitiva (i.e., temporada regular vs play-offs) de la temporada. Por tanto, este artículo pone de manifiesto la necesidad de que los cuerpos técnicos, cuantifiquen, controlen y, además, modulen los niveles de carga y fatiga mental de entrenamiento de sus jugadores a través de estrategias de entrenamiento específicas. Si estas acciones no se hiciesen, se corren varios riesgos, entre los que destaca la posibilidad de que los jugadores presenten altos niveles de fatiga mental cerca de los partidos, con sus correspondientes efectos negativos sobre el rendimiento. Este artículo aparece antes de los artículos en los que se analizan los efectos de ciertas estrategias de entrenamiento sobre la carga y la fatiga mental, ya que se consideró necesario conocer previamente si la carga y la fatiga mental fluctuaban a lo largo de la temporada y, por tanto, necesitaban ser tratada por los entrenadores a través de estrategias específicas para tal propósito.

El Capítulo 4 trata sobre la adaptación/manipulación de la carga y fatiga mental a través de estrategias específicas de entrenamiento de fútbol. En el mismo, se presentan el Artículo 4 que comprueba los efectos del comportamiento verbal del entrenador, y el Artículo 5 que comprueba los efectos del sistema de puntuación, como estrategias específicas de entrenamiento sobre la carga y la fatiga mental reportadas por los

jugadores. Además, se presentan dos trabajos complementarios, en los que también se exponen los efectos de la presión temporal y el uso de castigos sobre estas variables. Estos estudios muestran cuales son los efectos del empleo de estas estrategias sobre la carga y la fatiga mental. Así, esta información puede ser útil para que los entrenadores decidan cuándo y cómo utilizar estas estrategias, lo cual debería hacerse siguiendo las recomendaciones definidas por los expertos y que ya se han expuesto.

En el Capítulo 5 se expone la discusión general de los hallazgos encontrados en todos los artículos incluidos en esta tesis doctoral. Además, también se presentan posibles aplicaciones prácticas derivadas de estos resultados, así como las limitaciones y prospectivas de futuro de los artículos desarrollados.

Por último, se añaden las referencias bibliográficas utilizadas en el documento y se adjuntan los anexos en los que se pueden consultar el modelo de consentimiento informado y los artículos en su versión original.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO.



Capítulo 1. Marco teórico

La carga y la fatiga en el fútbol analizadas desde una perspectiva global

Tradicionalmente, tanto la fatiga causada por el fútbol como sus efectos sobre el rendimiento se han atribuido a mecanismos cardiorrespiratorios (e.g., $VO_2^{Máx}$), metabólicos (e.g., ácido láctico) y/o neuromusculares (e.g., daño muscular) (Buchheit et al., 2018). Esto demuestra que ha existido una tendencia a simplificar el análisis del fútbol, concretamente sobre el apartado físico. En este sentido, los esfuerzos físicos han sido y son de gran interés para los investigadores (Thompson et al., 2019) y, en consecuencia, se ha generado un amplio conocimiento sobre la monitorización de la carga física en el fútbol (Oliva-Lozano et al., 2023; Pons et al., 2019), su planificación y entrenamiento específico (Buchheit et al., 2018; Hill-Haas et al., 2011) o las estrategias de recuperación (Silva et al., 2018), entre otros.

A nivel físico, el fútbol es un deporte eminentemente aeróbico, pero en el que se producen un gran número de acciones de alta intensidad intercaladas con periodos de descanso (Smith et al., 2018). Sin embargo, el concepto de carga y fatiga en el fútbol ha evolucionado, y ya no se entiende desde un punto de vista exclusivamente físico (Thompson et al., 2019). De hecho, la carga y la fatiga en el fútbol se analizan actualmente desde una perspectiva multifactorial y compleja (i.e., que analiza la interrelación entre todos los factores contribuyentes). En concreto, la fatiga se entiende como una combinación de factores centrales (e.g., sistema nervioso) y periféricos (e.g., musculatura) entre los que se incluyen la deshidratación, el agotamiento del glucógeno, el daño muscular, pero también la fatiga mental y la toma de decisiones, entre otros (Nedelec et al., 2012; Smith et al., 2018).

Por tanto, la evaluación, el entrenamiento, y los procesos de recuperación y rehabilitación en el fútbol deben ser abordados de forma global, para así poder actuar de

forma efectiva y específica. La presente tesis doctoral, se centra en las variables de carga y fatiga mental, pero sin olvidar la globalidad y especificidad del fútbol ni la interrelación de estas variables con otros factores determinantes (e.g., los efectos negativos que la fatiga mental causa sobre el rendimiento físico o técnico-táctico).

La carga y la fatiga mental en el fútbol: Definición, causas y consecuencias

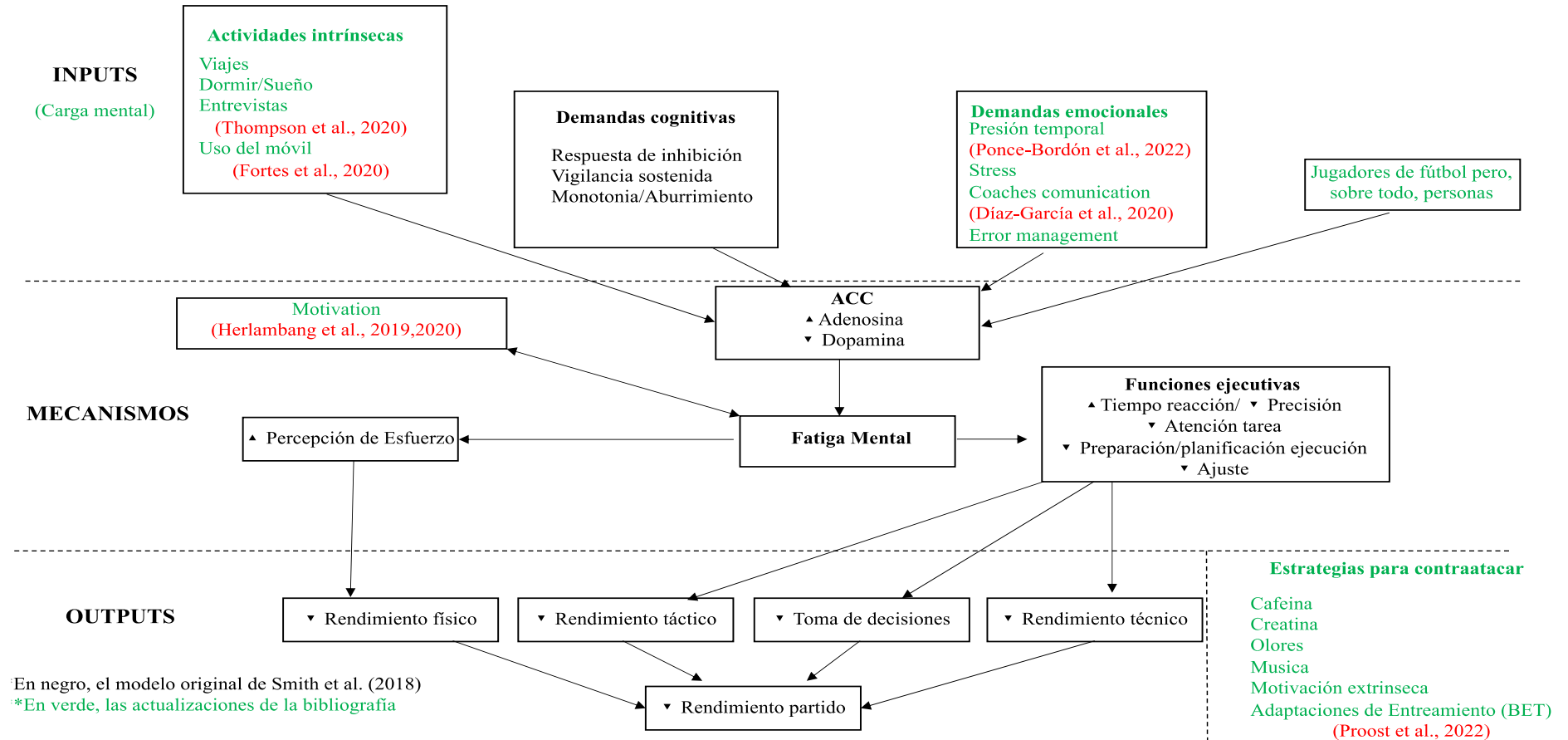
La fatiga mental específica del deporte se ha definido como un estado psicobiológico (i.e., en el que participan de manera conjunta e interrelacionada aspectos tanto psicológicos como fisiológicos y biológicos) que está causado por demandas cognitivas (e.g., la toma de decisiones o la atención) y/o emocionales (e.g., la ansiedad o el estrés) que se prolongan en el tiempo (e.g., un entrenamiento o competición deportiva) y que puede cursar con síntomas o consecuencias subjetivas, conductuales y/o fisiológicas entre los deportistas (Van Cutsem, Marcora, et al., 2017).

Un análisis más detallado del párrafo anterior nos permite dilucidar que en el deporte existen, en primer lugar, una serie de desencadenantes o inputs que son los causantes de la fatiga mental y que pueden ser de tipo cognitivo y/o emocional, aunque generalmente la fatiga mental ocurre como consecuencia de la interrelación de ambos (e.g., un entorno que resulte muy complejo a nivel cognitivo para el futbolista o que implique mucha presión temporal porque haya que remontar un partido cuando falta poco tiempo, suele estar asociado también a emociones y síntomas de estrés que, a su vez, afectan a nivel cognitivo). En segundo lugar, la fatiga mental ocurre como consecuencia de la puesta en marcha de una serie de mecanismos cerebrales, tanto subjetivos como fisiológicos. Y, por último, la fatiga mental desencadena una serie de síntomas, consecuencias u outputs, que tendrán repercusiones sobre el rendimiento deportivo y/o del organismo.

En el caso del fútbol, este modelo de tres niveles previamente descrito fue diseñado y explicado por Smith et al. (2018). Este modelo se presenta en esta tesis doctoral dentro de la Figura 2, y permite realizar una aproximación al origen de la fatiga mental en el fútbol, sus mecanismos implicados y, además, las consecuencias concretas sobre el rendimiento de los futbolistas. Sin embargo, dentro de la Figura 2 también se presenta una actualización de este modelo original, con el objetivo de indicar los nuevos conocimientos y aportaciones que se han realizado a lo largo de estos años en la literatura desde que el modelo original fue elaborado.

Figura 2

Adaptación y actualización del modelo conceptual sobre mecanismos y consecuencias de la fatiga mental en el fútbol.



En el primer nivel de este modelo, los autores explican que en el fútbol existen una serie de demandas cognitivas, entre las que se encuentran la respuesta de inhibición (e.g., mantener la atención en el juego en ambientes muy ruidosos), el mantenimiento de la atención o las vigilancias (e.g., marcajes), y también el aburrimiento (e.g., tareas muy repetitivas o que los jugadores estén acostumbrados a realizar), y que consideran cómo el origen de la fatiga mental en el fútbol. Como se puede observar, en la adaptación realizada al modelo y en la presente tesis doctoral también se considerarán, además de estos estímulos cognitivos, los estímulos emocionales que causa el fútbol (e.g., ansiedad o el estrés) como *inputs* que causan fatiga mental. Como definían Van Cutsem, Marcora, et al. (2017), la diferencia fundamental entre los conceptos de fatiga cognitiva y fatiga mental reside en que la fatiga mental tiene en cuenta, además de la cognición, a las emociones. Como ya se ha mencionado, el fútbol es exigente tanto a nivel perceptivo-cognitivo como emocional, por tanto ambos *inputs* deberían ser tenidos en cuenta para analizar el origen de la fatiga mental en el fútbol (Kunrath et al., 2020). Además, también se han añadido actividades propias de la rutina de los futbolistas, como los viajes en los partidos fuera de casa, o las entrevistas pre- o post-partido, ya que se ha demostrado que estas actividades también causan fatiga mental sobre los jugadores (Thompson et al., 2020, 2021). Además, estos mismos autores remarcan que no se debe olvidar que los futbolistas son, por encima de todo, personas con preocupaciones personales o familiares, y que estos factores también pueden contribuir a su estado mental.

Como se indica en el modelo adaptado, y para la presente tesis doctoral, todas estas demandas o *inputs* señaladas en el primer nivel y que causan fatiga mental serán incluidos dentro del concepto de carga mental. Y es que, al igual que la carga física se puede modular con los metros recorridos o las frecuencias cardíacas alcanzadas por los

futbolistas, y para así causar un mayor o menor nivel de fatiga física, la carga mental puede ser modulada mediante la manipulación de la frecuencia, el volumen, o la intensidad con la que se presenten todos los *inputs* cognitivos y emocionales previamente mencionados, y así regular la fatiga mental causada entre los futbolistas. García-Calvo et al. (2019) definen la carga mental como el conjunto de exigencias cognitivas y emocionales que los jugadores tienen que realizar para alcanzar los objetivos de la tarea y en un tiempo delimitado. Este concepto resulta novedoso porque no se han realizado muchas investigaciones sobre el mismo en el deporte, pero es necesario para entender el origen de la fatiga mental, su cuantificación y, sobre todo, su modulación intencional por parte de los entrenadores.

En el segundo nivel del modelo se sitúan los mecanismos involucrados en la fatiga mental y sus efectos en el organismo (y el rendimiento deportivo, como consecuencia). En este caso, los autores definen la adenosina y la dopamina y sus efectos en el córtex anterior, así como la percepción subjetiva de esfuerzo como los mecanismos implicados en la fatiga mental durante la actividad deportiva. En realidad, el único mecanismo sobre el que ha podido probarse su involucración en la fatiga mental hasta el momento y que tenga influencia sobre el rendimiento deportivo es la percepción subjetiva de esfuerzo (Van Cutsem, Marcora, et al., 2017). Aun así, este es el apartado en el que menos ha logrado avanzarse hasta el momento en el tópico. Concretamente, ha quedado demostrado que la fatiga mental aumenta la percepción subjetiva del esfuerzo y, en consecuencia, disminuye el rendimiento físico de los deportistas en general (Van Cutsem, Marcora, et al., 2017), y los futbolistas en particular (Badin et al., 2016; Smith, Coutts, et al., 2016; Trecroci et al., 2020). Sin embargo, no existe una evidencia cierta sobre por qué la percepción de esfuerzo subjetiva aumenta cómo consecuencia del incremento de la fatiga mental. La idea más

extendida entre los expertos es la que aparece en la Figura 2, y es que una mayor actividad en el córtex anterior, como consecuencia de la actividad deportiva, puede provocar una acumulación de adenosina a nivel extracerebral (Martin et al., 2018; Meeusen et al., 2020; Pageaux & Lepers, 2018). La adenosina es un inhibidor de la dopamina, y por tanto se ha hipotizado que la acumulación de adenosina anularía el efecto de la dopamina, que no es otro que el de permitir a los deportistas el mantenimiento de los esfuerzos y un adecuado rendimiento aún en presencia de fatiga (Martin et al., 2018; Meeusen et al., 2020; Pageaux & Lepers, 2018). Según los modelos motivacionales, y este es el motivo por el cual la motivación ha sido incluida en este segundo nivel en el modelo adaptado, la acumulación de adenosina sería determinante para disminuir el rendimiento físico. Según estos modelos, la acumulación de adenosina disminuye, por un lado, la tolerancia de esfuerzo del deportista y, por otro lado, afecta negativamente a la intención de participar en la actividad deportiva y los esfuerzos que esta conlleva (Herlambang et al., 2019, 2021). Estas afirmaciones estarían además respaldadas por investigaciones previas que han testado los efectos de la creatina y la cafeína sobre el rendimiento en atletas mentalmente fatigados (Van Cutsem et al., 2018, 2020). Según estos autores, ambos compuestos, que son inhibidores de la adenosina, parecen tener efectos positivos sobre la fatiga mental y sus efectos en el rendimiento deportivo.

Por último, en el tercer nivel se muestran los síntomas u *outputs* de la fatiga mental. Estos síntomas pueden ser, subjetivos, comportamentales (que a su vez están divididos en generales del deporte o específicos del fútbol), y fisiológicos. A continuación, se expondrá la información existente en la literatura sobre esta sintomatología.

Entre los síntomas subjetivos de la fatiga mental, destacan las sensaciones exacerbadas de fatiga general, el cansancio sin motivo aparente, la desmotivación o la falta de energía entre otras (Smith et al., 2019).

Entre los síntomas conductuales, que han sido los que más han llamado la atención para los investigadores (Ishii et al., 2014), encontramos los síntomas generales de la fatiga mental en cualquier actividad deportiva, como el incremento (i.e., empeoramiento) del tiempo de reacción o la disminución en el rendimiento cognitivo (que ha sido principalmente analizado con el test de Stroop Incongruente) y, también, los específicos para el fútbol. Para estos últimos, la fatiga mental empeora el rendimiento físico (Badin et al., 2016; Filipas et al., 2021; Smith et al., 2017), técnico (Badin et al., 2016; Trecroci et al., 2020) y táctico (Coutinho et al., 2017, 2018; Trecroci et al., 2020) específico del fútbol. Los efectos de la fatiga mental sobre el rendimiento físico fueron los primeros en estudiarse dentro de las actividades deportivas (Marcora et al., 2009; McCormick et al., 2015), ya que existían evidencias de que en deportes eminentemente aeróbicos la fatiga mental disminuía el tiempo total de esfuerzo hasta la extenuación o disminuía la intensidad del ejercicio en atletas de resistencia (Martin et al., 2016; Van Cutsem, De Pauw, et al., 2017). Como se explicó anteriormente, la fatiga mental provoca un aumento del ratio de esfuerzo percibido, lo que se traduce en que, en el caso concreto del fútbol, los jugadores mentalmente fatigados realicen un menor número de acciones de alta intensidad, empeorando su rendimiento físico. A nivel técnico, la fatiga mental provoca un aumento en el número de errores o una disminución en el rendimiento del pase y el disparo. Aunque la explicación más extendida para este fenómeno es que la presencia de fatiga mental provoca, también, un menor rendimiento cognitivo y que este menor rendimiento cognitivo podría explicar este empeoramiento técnico (e.g., descoordinación), las causas

de este fenómeno aún no han sido clarificadas (Habay, Van Cutsem, et al., 2021). Por último, a nivel táctico, se ha observado que los jugadores mentalmente fatigados tienden a estar más cerca de sus compañeros, aumentando la congestión jugadores/metro, empeorando la distribución del equipo y coordinación entre líneas de jugadores (Coutinho et al., 2017, 2018). Estos autores sugieren, como posible explicación a este fenómeno, que los jugadores mentalmente fatigados y, en consecuencia, más susceptibles de sentirse también físicamente agotados, tienden a buscar la ayuda de sus compañeros para subsanar sus posibles errores, y por tanto, acortando las distancias que les separan.

Por último, los síntomas fisiológicos han sido los menos estudiados hasta el momento. Esta falta de investigación sobre mecanismos fisiológicos de la fatiga mental podría explicarse porque el instrumental es poco económico y difícil de adquirir, los datos son complejos de analizar, y las mediciones requieren mucho tiempo (lo cual dificulta en las medidas la participación de deportistas de alto nivel) (Clemente-Suárez & Diaz-Manzano, 2019; Habay, Proost, et al., 2021). A pesar de ello, existen evidencias de que la fatiga mental puede cambiar el funcionamiento electroencefalográfico del cerebro o la variabilidad de la frecuencia cardíaca entre otras variables (Díaz-García, López-Gajardo, et al., 2021; Fuentes-García et al., 2019). Para ser más concretos, parece ser que la fatiga mental provoca una tendencia de activación en el sistema parasimpático, lo que conlleva relajación orgánica y empeora el funcionamiento de estructuras y procesos que son importantes para el rendimiento deportivo (Van Cutsem et al., 2022).

Sin embargo, parece necesario señalar que todos estos síntomas, tanto subjetivos como comportamentales y fisiológicos, son solo síntomas globales que se han definido para la fatiga mental y que deben ser tratados con cautela, ya que tanto la intensidad,

como la duración y los efectos de la fatiga mental dependen de cada jugador y sus características individuales, como se observó en la aproximación cualitativa realizada por Russell, Jenkins, Rynee, et al. (2019).

En el modelo adaptado, se ha incluido, además, un cuarto nivel, que es el de las estrategias para contraatacar estos efectos negativos de la fatiga mental en el rendimiento deportivo. Este es, de hecho, uno de los temas en los que más se ha avanzado en el tópico de la fatiga mental en el deporte. Parece lógico pensar, que una vez demostrados los efectos negativos de la fatiga mental sobre el rendimiento deportivo, los autores se esfuercen en conocer y diseñar estrategias para abordar y solventar esta situación. De hecho, ya se ha realizado un estudio de revisión sistemática, que definen que la cafeína, de forma aguda, y la creatina, más a largo plazo, son estrategias efectivas para combatir los efectos de la fatiga mental en el rendimiento deportivo (Proost et al., 2022). En este trabajo de revisión también mencionan la música y ciertos olores como estrategias que pueden contrarrestar en cierta medida estos efectos negativos de la fatiga mental en el deporte. Otra de las estrategias que parece efectiva es la motivación extrínseca, principalmente a través de contraprestaciones económicas asociadas al rendimiento (Herlambang et al., 2019) o ventajas deportivas (Díaz-García, López-Gajardo, et al., 2021). Como se mencionó anteriormente, uno de los mecanismos por los cuales la fatiga mental empeora el rendimiento deportivo es la disminución subjetiva del placer por el esfuerzo o una menor valoración de la recompensa a obtener tras el esfuerzo (Herlambang et al., 2021), lo cual podría explicar que la fatiga mental también afecta a las intenciones de entrenar (Thompson et al., 2020, 2021). Sin embargo, cuando a los deportistas mentalmente fatigados se les ofrecen recompensas, se activan mecanismos cerebrales, y en los que está involucrado la dopamina, que podrían aumentar la capacidad del deportista para mantener el esfuerzo o el rendimiento y así

conseguir el objetivo (Barte et al., 2019; Van Cutsem & Marcora, 2021). Otra posible opción para contrarrestar los efectos de la fatiga mental, son las adaptaciones específicas del entrenamiento. En concreto, existe un método denominado *Brain Endurance Training* (BET; en español, Entrenamiento de Resistencia Cerebral), que consiste en generar fatiga mental entre los deportistas durante los entrenamientos (e.g., a través del uso de Stroop Incongruente), para que los deportistas se acostumbren a practicar y rendir en condiciones de fatiga mental, que es lo que también ocurre durante la competición, y tratar de generar así adaptaciones específicas contra la fatiga mental y sus efectos. De hecho, ya se han reportado efectos positivos de este tipo de entrenamiento sobre la fatiga mental y sus efectos sobre el rendimiento en deportistas en general (Dallaway et al., 2015, 2023), y futbolistas en particular (Staiano et al., 2022).

En definitiva, en este apartado se ha destacado que el fútbol es mentalmente fatigante, y la fatiga mental puede causar importantes empeoramientos en el rendimiento de los futbolistas. Esto requiere que los cuerpos técnicos de los equipos pongan en práctica una serie de acciones, entre las que se recomendarían incluir la valoración de la carga y la fatiga mental, así como su planificación y adaptación/modulación durante los entrenamientos.

A continuación, se expone información sobre la valoración de ambas variables y, posteriormente, se extenderá la información sobre la modulación de las mismas, lo cual se hará, siempre que sea posible, a través de estrategias específicas de entrenamiento.

La valoración de la fatiga y la carga mental en el fútbol

La fatiga mental ha sido asociada a síntomas de diferente tipo, entre los que se encuentran síntomas subjetivos, comportamentales y/o fisiológicos, como ya se ha explicado. Hasta el momento, no existe una medida concreta y específica que indique el

nivel de fatiga mental que tiene un deportista. Es decir, la fatiga mental no puede cuantificarse hasta el momento como otros parámetros como el peso del sujeto, en el que la báscula ofrece un valor concreto en Kg., o la tensión arterial, en el que el tensiómetro indica la presión ofrecida por los vasos sanguíneos. Por ello, lo que los expertos han recomendado para cuantificar la fatiga mental es diseñar un protocolo completo, en el que se incluya, al menos, una medida para cada tipo diferente de síntoma (i.e., subjetivos, comportamentales y fisiológicos; Van Cutsem & Marcora, 2021).

Entre los síntomas subjetivos, la medida que más ha destacado es la Escala Visual Analógica de 10 mm o 100 mm. Esta medida consiste en que los futbolistas señalen en una línea de 0 a 100 mm., siendo “0” el menor nivel y “100” el máximo, su percepción de fatiga mental tras realizar una tarea, completar un entrenamiento o jugar un partido. De esta escala, destaca su bajo coste, sencillez o rapidez (Díaz-García et al., 2022). Pero, además, los autores concluyen que esta escala es un instrumento de entre los más fiables para detectar cambios en la fatiga mental de los deportistas (Smith et al., 2019). Por ello, no parece sorprendente que una gran cantidad de estudios realizados sobre fatiga mental en futbolistas la hayan utilizado para cuantificar esta variable (Bian et al., 2022; Fortes et al., 2020).

Entre los síntomas comportamentales que causa la fatiga mental, se han aplicado un sinnúmero de medidas de distinta índole. Una de las variables más analizadas ha sido el tiempo de reacción, donde el Test de Vigilancia Psicomotriz ha sido uno de los instrumentos más empleados para cuantificarlo (Dinges & Powell, 1985). También, los autores se han centrado en el rendimiento cognitivo, que se ha analizado generalmente a través del Test de Stroop Incongruente (Rubio-Morales et al., 2022). Además, muchos autores han tratado de medir el rendimiento físico y técnico-táctico específico del fútbol

en jugadores mentalmente fatigados, especialmente a través del uso del Yo-Yo intermitente y el Loughborough test para el pase y el disparo (Filipas et al., 2021; Smith, Coutts, et al., 2016).

Entre los síntomas fisiológicos, destacan las mediciones de electroencefalografía, la variabilidad de la frecuencia cardíaca y variables fisiológicas como el cortisol o la testosterona (Van Cutsem et al., 2022; Verschueren et al., 2020). El gran coste de material y tiempo que emplean las mediciones han provocado que sean las menos utilizadas, pero los expertos defienden que son necesarias para continuar investigando los mecanismos implicados en la fatiga mental y sus consecuencias (Habay, Van Cutsem, et al., 2021).

Respecto a las especificaciones en las medidas de esta variable, y como han definido los expertos (Van Cutsem et al., 2022), incluir al menos una medida para cada subtipo de síntoma puede mejorar la aproximación hacia el nivel concreto de fatiga mental y, sobre todo, sus consecuencias sobre el sujeto y su rendimiento. Además, se debe diseñar un protocolo lo más específico posible en el fútbol, pero también que no requiera mucho tiempo, para que así pueda aplicarse en situaciones realmente interesantes para los cuerpos técnicos, como el momento pre-partido o el tiempo entre tareas de entrenamiento.

Por último, todas estas medidas que se han descrito permitirían a los entrenadores aproximarse a la fatiga mental. Sin embargo, hay un concepto muy importante que, recordamos, es la carga mental, y que como se expuso anteriormente, es la pre-cursora de la fatiga mental en las situaciones de entrenamiento y la variable que los cuerpos técnicos pueden adaptar y modular para influir sobre la fatiga mental de los jugadores. Para esta variable en el deporte, no existía un instrumento específico, y por ello se solía utilizar el NASA – Índice de Carga por Tarea, que es un instrumento

habitualmente utilizado en el ámbito de la psicología del trabajo y las organizaciones. Algunas medidas de electroencefalografía, que consiste en registrar la actividad eléctrica del cerebro, y pupilometría, que implica registro de la actividad ocular, también se han utilizado para este propósito, pero todavía se confunde si su uso está centrado en la carga o la fatiga mental.

La planificación y modulación de la fatiga mental en el fútbol: el concepto de la carga mental y el modelo ecológico de entrenamiento

Como se definió anteriormente, la fatiga mental de los jugadores debería ser modulada por parte de los cuerpos técnicos bajo las premisas de evitar sus consecuencias negativas sobre el rendimiento y, además, generar adaptaciones de entrenamiento específicas ante la fatiga mental y sus consecuencias. Sin embargo, existe una limitación importante en este tópico de investigación, y es que los autores han criticado la falta de validez ecológica de los protocolos utilizados para modular la fatiga mental de los jugadores (Kunrath et al., 2020; Thompson et al., 2020).

La mayor parte de trabajos que se han realizado sobre la fatiga mental y el fútbol han consistido en comprobar el rendimiento de los jugadores en test específicos de fútbol (e.g., Loughborough) comparando entre una situación en la que no se indujo fatiga mental previamente y otra en la que sí (Kunrath et al., 2020; Thompson et al., 2020). En la mayoría de las ocasiones, el test utilizado para inducir la fatiga mental fue el test de Stroop Incongruente, que aunque incluye respuesta de inhibición o atención sostenida (Van Cutsem & Marcora, 2021), es un test muy inespecífico del fútbol y así lo han criticado algunos autores (Thompson et al., 2021). De hecho, la mayoría de los modelos de entrenamientos actuales en fútbol tienden hacia la especificidad de las tareas de entrenamiento, lo que dificulta el uso del test de Stroop para este propósito.

Como se ha explicado, gran parte de los modelos de entrenamiento actuales en fútbol se basan en el modelo dinámico-ecológico, que defiende la importancia de la especificidad del contexto y la relación sujeto-entorno para desarrollar capacidades y resolución de problemas en situaciones concretas aunque también adaptativas (Pol et al., 2020). Bajo este precepto, la idea de los expertos es que los futbolistas desarrollen a la vez las capacidades físicas, técnico-tácticas y psicológicas, y en contextos específicos del fútbol, optimizando el tiempo de entrenamiento. Además, los entrenadores diseñan y aplican constreñimientos durante las tareas, que son reglas que modifican el funcionamiento de las tareas sin alejarse de su especificidad (e.g., sistema de puntuación o tamaño del campo), para enfatizar en el trabajo de ciertos aspectos físicos o técnico-tácticos (Davids et al., 2013; Machado et al., 2019; Ometto et al., 2018). De esta manera, los expertos han testado los efectos que tienen diferentes constreñimientos sobre el funcionamiento del juego y el comportamiento técnico-táctico (Coutinho et al., 2017; Davids et al., 2013; Vilar et al., 2014), o los parámetros físicos (Fleay et al., 2018; Olthof et al., 2018; Sampaio et al., 2014). Sin embargo, esto ha sido menos testado a nivel mental (García-Calvo et al., 2021; Ponce-Bordón et al., 2022), probablemente por el desconocimiento de los autores hacia cómo manipular la fatiga mental con estrategias específicas. Por ello, y a continuación, se tratará de indagar sobre las posibilidades que existen para modular la carga y la fatiga mental de entrenamiento.

Según el modelo de Smith et al. (2018) y su adaptación, la práctica del fútbol conlleva una serie de exigencias cognitivas y emocionales que son las causantes de la fatiga mental. Por tanto, se puede entender que si se manipulan estas exigencias cognitivas y emocionales en los entrenamientos, los cuerpos técnicos pueden regular el nivel de fatiga mental causada en los futbolistas. Como se explicó anteriormente, y de igual forma, la carga física de los entrenamientos se puede controlar y regular mediante

las distancias que recorren los futbolistas (carga externa) o la intensidad de frecuencia cardiaca que alcanzan en sus esfuerzos (carga interna), entre otras variables. Así, parece entendible que las exigencias cognitivas y emocionales se engloben dentro del concepto de carga mental, para facilitar su análisis y manipulación por parte de los cuerpos técnicos. De hecho, se entiende que todos aquellos aspectos que aumenten la carga cognitiva o emocional de la situación deportiva supondrán también un aumento de la carga mental, y también de la fatiga mental como consecuencia.

Respecto a la carga cognitiva, los expertos explican que una variable fundamental para su manipulación es la entropía (Cárdenas et al., 2015). La entropía hace referencia a la incertidumbre de las situaciones deportivas, y es un término opuesto a la monotonía o la repetición. Según este precepto, aquellos entornos que sean novedosos (e.g., tareas que no se han realizado previamente) o que sean más cambiantes (e.g., aumentar el número de jugadores en la tarea), requerirán un mayor procesamiento cognitivo y, en consecuencia, carga mental, que aquellos entornos más sencillos (e.g., situaciones simples) o a los que los jugadores estén habituados (e.g., rutinas de calentamiento). Por ejemplo, aumentar la presión temporal (Ponce-Bordón et al., 2022) o dificultar la complejidad técnico-táctica (García-Calvo et al., 2021), son estrategias cuya efectividad ha sido probada para aumentar la carga cognitiva y mental de las tareas de entrenamiento. Por otra parte, la parte emocional ha sido menos estudiada. Sin embargo, parece entendible que aquellas situaciones que generan un mayor número de emociones negativas o que dificultan el control de estas, podría aumentar la carga emocional y mental. Por ejemplo, la presión temporal podría estar asociada a emociones de ansiedad o estrés (Ponce-Bordón et al., 2022), mientras que la presencia del entrenador en los entrenamientos podría causar también un aumento en el nivel de estrés de los jugadores (Falces-Prieto et al., 2015).

En definitiva, de toda esta información referente a la carga mental se puede obtener cierta información de interés para investigadores y expertos. La primera es que para la cuantificación de la carga mental hay que valorar tanto aspectos cognitivos como emocionales. La segunda, es que aún existe mucho trabajo para esclarecer la influencia de otros constreñimientos sobre la carga mental, por su interés para el entrenamiento y la gestión de la fatiga mental.

En resumen, en el marco teórico de esta tesis doctoral se ha definido la fatiga mental y sus consecuencias negativas para el rendimiento de los futbolistas. Esto pone de manifiesto la importancia de esta variable, requiriendo la atención de los expertos y cuerpos técnicos. Además, se ha definido el concepto de carga mental, que es de gran aplicación para el entrenamiento, y del que no se han realizado muchos trabajos específicos en fútbol. De hecho, se han puesto de manifiesto las limitaciones existentes para cuantificar la carga mental, así como la falta de información sobre como manipular la carga y la fatiga mental a través de estrategias específicas de entrenamiento. En base a ello, se definirán los objetivos generales de esta tesis doctoral.

OBJETIVOS GENERALES



Objetivos generales

En este apartado se expondrán los objetivos generales de esta tesis doctoral, que no podrían entenderse sin el marco conceptual previamente explicado ni las limitaciones descritas para este tópico de investigación. Los objetivos e hipótesis específicos se expondrán, a continuación, en cada uno de los artículos desarrollados en los siguientes capítulos. Así, los objetivos generales de esta tesis doctoral fueron:

1. Identificar y clasificar los instrumentos que se han utilizado para valorar la carga y la fatiga mental en el contexto deportivo (Artículo 1).

2. Diseñar y validar un instrumento de medida válido y fiable en castellano que sea de utilidad para valorar la carga mental en el fútbol (Artículo 2).

3. Evaluar la necesidad de cuantificar y modular la carga y la fatiga mental a través de un análisis longitudinal de ambas variables a lo largo de la temporada competitiva (Artículo 3).

4. Explorar los efectos que tienen distintos constreñimientos como estrategias específicas de entrenamiento sobre la carga y fatiga mental generadas por las tareas de entrenamiento en fútbol (Artículos 4, 5 y trabajos complementarios)

CAPÍTULO 2. VALORACIÓN DE LA CARGA Y LA FATIGA MENTAL.

Capítulo 2 – Valoración de la carga y la fatiga mental

Artículo 1

Díaz-García, J., González-Ponce, I., Ponce-Bordón, J. C., López-Gajardo, M. A., Ramírez-Bravo, I., Rubio-Morales, A., & García-Calvo, T. (2021). Mental load and fatigue assessment instruments: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1), 419.
<https://doi.org/10.3390/ijerph19010419>

Objetivos específicos

En consecuencia, aunque la importancia de las variables mentales en las actividades diarias, el trabajo o el deporte ha aumentado debido a las consecuencias negativas de la carga mental y la fatiga, es difícil elegir un instrumento válido para evaluar la carga mental y la fatiga teniendo en cuenta las diferentes derivaciones causadas por la fatiga mental. Por lo tanto, la primera pregunta de investigación de este estudio es: ¿Qué instrumentos existen para cuantificar la carga mental y la fatiga mental? En consecuencia, el objetivo principal de este estudio es resumir los instrumentos utilizados para cuantificar la carga y la fatiga mental. La segunda pregunta de investigación es: ¿Qué instrumentos son más adecuados para cuantificar cada derivación específica de la fatiga mental? De ahí que también los hayamos clasificado por el tipo de derivación cuantificada para permitir a los expertos elegir el instrumento único o la batería de instrumentos más adecuados, siguiendo las recomendaciones de utilizar una combinación de instrumentos para diferentes derivaciones.

Método

Con esta revisión sistemática, buscamos, evaluamos y sintetizamos metodológica y exhaustivamente las pruebas de investigación (Grant & Booth, 2009) de los estudios, con el objetivo de identificar los instrumentos utilizados para cuantificar la

carga mental y la fatiga. Esta investigación se desarrolló siguiendo las recomendaciones de los Elementos de Informe Preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis (PRISMA) para revisiones sistemáticas (Liberati et al., 2009) y los elementos elegidos para la revisión (Moher et al., 2009). Además, esta revisión fue pre-registrada utilizando el registro prospectivo internacional de Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis (PROSPERO; Booth, 2012; Booth et al., 2013; registro: CRD42020167775).

Criterios de selección y estrategia de búsqueda

Se siguió el procedimiento de revisión sistemática sugerido por Grant & Booth (2009). Se incluyeron trabajos originales de investigación empírica publicados cada año hasta septiembre de 2020 (i.e., no se especificó el inicio del año, incluyendo todos los artículos publicados hasta septiembre de 2020). Los artículos seleccionados para el análisis se encontraron mediante búsquedas en las bases de datos electrónicas más representativas para el ámbito de esta revisión: PsycINFO, PubMed, Scopus, SPORTDiscus y Web of Science. Para identificar los estudios que utilizaban instrumentos para analizar la carga mental y la fatiga mental, los autores utilizaron criterios de inclusión amplios, y todas las investigaciones pertinentes se incluyeron en el presente estudio (Gough et al., 2012). Se utilizaron los siguientes términos de búsqueda para explorar las revistas electrónicas: (i) carga mental o fatiga mental; (ii) evaluación O medición O instrumento; y (iii) validación. En cada una de las bases de datos se utilizó la opción de búsqueda avanzada para obtener la mejor combinación y acceder a todas las investigaciones posibles dentro del marco de nuestro estudio. Por ejemplo, en la base de datos Web of Science, se realizó la siguiente búsqueda: TS = ("carga mental" ó "fatiga mental") y TS = ("evaluación" ó "medición" ó "instrumento") y TS = ("validación"). Además de la búsqueda realizada en las bases de datos, se realizó una búsqueda manual para identificar trabajos adicionales para incluir en el estudio.

Antes de comenzar la investigación, se establecieron los criterios de inclusión y exclusión para definir correctamente los objetivos de esta revisión sistemática. Teniendo en cuenta los términos de búsqueda, se decidió incluir todos los trabajos disponibles en cada base de datos, incluyendo todos los idiomas presentes en cada investigación. Además, se incluyeron todos los artículos publicados en cualquier momento antes de septiembre de 2020. Otro criterio de inclusión fue que todos los documentos fueran originales, con el texto completo disponible para el análisis (Chalmers & Altman, 1995). También se incluyeron artículos con alguna medida o instrumento de validez sobre carga o fatiga mental.

Selección de estudios y proceso de recogida de datos

Dentro del sistema de cribado, tras la lectura del título y el resumen, se seleccionó el texto completo de los artículos que se consideraron adecuados para la revisión para ser evaluados e introducidos en el estudio. El diagrama de flujo PRISMA (Figura 3) representa el sistema de filtrado para la recogida final de la muestra seleccionada para completar la elaboración de la presente revisión. En cada uno de los filtros se realizó una reunión de expertos para determinar la inclusión o exclusión de los diferentes trabajos previamente analizados. La Figura 3 también muestra el número de documentos incluidos y excluidos en cada una de las fases del proceso de filtrado.

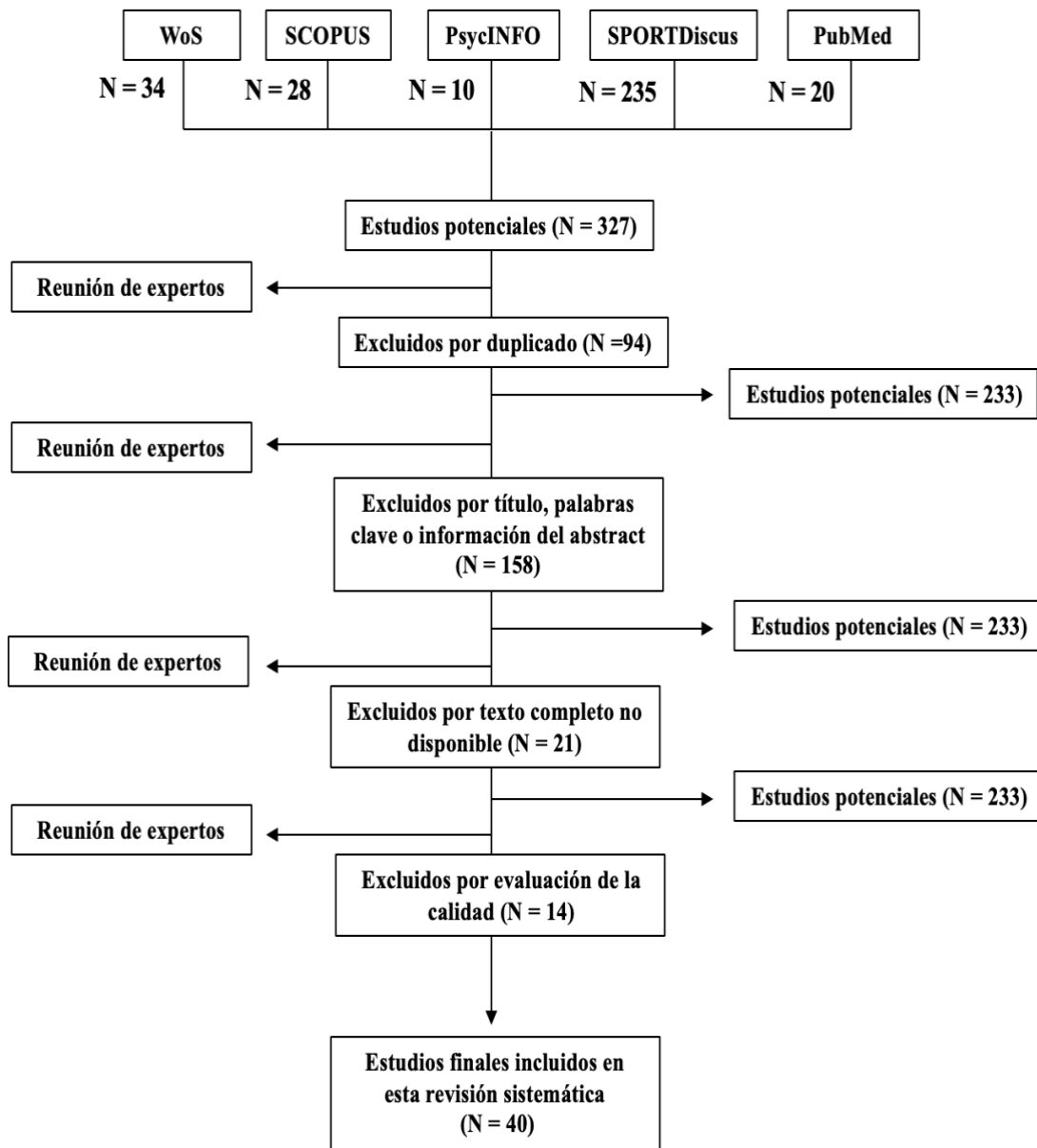
Al final de la búsqueda en las diferentes bases de datos, se obtuvo un total de 327 estudios potenciales de los cuales 94 fueron eliminados por duplicidad y 158 debido al tema. Posteriormente, se eliminaron 21 estudios por falta del texto completo y 14 por no cumplir los criterios de calidad establecidos. Tras este proceso de selección, se obtuvo un total de 40 artículos.

Todas estas etapas fueron realizadas de forma independiente por dos investigadores siguiendo los mismos criterios. Se empleó el estadístico Kappa (k) para

comprobar el porcentaje de concordancia entre los evaluadores, lo que indica una fuerte concordancia entre los dos evaluadores ($k = 0.85$, (Cohen, 1968; McHugh, 2012)). Las discrepancias se discutieron con un tercer revisor hasta alcanzar un consenso del 100.

Figura 3

Proceso seguido para la revisión sistemática para clasificar por áreas los instrumentos validados utilizados para cuantificar la carga mental y la fatiga.



Síntesis de datos

Una vez seleccionados los estudios definitivos, se realizó una síntesis de la información y se extrajeron las características más importantes de cada artículo. Se extrajeron los datos relativos al instrumento utilizado, autores y año de publicación, características de la muestra (i.e., número de voluntarios, sexo, edad) y otros instrumentos utilizados para la comparación. Se recogieron los resultados y las conclusiones para analizar la validez y la fiabilidad. De este modo, se hizo un repaso y comparación de los estudios, lo que nos permitió evaluar el estado actual de la investigación sobre la evaluación de la carga mental y la fatiga mental, que se dividió en diferentes secciones. Debido a la diversidad de derivaciones o síntomas a través de las cuales se evaluaba la carga mental o la fatiga mental, cada documento se asignó a una de las tres categorías establecidas posteriormente: (i) instrumentos de evaluación de la carga mental y la fatiga mental para derivaciones subjetivas; (ii) instrumentos de evaluación de la carga mental y la fatiga mental para derivaciones conductuales; (iii) instrumentos de evaluación de la carga mental y la fatiga mental para derivaciones fisiológicas.

Análisis de Calidad

La calidad de todos los estudios se evaluó mediante la herramienta de evaluación cuantitativa "QualSyst" (Kmet & Lee, 2004). Esta lista de comprobación validada consta de 14 secciones, cada una de las cuales evalúa una propiedad de medición diferente (véase la Tabla 1). Cada elemento de una sección se puntúa en una escala de tres puntos en función del grado de cumplimiento de los criterios específicos (sí = 2, parcial = 1, no = 0). Una puntuación superior a 0.75 indica una gran calidad, una puntuación entre 0.75 y 0.50 indica una calidad moderada y una puntuación inferior a 0,50 indica una calidad baja. Se utilizó el término "NA" para aquellos ítems sin un

diseño de estudio concreto, que se excluyeron del cálculo de la puntuación resumen. Este proceso fue realizado por dos revisores (M.A.L.G. y J.C.P.B.), y las discrepancias se discutieron con un tercer revisor (J.D.G.) hasta alcanzar un consenso del 100%. Asimismo, se empleó el estadístico Kappa (k) para comprobar el porcentaje de fiabilidad entre revisores (Cohen, 1968). Estos pasos fueron realizados por dos revisores. El acuerdo entre investigadores reflejado en el coeficiente kappa ($k = 0.84$, $k = 0.85$) indicó un fuerte acuerdo inicial entre los dos calificadores (Cohen, 1968; McHugh, 2012). En cuanto a las evaluaciones de la calidad dentro de los estudios individuales, el coeficiente kappa ($k = 0.91$) indicó un fuerte acuerdo inicial entre los dos calificadores (Cohen, 1968; McHugh, 2012). La evaluación de la calidad de estos 40 artículos seleccionados mostró que 30 artículos eran de calidad alta, 8 artículos eran de calidad moderada y 2 artículos eran de calidad baja (véase la Tabla 1).

Tabla 1*Análisis de Calidad 'Qualsyst'*

Estudio	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Puntuación de calidad	Clasificación de calidad
Chilcot et al. (2016)	2	1	2	1	N/A	N/A	N/A	2	1	2	2	N/A	2	2	.77	Alta
Cho et al. (2007)	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	2	2	1	1	N/A	2	1	.77	Alta
Chiu et al. (2018)	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	2	1	2	1	2	2	2	.91	Alta
Duan y Mu (2018)	2	2	2	2	0	N/A	0	2	2	2	2	N/A	2	2	.83	Alta
Fong et al. (2015)	2	2	2	2	1	N/A	N/A	2	2	2	2	N/A	2	2	.95	Alta
Visser-Keizer et al. (2015)	2	2	N/A	2	N/A	N/A	N/A	2	N/A	2	2	N/A	2	2	1	Alta
Friedrich et al. (2018)	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	2	2	2	2	N/A	2	2	1	Alta
Knobel et al. (2003)	2	2	2	2	2	N/A	N/A	2	2	2	2	2	2	2	1	Alta
Porro et al. (2019)	2	2	1	1	N/A	N/A	N/A	2	1	2	2	N/A	2	2	.85	Alta
Zhang et al. (2015)	2	2	1	2	N/A	N/A	0	0	1	2	N/A	N/A	1	2	.65	Moderada
Kauffman et al. (2019)	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	2	2	2	2	N/A	2	2	1	Alta
Kumamoto y Arai (2004)	2	2	1	1	N/A	N/A	N/A	2	1	1	2	N/A	1	2	.75	Alta
Debska et al. (2013)	2	2	1	1	N/A	0	0	1	2	2	0	N/A	2	2	.75	Alta
Bertram et al. (1990)	2	2	1	1	N/A	N/A	N/A	2	1	2	2	N/A	2	2	.85	Alta
Chuang et al. (2018)	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	2	2	2	2	N/A	2	2	1	Alta
Chung et al. (2014)	2	2	2	2	2	N/A	N/A	2	2	2	2	1	2	2	.96	Alta
Elbers et al. (2012)	2	2	2	2	2	N/A	N/A	2	1	2	2	1	2	2	.92	Alta
Hagelin et al. (2007)	2	2	2	1	1	N/A	N/A	2	2	2	2	1	2	1	.83	Alta
Gentile et al. (2003)	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	1	2	2	2	N/A	2	2	1	Alta

Tabla 1*Continuación*

Estudio	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Puntuación de calidad	Clasificación de calidad
Munch et al. (2016)	2	2	2	1	N/A	N/A	N/A	2	2	2	2	N/A	2	2	.95	Alta
Schubart et al. (2019)	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	2	2	2	2	N/A	2	2	1	Alta
Burke et al. (2018)	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	2	2	2	0	N/A	2	2	.90	Alta
Krell (2017)	N/A	2	2	2	N/A	N/A	N/A	2	2	2	2	N/A	2	2	.90	Alta
Lin y Cai (2009)	2	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0	0	.30	Baja
Yand y Wu (2005)	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	2	2	2	N/A	N/A	2	2	.90	Alta
Couvi-Duchesne et al. (2017)	2	2	2	1	2	N/A	N/A	1	2	2	1	1	2	2	.83	Alta
Shuman-Paretsky et al. (2017)	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	2	2	2	2	N/A	2	2	1	Alta
Ceballos-Vásquez et al. (2016)	2	1	2	2	N/A	N/A	N/A	1	2	1	0	N/A	2	2	.75	Moderada
MeAuley y Courneya (1994)	1	2	2	2	N/A	N/A	N/A	1	2	1	2	N/A	2	2	.85	Alta
Abma et al. (2013)	2	2	2	0	N/A	0	N/A	2	2	2	N/A	N/A	2	2	.80	Alta
Cimprich et al. (2011)	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	1	2	2	2	N/A	2	2	.79	Alta
Di Stasi et al. (2012)	2	1	1	2	0	0	0	0	0	2	0	N/A	2	2	.46	Baja
Puspasari et al. (2017)	2	2	1	1	0	0	0	2	1	2	1	N/A	2	2	.62	Moderada
Price et al. (2017)	1	2	2	2	2	0	2	2	0	2	1	N/A	2	2	.77	Alta
Crocetta et al. (2014)	2	1	2	2	N/A	N/A	N/A	2	2	2	2	N/A	2	2	.95	Alta
Neal et al. (2014)	2	2	1	2	0	0	0	2	1	2	2	N/A	2	2	.69	Moderada
Liu et al. (2016)	2	2	N/A	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2	N/A	N/A	2	2	.69	Moderada
Gharagozlou et al. (2015)	2	2	2	1	N/A	0	0	0	1	2	0	N/A	2	2	.58	Moderada

Tabla 1*Continuación*

Estudio	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Puntuación de calidad	Clasificación de calidad
Patelet al. (2018)	2	2	1	1	0	0	0	1	1	2	1	N/A	1	2	.54	Moderada
Sun et al. (2014)	1	N/A	N/A	2	N/A	N/A	N/A	2	N/A	2	2	N/A	2	2	.59	Moderada

Nota. Los artículos se presentaron en el mismo orden que los resultados de las tablas. Criterios = 1. 1. Orden alfabético del instrumento; 2.

Orden alfabético de los autores. Puntuaciones: Sí = 0; parcial =1, no =0. Variables: A = Pregunta descrita; B = Diseño apropiado del estudio;

C = Selección apropiada de los sujetos; D = Características descritas; E = Asignación aleatoria; F = Investigadores cegados; G = Sujetos

cegados; H = Medidas de resultado bien definidas y robustas contra el sesgo; I = Tamaño apropiado de la muestra; J = Métodos analíticos

bien descritos; K = Estimación de la varianza informada; L = Control de las variables de confusión; M = Resultados informados

detalladamente; N = Conclusiones informadas por los resultado.

Resultados

Instrumentos de evaluación de la carga mental y la fatiga mental para derivaciones subjetivas

La Tabla 2 muestra los estudios ($n = 31$) que han utilizado y probado instrumentos para la derivación subjetiva de la carga mental y la fatiga. De estos estudios, el 75% se centró en la derivación subjetiva. Sin embargo, observamos que la mayoría de estos instrumentos se centraban en términos relacionados con la carga mental y la fatiga mental, pero no en estos términos específicos. Estos términos relacionados son, por ejemplo, el estrés relacionado con el trabajo (e.g., instrumento para la Carga Mental de Trabajadores, Escala de Asesoramiento de Fatiga para Trabajadores de la Construcción), o el síndrome de fatiga crónica. En cuanto a las variables e instrumentos utilizados para validar estos instrumentos, la mayoría de estos estudios utilizaron otras escalas relacionadas, como el Índice de Esfuerzo Percibido, para comparar los resultados obtenidos. Algunos autores utilizaron las consecuencias conductuales de la fatiga mental, como el sueño (i.e., el PSQI), en comparación con el CFS y parámetros biológicos (i.e., el Electroencefalograma (EEG)). La población utilizada para validar estos instrumentos abarcaba desde estudiantes escolares y universitarios hasta trabajadores y pacientes clínicos.

Tabla 2

Instrumentos de evaluación de la carga mental y la fatiga mental para derivaciones subjetivas

Instrumento	Autores	Muestra	Instrumentos para comparar	Resultados	Conclusiones
Cuestionario de Chalder sobre la fatiga (CFQ)	Chilcot et al. (2016)	444 participantes con esclerosis múltiple ($M = 45.15$; $SD = 12.35$).	<ol style="list-style-type: none"> 1. CFQ 2. Escala de ajuste laboral y social (WSAS) 3. Inventario multidimensional de fatiga (MFI) 4. Escala hospitalaria de ansiedad y depresión (HADS). 	Los coeficientes de fiabilidad para las subescalas mental y física fueron ambos de .96.	Aunque la escala es multidimensional, la puntuación total de la escala es un indicador fiable de la fatiga general. El CFQ es un instrumento válido y fiable para medir la gravedad de la fatiga en personas con esclerosis múltiple.
	Cho et al. (2007)	207 pacientes de atención primaria, de entre 18 y 45 años.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuestionario de salud general de 12 ítems (GHQ-12) 2. Cuestionario de Entrevista Clínica Revisada (CIS – R). 	La consistencia interna del CFQ brasileño mejoró ligeramente del estudio piloto al estudio de validación: Alfa de Cronbach de .86 a .88.	El CFQ brasileño tuvo buena fiabilidad y validez, que han mejorado durante el proceso de adaptación intercultural y validación.
Escala china de fatiga mental (CMFS)	Chiu et al. (2018)	150 adultos con lesiones cerebrales traumáticas durante 6 meses ($M = 50.90$).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Versión china de la Escala de resultados de la depresión clínicamente útil (CUDOS). 	Las correlaciones entre los ítems y las puntuaciones totales oscilaron entre .48 y .81 para la CMFS de 13 ítems (todas $p < .001$).	Los resultados confirman que la CMFS tiene propiedades estadísticas satisfactorias para cuantificar la fatiga mental en pacientes con lesión cerebral traumática.

Tabla 2*Continuación*

Instrumento	Autores	Muestra	Instrumentos para comparar	Resultados	Conclusiones
Versión china de la Escala de Sobrecarga de Estrés-Corta (SOS-SC)	Duan y Mu (2018)	1364 adultos ($M = 40.00$; $SD = 7.60$).	1. Escala multidimensional de apoyo social percibido 2. Escala de Depresión, Ansiedad y Estrés Inventario Breve de Prosperidad.	La vulnerabilidad personal y la carga de trabajo se correlacionaron positivamente y significativamente con la puntuación de la SOS-SC.	La SOS-SC puede utilizarse para medir el estrés y el estado de salud mental entre la población china.
Síndrome de Fatiga Crónica (CFS) Versión china	Chiu et al. (2018)	150 adultos con lesiones cerebrales traumáticas durante 6 meses ($M = 50.90$).	3. CUDOS	Las correlaciones entre los ítems y las puntuaciones totales oscilaron entre .39 y .81 para el CMFS de 14 ítems ($p < .001$)	Los resultados confirman que el CFS tiene propiedades para cuantificar la fatiga mental en pacientes con lesión cerebral traumática.
	Fong et al. (2015)	1259 adultos de diferentes trabajos ($M = 43.0$, $SD = 8.0$).	1. Ansiedad hospitalaria china de 4 puntos 2. Escala de depresión china de 19 ítems 3. Índice de calidad del sueño de Pittsburgh (PSQI) 4. Encuesta china de salud de formulario corto de 12 ítems.	Los tres factores del CFS (fatiga física, baja energía y fatiga mental) se correlacionaron positivamente con la ansiedad ($r = .32 - .47$, $p < .01$), la depresión ($r = .31 - .50$, $p < .01$) y el agotamiento ($r = .41 - .59$, $p < .01$), y se correlacionaron débilmente con los trastornos del sueño ($r = .21 - .30$, $p < .01$).	Los resultados muestran la fiabilidad y validez convergente de esta estructura trifactorial del CFS como medida válida de los síntomas de fatiga en la población general.

Tabla 2

Continuación

Instrumento	Autores	Muestra	Instrumentos para comparar	Resultados	Conclusiones
Escala de Fatiga Multifactorial Holandesa	Visser-Keizer et al. (2015)	148 participantes, 9 con ictus, 5 con lesión cerebral traumática, 55 con ictus isquémico, 22 con ictus hemorrágico, 22 con lesión cerebral adquirida y 35 con lesión cerebral traumática.	No	Se muestra una buena fiabilidad para la fatiga mental (ICC > 0.80). Los pacientes sin lesiones informaron de una fatiga mental significativamente mayor que los pacientes con lesiones.	La fatiga mental puede distinguirse en la fase crónica tras una lesión cerebral. Además, este cuestionario diagnostica la fatiga.
Cuestionario de calidad de vida EORTC QLQ-FA12	Friedrich et al. (2018)	577 participantes ($M = 30.3$; $SD = 6.1$).	1. Cuestionario EORTC QLQ-C30 2. HADS. 3. Formulario corto de 34 ítems de necesidades de cuidados de apoyo.	La fiabilidad de los ítems de fatiga cognitiva osciló entre .45 y .73. Las correlaciones entre las tres escalas oscilaron entre 0.63 y 0.70. El alfa de Cronbach para la fatiga cognitiva fue de .73.	Este instrumento es estadísticamente válido y puede discriminar entre fatiga física, emocional y cognitiva.
	Knobel et al. (2003)	238 pacientes con cáncer avanzado y 128 supervivientes de cáncer ($M = 52.50$).	1. Cuestionario de Fatiga (FQ)	La escala FA del Cuestionario de Fatiga (FQ) correlacionó entre 0.49 y 0.75 en todos los puntos de evaluación con las escalas Fatiga Física (PF) y Fatiga Mental (MF) del FQ.	La escala de fatiga EORTC QLQ C30 mide principalmente la fatiga física. Los resultados cuestionan la validez de la escala para medir la fatiga como parte de una evaluación global de la fatiga.

Tabla 2*Continuación*

Instrumento	Autores	Muestra	Instrumentos para comparar	Resultados	Conclusiones
	Porro et al. (2019)	68 pacientes con cáncer de mama ($M = 46.97$; $SD = 6.92$).	1. MFI-20.	Los análisis univariantes mostraron que la probabilidad de volver al trabajo (RTW) se reducía por puntuaciones altas de fatiga mental, $r = .85$, $p < .05$. Sólo el cambio en la fatiga mental durante el tratamiento influyó en la probabilidad de RTW.	Debe prestarse atención al uso de escalas validadas para evaluar los constructos mentales. Los resultados sugieren que dichas intervenciones deberían centrarse en mejorar el funcionamiento cognitivo durante la terapia adyuvante.
Escala de evaluación de la fatiga para trabajadores de la construcción (FASCW).	Zhang et al. (2015)	144 trabajadores de la construcción sindicados en Nueva Inglaterra, de 19 a 60 años ($M = 42.4$; $SD = 10.3$).	1. Índice de esfuerzo percibido (RPE) 2. Perfil de los estados de ánimo (POMS).	Los resultados indicaron altas correlaciones significativas entre el FASCW y la subescala de Fatiga del POMS y la medida de RPE.	El FASCW es un instrumento prometedor para evaluar un concepto general de fatiga.

Tabla 2

Continuación

Cuestionario de estado funcional	Kauffman et al. (2019)	1287 estudiantes universitarios ($M = 21.68$; $SD = 4.54$).	1. Índice de sensibilidad a la ansiedad 2. Inventario de síntomas de depresión y ansiedad 3. Cronograma de afectos positivos y negativos (PANAS).	de a de y de y	El FSQ tuvo una excelente consistencia interna ($\alpha = .92$). La puntuación total del FSQ se asoció positivamente con la sensibilidad a la ansiedad ($r = 0.49$), la depresión general ($r = 0.37$), la ansiedad social ($r = 0.40$), el pánico ($r = 0.43$) y la afectividad negativa ($r = 0.37$).	Los resultados actuales sugieren que el FSQ puede ser un enfoque válido y prometedor para comprender mejor las implicaciones de la fatiga en contextos del mundo real (por ejemplo, la atención primaria).
Cuestionario J-ZBI-8	Kumamoto y Arai (2004)	315 sujetos que vivían con el cuidador principal. ($M = 81.2$; $SD = 7.5$).	No		No se encontró una relación clara entre la carga asistencial y el tiempo de cuidados. Esta relación está significativamente relacionada con la carga de atención.	El cuestionario J-ZBI_8 tiene dos subescalas cuya estructura factorial está claramente definida.
Cuestionario Meister	Dębska et al. (2013)	211 enfermeras ($M = 43.1$, $SD = 7.26$).	1. Inventario de Burnout de Maslach.	de de	El alfa de Cronbach fue de 0.83 para la puntuación total.	El cuestionario de Meister cumple los criterios psicométricos de fiabilidad y validez. De hecho, parece que puede utilizarse para evaluar la carga mental en enfermeras.

Tabla 2

Continuación

Intrumento de carga mental	Bertram et al. (1990)	48 pacientes ingresados en atención clínica, entre 31 y 45 años.	No	Se observaron correlaciones significativas entre la demanda de trabajo, la satisfacción y el rendimiento autopercebido.	La carga mental se correlacionó directamente con el número de pacientes atendidos y se correlacionó inversamente tanto con su satisfacción como con la calidad autopercebida de la atención prestada al paciente.
MFI	Chuang et al. (2018)	123 participantes (43 hombres y 80 mujeres; $M = 46.12$; $DT = 18.40$)	1. PSQI 2. Cuestionario de salud de formato corto (SF-36-T)	Los resultados demostraron una validez convergente al correlacionar la fatiga con la calidad de vida, incluido el sueño.	Los resultados apoyan el uso de la versión china tradicional del MFI como instrumento integral para medir aspectos específicos de la fatiga.
	Chung et al. (2014)	137 pacientes con trastorno depresivo mayor (MDD) ($M = 49.6$; $DT = 9.6$)	1. Escala para evaluar la gravedad de la depresión mayor y los síntomas asociados (HDRS) 2. HADS. 3. Escala de autoevaluación de los síntomas de insomnio (ISI) 4. SF-36.	El MFI-20 tiene una buena consistencia interna (alfa de Cronbach = .89). Validez concurrente adecuada, correlaciones significativas entre las puntuaciones del MFI-20 y los síntomas depresivos y de ansiedad, la salud general y la calidad de vida.	El MFI-20 es un instrumento válido y fiable para evaluar la fatiga en pacientes con MDD con síntomas residuales.
	Elbers et al. (2012)	153 pacientes diagnosticados de enfermedad de Parkinson ($M = 67.07$; $DT = 7.54$).	No	Todas las subescalas mostraron una consistencia interna adecuada reflejada por un rango de Cronbach de .74 a .92.	Los resultados muestran que el MFI es un instrumento fiable y válido para evaluar los aspectos multidimensionales de la fatiga en pacientes con Parkinson.

Tabla 2

Continuación

Hagelin et al. (2007)	594 pacientes de cáncer ($M = 59.50$)	1.	Escala de Borg (CR-10)	Los valores de Cronbach en el MFI-20 oscilaron entre .67 y .94. La correlación entre las subescalas del MFI-20 y las puntuaciones de la CR-10 osciló entre .37 y .74.	Los resultados muestran que la versión sueca del MFI-20 es un instrumento válido y fiable para medir la fatiga en diferentes poblaciones de pacientes y en individuos sanos.
Gentile et al. (2003)	225 participantes ($M = 52$; $DT = 15$).	1.	VAS	Las correlaciones entre cada subescala y la EAV son altamente significativas ($p < 0.001$)	Este estudio de validación de la versión francesa del MFI demuestra que este instrumento es válido para su aplicación clínica.
Munch et al. (2006)	278 pacientes de cáncer avanzado ($M = 64$).	1.	HADS.	Las dos subescalas psicológicas de MFI-20, fatiga mental y motivación reducida, estuvieron significativamente asociadas las unas con las otras. Solo la fatiga general y la fatiga mental se correlacionaron significativamente con la subescala Ansiedad de la HADS.	El MFI-20 puede ser útil para una mayor investigación sobre la etiología de la fatiga, la evaluación de su tratamiento y como un instrumento diagnóstico en el trabajo clínico.

Tabla 2

Continuación

	Schubart et al. (2019)	175 pacientes con síndromes de Ehlers-Danlos ($M = 42.40$)	1. Inventario Breve de Dolor de Wisconsin 2. Escala de somnolencia de Epworth (ESS) 3. PSQI 4. Puntuación de Beighton 5. Inventario psicológico (SCL-90) 6. Asociados de Medicina del Sueño de Maryland	La fatiga mental se correlacionó con el dolor ($r = 0.16$), el sueño nocturno ($r = 0.20$), el sueño diario ($r = 0.35$) y la disautonomía ($r = 0.36$).	El subgrupo de Fatiga Mental se caracteriza por el bajo dolor relativo. Los pacientes informan de fatiga mental y de somnolencia diurna en entrevistas estructuradas que pueden recordar a los clínicos las quejas de niebla cerebral y somnolencia.
Escala de fatigabilidad de Pittsburgh (PFS).	Burke et al. (2018)	35 ancianos sanos ($M = 73.77$; $DT = 5.9$).	1. MFIS 2. HADS 3. PSQI 4. ESS 5. Evaluación cognitiva de Montreal (MOCA) 6. Operación Span Task (OSPAN)	Los subpuntos de fatiga mental de la PFS correlacionaron con las puntuaciones de la EES ($\rho = 0.63$, $p < 0.001$). Los puntos de fatiga mental de la PFS también correlacionaron con la puntuación cognitiva de la MFIS ($\rho = 0.36$, $p = < 0.05$)	La falta de correlación entre las medidas de fatigabilidad basada en la tarea y la subescala mental de la PFS pueden indicar que la fatiga mental es difícil de capturar usando cuestiones sobre fatiga basadas en experiencias previas o imaginarias.
Cuestionario de Carga Mental y Esfuerzo Mental de Estudiantes de Enseñanza de la Biología (StuMMBE-Q).	Krell (2017)	602 estudiantes (9° y 10° cursos escolares; de 13 a 18 años; 52% mujeres).	No	Los resultados sugieren que el StuMMBE-Q clasifica a los estudiantes que informan de niveles bajos, medios y altos de fatiga mental y de esfuerzo mental.	Los hallazgos sugieren que el cuestionario mide bien dos dimensiones de carga cognitiva teóricamente establecidas (carga mental y esfuerzo mental).

Tabla 2*Continuación*

Rating Scale Mental Effort (RSME)	Lin y Cai (2009)	Conductores.	1. Electrocardiograma (ECG) 2. Escala de carga mental continua (CBC – MWL).	El coeficiente de correlación entre la RSME y el ECG es de 0.85. Las medias de ECG y de CBC-MWL muestran una alta correlación con la puntuación de la RSME.	El método propuesto es consistente con el método RSME, pero el RSME no puede ser completado en tiempo real.
Escala de Fatiga Situacional	Yang y Wu (2005)	96 pacientes ($M = 31.10$; $SD = 10,0$) y 62 estudiantes universitarios ($M = 21.0$; $SD = 1.99$).	1. Instrumento de evaluación de la fatiga 2. Subescala de fatiga mental. 3. Subescala de fatiga física (PFSubescala)	Los coeficientes de Cronbach mostraron una buena consistencia interna para la escala global (0,90), así como para la PFSubescala (0.88) y para la MFS (0.89).	La SFS presenta una nueva forma de medir la dimensión de la fatiga que es diferente de la que es medida con escalas convencionales de clasificación de la fatiga.
Informe de salud somática y psicológica.	Couvy-Duchesne et al. (2017)	5148 participantes ($M = 15.52$; $SD = 0.75$).	No	El cuestionario debería ser reducido a 21 ítems.	Este cuestionario podría ser relevante para evaluar la ansiedad, la depresión y la fatiga crónica.

Tabla 2

Continuación

Inventario Estado-Rasgo para la Fatiga Cognitiva (STI-CF).	Shuman-Paretsky et al. (2017)	175 participantes de más de 65 años ($M = 77.35$; $SD = 6.91$).	1. Inventario breve de fatiga 2. Escala de depression geriátrica 3. Test de Trail	Los componentes (fatiga cognitiva, esfuerzo mental, motivación y aburrimiento) tuvieron buena fiabilidad. Fuertes correlaciones positivas entre la fatiga cognitiva y una medida subjetiva de la fatiga general ($p < 0.001$)	4	El inventario STI – CF tuvo relaciones significativas en la dirección esperada con diversas variables de resultados cognitivos y de salud.
Escala subjetiva de experiencias de ejercicio (SEES).	MeAuley y Courneya (1994)	454 estudiantes universitarios ($M = 20.78$; $DT = 2.18$).	No	La comparación entre las 3 escalas de la SEES mostraron su fiabilidad: Bienestar Positivo (PWB) $\alpha = 0.36$; Distrés Psicológico (PD) $\alpha = 0.25$ y Fatiga $\alpha = 0.88$.	3	Las tres dimensiones de la SEES proporcionan apoyo inicial para la medida multidimensional de la capacidad de respuesta psicológica a las propiedades del estímulo del ejercicio: Bienestar positivo, distrés psicológico y fatiga.

Tabla 2

Continuación

Escala subjetiva de carga mental (SCA)	Ceballos-Vásquez et al. (2016)	379 trabajadores de la unidad de pacientes clínicos (UPC) de tres hospitales chilenos ($M = 37.36$; $SD = 10.53$).	1. Cuestionario SUSESO-ISTAS 21.	Hay correlaciones positivas y significativas entre la carga mental global y todas las dimensiones psicosociales del SUSESO-ISTAS 21 ($p < 0.05$).	La SCAM presenta una alta fiabilidad y una validez adecuada para la evaluación de la carga mental en una muestra chilena.
WRFQ	Abma et al. (2013)	553 trabajadores entre 18 y 64 años que trabajaban 12 horas semanales.	1. Escala de productividad laboral de Endicott 2. Formulario abreviado de resumen del componente físico - 12 3. Lista de comprobación de la fuerza individual 4. Subescala de necesidad de recuperación 5. Cuestionario de contenido del trabajo 6. Índice de capacidad laboral 7. Escala de compromiso laboral de Utrecht 8. Escala de implicación en el trabajo.	Se calcularon los coeficientes alfa de Cronbach para cada subescala del WRFQ y para la puntuación total (ideal, entre 0.70 y 0.95).	WRFQ 2.0 es un instrumento fiable y válido para medir el funcionamiento laboral relacionado con la salud en la población trabajadora en general.

Instrumentos de evaluación de la carga mental y la fatiga para las derivaciones conductuales

La Tabla 3 presenta cinco estudios que utilizaron instrumentos para analizar las derivaciones conductuales de la carga mental y la fatiga mental. De estos trabajos, el 12,5% se centró en estas derivaciones. En este tipo de derivaciones de la fatiga mental se analizó el funcionamiento cognitivo, mediante la atención, el movimiento ocular, la precisión, el rendimiento o el tiempo de reacción. Para validar estos instrumentos para el análisis de las derivaciones conductuales de la fatiga mental, se compararon tanto con escalas como con cuestionarios (e.g., MFS o CFS), otras consecuencias conductuales (e.g., el sueño) y derivaciones fisiológicas (e.g., EEG). La mayoría de estos estudios se realizaron con participantes sanos, estudiantes universitarios o pacientes clínicos, mostrando una mayor variedad de población que en la validación de las escalas subjetivas analizadas anteriormente.

Tabla 3

Instrumentos de evaluación de la carga mental y la fatiga mental para derivaciones comportamentales.

Instrumento	Autores	Muestra	Instrumentos para comparar	Resultados	Conclusiones
Índice de función atencional (AFI)	Cimprich et al. (2011)	172 mujeres diagnosticadas de cáncer de mama. Edades entre los 27 y los 86 años.	No	El coeficiente de consistencia interna (α de Cronbach) de la escala revisada de 13 ítems fue de 0.92, lo que indica una fiabilidad satisfactoria	Los resultados indican que el AFI es una medida válida y fiable para evaluar los efectos perjudiciales percibidos de la disfunción cognitiva en enfermedades crónicas y potencialmente mortales, como el cáncer de mama.
Sistema de seguimiento ocular a distancia Eyelink 1000	Di Stasi et al. (2012)	10 voluntarios sanos. Cinco mujeres y cinco hombres ($M = 23.9$; $DT = 4.9$).	1. Simulador SIRCA 2. Escala de calidad del sueño de Groningen 3. Escala de somnolencia de Stanford 4. CFS 5. Test de carga mental	La velocidad máxima de los movimientos oculares sacádicos disminuyó después de conducir ($p < 0.05$), debido a la fatiga mental.	Los parámetros oculares sacádicos, en particular la velocidad máxima, son indicadores sensibles de la fatiga mental.
Simulador de conducción Logitech con software Citycar Driving	Puspasari et al. (2017)	Siete conductores comerciales, entre 25 y 35 años de edad.	1. Electroencefalograma (EEG) 2. Escala de somnolencia de Karolinska	Todos los parámetros medidos mostraron cambios significativos en relación a la duración de la conducción ($p < 0,05$).	Los resultados muestran que las bandas alfa, beta, theta y delta son significativamente diferentes antes y después de la conducción, con un incremento en la banda theta-delta y un descenso en la banda alfa-beta. Esto se correlaciona con un bajo rendimiento al volante.

Tabla 3

Instrumentos de evaluación de la carga mental y la fatiga mental para derivaciones comportamentales.

Instrumento	Autores	Muestra	Instrumentos para comparar	Resultados	Conclusiones
Test de vigilancia psicomotriz (PVT)	Price et al. (2017)	21 participantes ($M = 22$; $DT = 4$).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prueba de aritmética mental 2. Prueba de amplitud espacial 3. MFS 	Solo la prueba móvil PVT es válida y fiable para evaluar la precisión cognitiva. La prueba aritmética no muestra una correlación fuerte con la MFS.	La aplicación móvil se considera una herramienta potencialmente eficaz para la evaluación individual de los niveles de fatiga cognitiva. Se necesita más continuidad en el tiempo y la prueba debe realizarse diariamente.
Software TRT_S	Crocetta et al. (2014)	216 estudiantes universitarios, entre 17 y 45 años ($M = 24$, $DT = 6$)	1. Vienna Test System (VTS)	La correlación del coeficiente intraclass de TRT en adultos jóvenes mostró una fuerte correlación entre Simple TRT y VTS ($r = 0.72$).	Los resultados confirmaron la validez del software TRT_S 2012 como prueba fiable para evaluar la influencia de la fatiga mental en el rendimiento cognitivo.

Instrumentos de evaluación de la carga mental y la fatiga para derivaciones fisiológicas

Por último, la Tabla 4 presenta un total de cinco estudios que diseñaron una batería de pruebas o instrumentos para analizar las derivaciones fisiológicas de la fatiga mental. De estos estudios, el 12,5% se centró en dichas derivaciones. El principal instrumento utilizado para estas derivaciones fue el EEG. En cuanto a la comparación de instrumentos, algunas de estas investigaciones utilizaron respuestas conductuales para comparar los instrumentos, por ejemplo, una comparación de la *Visual Analogue Scale* (VAS; en español, Escala Visual Analógica) y el EEG. En estos estudios se utilizaron muestras de trabajadores y pacientes sanos.

Tabla 4*Instrumentos de evaluación de la carga mental y la fatiga para derivaciones fisiológicas*

Instrumento	Autores	Muestra	Instrumentos para comparar	Resultados	Conclusiones
Técnica de entrada de la carga de trabajo del tráfico aéreo	Neal et al. (2014)	16 controladores aéreos con licencia.	1. Métricas de carga de trabajo.	El modelo explicó el 42% de la varianza en la carga de trabajo después de controlar las diferencias entre los evaluadores.	El modelo final proporcionó un ajuste razonable a los datos, a pesar de incluir solo cinco predictores. Por tanto, puede considerarse un modelo de densidad dinámica unificada multinivel.
Procedimientos de interfaz cognitiva piloto-avión (CPAI)	Liu et al. (2016)	Pilotos de avión.	No	Las frecuencias cardíacas más altas se relacionaron con valores más altos de fatiga y la velocidad de parpadeo muestra una relación similar. Para la fatiga mental, la frecuencia cardíaca es más importante que la velocidad de parpadeo.	Los resultados de la simulación demuestran una validez preliminar del sistema CPAI para este propósito. Los estados humanos cognitivos estimados son consistentes tanto con las condiciones externas como con los estados psicológicos.

Tabla 4

Instrumentos de evaluación de la carga mental y la fatiga para derivaciones fisiológicas

Instrumento	Autores	Muestra	Instrumentos para comparar	Resultados	Conclusiones
EEG	Gharagozlou et al. (2015)	12 conductores sanos masculinos ($M = 23.8$; $DT = 1.44$; de 20 a 30 años de edad). Los sujetos tenían permiso de circulación válido, con al menos 2 años de experiencia conduciendo y no tenían historial de lesiones cerebrales.	1. VAS.	Se observaron incrementos significativos tanto de la potencia alfa absoluta ($p = 0,006$) como en las puntuaciones F-EVA durante el tramo final de conducción ($p = 0.001$).	El estudio sugiere que las variaciones en la potencia alfa podrían ser un buen indicador de la fatiga mental del conductor.
	Patel et al. (2018)	18 participantes de diferentes trabajos.	1. ECG.	El uso de la potencia espectral del EEG en todas las bandas obtiene mejores resultados para la evaluación de la fatiga mental ($p < 0.001$).	El uso de las características de la potencia espectral del EEG en toda la gama de bandas fisiológicas permite una mejor representación de todos los estados mentales.
	Sun et al. (2014)	26 participantes diestros y neurológicamente normales ($M = 22.20$; $DT = 1.53$).	No	Pocas conexiones funcionales se asociaron significativamente con la fatiga mental ($p > 0.05$).	Demostración de viabilidad de un método de evaluación de la fatiga mental basado en la conectividad funcional.

Discusión

El objetivo del presente estudio fue resumir los diferentes instrumentos de evaluación de la carga y la fatiga mental utilizados, así como mostrar su precisión, fiabilidad y validez según la derivación de la carga mental o la fatiga mental analizada por estos instrumentos. Los principales resultados mostraron que existe una prevalencia a usar escalas subjetivas para medir la carga y la fatiga mental. Sin embargo, el uso de electroencefalogramas aparece como una forma emergente para comprender los mecanismos biológicos de la carga y la fatiga mental.

Instrumentos de evaluación de la carga y la fatiga mental para derivaciones subjetivas

Nuestros resultados mostraron que el 75% de los instrumentos incluidos en el presente estudio se centraban en las derivaciones subjetivas de la carga mental y la fatiga mental. Estos resultados indicaban una tendencia a utilizar cuestionarios o escalas autoinformados en el análisis de la carga mental y la fatiga mental. El uso extendido de este tipo de instrumentos puede explicarse por la elevada validez y utilidad de sus mediciones (Barte et al., 2019). Sin embargo, los expertos deberían tener en cuenta el contexto en cuestión para elegir el instrumento más válido, en función de los datos que se vayan a extraer. Anteriormente, Russell, Kelly, et al. (2020) definieron la naturaleza compleja de los factores humanos, lo que podría explicar por qué, al analizar la fatiga mental, los expertos también analizaron otros factores psicológicos. De hecho, los entornos laborales y los hospitales han sido los principales contextos en los que se han utilizado estos instrumentos, mientras que en otros contextos, como las escuelas o los deportes, en los que la fatiga mental está presente (Key et al., 2017; Thompson et al., 2020), pocos trabajos han analizado la validez y fiabilidad de estos instrumentos (Van Cutsem & Marcora, 2021). Como se ha mencionado, este tipo de instrumentos son

útiles en la investigación de estudiantes y deportistas porque estas poblaciones suelen disponer de poco tiempo para responder a nuestras preguntas de investigación (Ishii et al., 2014). El principal interés de estos instrumentos es la individualización de las sensaciones de fatiga mental (Russell, Jenkins, et al., 2020). Esta individualización del contexto es importante desde un punto de vista clínico y práctico. Por ejemplo, en un contexto deportivo, una tarea puede aumentar significativamente la fatiga mental de un determinado atleta, mientras que esta misma tarea no cambiará la fatiga mental de otro atleta. Esto puede extenderse a pacientes hospitalizados, estudiantes o trabajadores, ya que la fatiga mental tiene una derivación subjetiva, entre otros. De hecho, esta situación justifica el uso de estas escalas. Sin embargo, aunque este tipo de instrumentos han puesto de manifiesto el papel de la fatiga mental y han promovido el estudio de esta variable, un gran número de expertos han declarado que es necesario profundizar en el análisis de los mecanismos fisiológicos para explicar la carga y la fatiga mental (Ishii et al., 2014).

Instrumentos de evaluación de la carga y la fatiga mental para las derivaciones conductuales

Nuestros resultados muestran que el 12,5% de los instrumentos incluidos en el presente estudio se centran en las derivaciones conductuales de la carga mental y la fatiga mental. Estas variables permiten a los expertos determinar cómo puede influir la fatiga mental en los indicadores de rendimiento en cada contexto. Russell, Jenkins, Rynne, et al. (2019) preguntaron a una población de atletas sobre sus síntomas en presencia de fatiga mental. Estos atletas se sentían más lentos, con tiempos de reacción deficientes y menor precisión. Además, un gran número de trabajos han demostrado la relación entre un aumento de la sensación de fatiga mental y una disminución del rendimiento conductual específico en diferentes áreas (Knobel et al. 2003; Van Cutsem,

De Pauw, et al. 2017; Shuman-Paretsky et al. 2017). Por el contrario, los resultados del presente estudio sugieren que se han validado pocos instrumentos para este fin desde una perspectiva conductual. Desde un punto de vista clínico y práctico, esto implica una limitación en el análisis de los efectos negativos de la fatiga mental. La fatiga mental es importante por sus consecuencias negativas en cirujanos, atletas de rendimiento y la salud de la población en general. Se necesitan más estudios que diseñen instrumentos para derivaciones conductuales o que examinen los efectos de la fatiga mental en el comportamiento humano para analizar más a fondo la importancia de la fatiga mental.

Instrumentos de evaluación de la carga mental y la fatiga para las derivaciones fisiológicas

Por último, nuestros resultados muestran que el 12,5% de los instrumentos incluidos en el presente estudio se centraban en las derivaciones fisiológicas de la carga y la fatiga mental. Se ha demostrado la influencia del cerebro en la fatiga mental; de hecho, esta influencia ha permitido a los investigadores diferenciar la naturaleza mental y física de la fatiga (Van Cutsem et al., 2020). Mientras que la fatiga física suele estar causada por una alteración de los sistemas fisiológicos tradicionales, como el ritmo cardiaco o el lactato en sangre, no se han observado alteraciones de estos sistemas en las disminuciones de la fatiga mental relacionadas con el rendimiento (Van Cutsem et al., 2020). Esto demuestra que se sabe menos sobre los procesos psicobiológicos implicados en la fatiga mental. Aunque la complejidad de estos instrumentos (precio, complejidad, tiempo...) podría explicar los pocos trabajos publicados sobre ellos, esta información permitiría a los investigadores comprender los mecanismos que subyacen a la presencia de fatiga mental y sus consecuencias (Van Cutsem & Marcora, 2021). Esta información es interesante desde un punto de vista clínico y práctico. Por ejemplo, sería útil saber cómo se puede manipular la fatiga mental, cómo se pueden utilizar estrategias de

recuperación o cómo mantener el rendimiento en presencia de fatiga mental. De hecho, como se ha mencionado, un gran número de expertos apoyan la importancia de seguir analizando esta derivación para avanzar en este tema.

Artículo 2

Díaz-García, J., González-Ponce, I., Ponce-Bordón, J. C., López-Gajardo, M. A., & García-Calvo, T. (2021). Diseño y validación del Cuestionario para valorar la Carga Mental en los Deportes de Equipo (CCMDE). *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 21(2), 138–145. <https://doi.org/10.6018/cpd.46495>

Objetivos específicos

El objetivo del presente estudio fue diseñar y validar un cuestionario que atendiese a las características específicas para la valoración de la carga mental en los deportes de equipo

Método

Procedimiento

El presente estudio fue aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad de Extremadura (93/2020). Todos los datos han sido procesados acorde a las recomendaciones de ética y privacidad de la Asociación Americana de Psicología (2019). El objetivo de la primera parte del estudio fue el diseño y desarrollo del instrumento. Para ello, se elaboró una consulta a un grupo de 10 expertos en Psicología y Ciencias del Deporte. La creación de un comité de expertos para el desarrollo de un instrumento es una práctica muy común, por el conocimiento que tienen los mismos de la temática y las aportaciones que pueden realizar. Además, esta metodología está justificada desde el punto de vista científico (Valles, 2003). Los expertos consultados cumplían los siguientes requisitos: (i) ser graduados en Ciencias del Deporte y/o Psicología; (ii) ser doctor, es decir, haber defendido con éxito la tesis doctoral en el momento que comenzó la investigación; y (iii) tener publicaciones científicas de impacto recientes en el ámbito de la psicología de los deportes de equipo. Para esta parte del estudio, se concretaron una serie de reuniones. En una primera reunión con el

grupo, los expertos explicaron en qué consistía para ellos la carga mental en los deportes de equipo, y propusieron distintos ítems y constructos que consideraban interesantes para la cuantificación de la carga mental. En una reunión posterior, con una semana de diferencia con respecto a la primera, se realizó una puesta en común, y a través de un consenso se seleccionaron los ítems que mejor analizaban los contenidos a valorar. Finalmente, se acordó que los cuatro ítems: exigencia física, cognitiva, emocional y afectiva, eran representativos de la carga mental en los deportes de equipo, según el juicio de los expertos mencionados. A continuación, la segunda fase del estudio tenía como objetivo la puesta en práctica y el análisis psicométrico de las propiedades del instrumento para su validación. El investigador principal se puso en contacto con los responsables de los equipos del grupo XIV de la Tercera División Nacional y sus entrenadores. Los participantes aceptaron su participación, fueron informados del objetivo del estudio y firmaron un consentimiento informado. Los jugadores participantes, asistieron a una charla previa en la que se les explicó el significado concreto de cada ítem, asegurando su comprensión previamente a contestar el instrumento. No se realizó ninguna modificación de los ítems como consecuencia de las dudas de los jugadores. Finalmente, los participantes rellenaron el cuestionario, de forma individual a la finalización de un entrenamiento. La duración total de las respuestas fue aproximadamente de cinco minutos, y se produjo en un clima adecuado para que permitiese a los jugadores concentrarse sin distracciones. Además, también fueron rellenados el RPE y el VAS.

Participantes

La muestra del estudio estuvo conformada por 218 jugadores masculinos semiprofesionales de fútbol, con edades comprendidas entre los 18 y los 36 años ($M = 24.81$; $DT = 3.51$). Los participantes competían en el grupo XIV de la Tercera División

Nacional de fútbol, durante la temporada 2018/2019, y todos ellos contaban con una experiencia mínima de 14 años practicando fútbol.

Instrumentos

Cuestionario para la Valoración de la Carga Mental en los Deportes de Equipo (CCMDE; Díaz-García, González-Ponce, et al. 2021). Este instrumento está conformado por cuatro ítems: exigencia física (“¿Cómo de exigente cuantificarías el esfuerzo físico de esta sesión?”), cognitiva (“¿Cómo de exigente cuantificarías el esfuerzo cognitivo de esta sesión?”), emocional (“¿Cómo de exigente cuantificarías el esfuerzo realizado para manejar tus emociones durante esta sesión?”) y afectiva (“¿Cómo de exigente cuantificarías el esfuerzo realizado en esta sesión para manejar las relaciones emocionales con el resto de participantes?”); en modalidad Escala Likert con rango de respuesta 0-10, donde 0 significa nada y 10 es el valor máximo de exigencia para cada ítem.

VAS (Smith et al., 2019). Para valorar la fatiga mental, se les preguntaba a los deportistas “¿cómo de fatigado te sientes mentalmente en una línea de 0 a 100?”. Este instrumento se presenta en formato de escala, donde 0 es el mínimo y 100 el máximo. El uso del VAS para valorar la fatiga mental en los deportes de equipo ha sido utilizado en trabajos previos (e.g., García-Calvo et al., 2019). Aunque no se ha encontrado ningún estudio en el que se desarrolle una validación para el uso de este instrumento en la valoración de la fatiga mental en el fútbol, para algunas variables que guardan relación con la fatiga mental, como la ansiedad o la fatiga general (Jollant et al., 2019), sí se han encontrado estudios que analizan las propiedades psicométricas del instrumento.

RPE (Costa et al. 2022). Con la finalidad de valorar la percepción de esfuerzo, se le pidió al deportista “indicar el nivel de esfuerzo físico que percibe que ha tenido la tarea para sí mismo en términos de 0 a 10”, donde 0 es Reposo y 10 es Máximo. El uso

de este instrumento para valorar la carga de entrenamiento en deportes de equipo fue justificado por Costa et al. (2022), quienes concluyen que el RPE es un instrumento válido para cuantificar la carga y fatiga de entrenamiento en deportes colectivos.

Análisis estadístico

Para el tratamiento y análisis de los datos se utilizó el programa estadístico SPSS 25.0. En primer lugar, se realizó un análisis factorial exploratorio (AFE) con el objetivo de estudiar la validez de constructo. Además, se calculó la fiabilidad a través de Alfa de Cronbach (α ; Cronbach, 1990), utilizando como valor de referencia el valor .70 (Field, 2009; Polit & Hungler, 2000), y coeficiente de Omega (ω). Por otra parte, se llevó a cabo un análisis de correlaciones bivariadas, con el objetivo de probar la validez concurrente del instrumento, utilizando los instrumentos RPE y VAS para este procedimiento.

Resultados

En la Tabla 5 se muestran los pesos factoriales entre los diferentes ítems del cuestionario. Como se puede observar, los ítems del cuestionario están agrupados en torno a un único factor, que en este caso es la carga mental. En consecuencia, no fue necesario realizar un análisis factorial confirmatorio.

Tabla 5

Pesos factoriales entre ítems

Ítems	Pesos de regresión
Ítem 1. Exigencia física	.81
Ítem 2. Exigencia cognitiva	.72
Ítem 3. Exigencia emocional	.70
Ítem 4. Exigencia afectiva	.67

A continuación, en la Tabla 6 se muestran los estadísticos descriptivos de las puntuaciones obtenidas para los ítems del instrumento y el análisis de correlaciones bivariadas entre ítems. Los resultados sugieren que existe relación significativa entre

ítems del instrumento, pero estos no llegan a superponerse ($> .80$), lo cual hubiese supuesto una reunificación de los mismos.

Tabla 6

Estadísticos descriptivos y correlaciones bivariadas entre ítems del instrumento

Ítems	<i>M</i>	<i>DT</i>	1	2	3	4
Ítem 1. Exigencia física	6.67	1.95	-	-	-	-
Ítem 2. Exigencia cognitiva	6.71	1.97	.54*	-	-	-
Ítem 3. Exigencia emocional	6.19	2.63	.33*	.42*	-	-
Ítem 4. Exigencia afectiva	5.75	2.74	.24*	.35*	.58*	-

Nota. * $p < .05$. 1 = Exigencia física; 2 = Exigencia cognitiva; 3 = Exigencia emocional; 4 = Exigencia afectiva

Finalmente, en la Tabla 7 se pueden observar los resultados para la validez concurrente, calculado mediante el análisis de correlaciones bivariadas entre el CCMDE, el RPE y el VAS. Los resultados muestran relaciones significativas entre el CCMDE y los dos instrumentos utilizados, confirmando así la validez concurrente del instrumento. Además, también queda confirmada la fiabilidad del instrumento en base a los resultados α y ω .

Tabla 7

Estadísticos descriptivos y correlaciones con RPE y VAS

Ítems	<i>M</i>	<i>DT</i>	α	ω	1	2	3
CCMDE	6.33	1.95	.73	.75	-	-	-
RPE	5.32	1.97	-	-	.44*	-	-
VAS	36.2	23.66	-	-	.45*	.57*	-

Nota. * $p < .05$. 1 = CCMDE; 2 = RPE; 3 = VAS.

Discusión

El objetivo principal del estudio fue diseñar y probar la validez y fiabilidad del CCMDE para cuantificar la carga mental en los deportes de equipo. En base a los resultados obtenidos, el CCMDE es un instrumento específico, válido y fiable para el propósito descrito.

Para el análisis de la validez concurrente, se utilizó la correlación entre el CCMDE, el VAS y el RPE, dos de las escalas más utilizadas para valorar la carga y la fatiga en los deportes de equipo en la actualidad. Los resultados muestran una correlación significativa entre estos instrumentos y el CCMDE. La escala VAS ha sido utilizada principalmente para cuantificar la fatiga mental en el deporte. Previos estudios han definido los efectos que causan la realización de tareas mentalmente exigentes sobre la fatiga mental. En todos ellos, se pudo observar que la fatiga mental se incrementaba después estas tareas (Smith, Zeuwts, et al., 2016; Van Cutsem et al., 2019). Por tanto, la relación significativa entre el CCMDE y el VAS parece justificada, en cuanto a que la carga mental sería la causante de la fatiga mental.

Por otro lado, el RPE ha sido utilizado principalmente para conocer el esfuerzo físico percibido por los deportistas después de una tarea o competición. Estos resultados sugieren una relación significativa entre el esfuerzo físico percibido y la carga mental. Esta relación ya había sido previamente definida por Van Cutsem, Marcora, et al. (2017), quienes explicaban que las tareas con mayor carga mental y, especialmente, la aparición de la fatiga mental genera un incremento en el esfuerzo físico percibido. Martin et al. (2018) explican que la acumulación de adenosina extracelular en el cerebro sería la causante de esta relación.

Respecto al análisis de la fiabilidad, se confirma el alto grado de acuerdo entre los ítems del CCMDE (Field, 2009; Polit & Hungler, 2000). Como se definió en la introducción, la influencia de los aspectos físicos, cognitivos, emocionales y afectivos sobre la carga y fatiga mental había sido previamente testada. Para el diseño del instrumento, se utilizó una muestra de expertos sobre la temática, que conocen en profundidad las características de la carga mental. Probablemente, este conocimiento del constructo estudiado haya llevado a obtener estos adecuados resultados de fiabilidad.

Así, se puede concluir que el CCMDE cumple los criterios mínimos de fiabilidad y validez para poder ser empleado para valorar la carga mental en los deportes de equipo atendiendo a las especificidades de este constructo en el contexto descrito

CAPÍTULO 3.
ANÁLISIS
LONGITUDINAL
DE LA CARGA Y
LA FATIGA
MENTAL EN
TEMPORADA
COMPETITIVA

Capítulo 3 – Análisis longitudinal de la carga y la fatiga mental en temporada competitiva

Artículo 3

Díaz-García, J., Filipas, L., La Torre, A., Gómez-Rivera, J., Rubio-Morales, & García-Calvo, T. (2023). Mental fatigue changes from regular season to play-offs in semiprofessional soccer: A comparison by training days. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 0, 0-0. <https://doi.org/10.1111/sms.14301>

Objetivos específicos

La información sobre la evolución longitudinal de la fatiga mental puede ayudar a los entrenadores a conocer el estado de fatiga mental de sus jugadores y realizar una correcta gestión de este subtipo de fatiga. Abbott et al. (2020) y Thompson et al. (2019) describieron la recuperación de la fatiga mental después de un partido competitivo. Sin embargo, se sabe menos sobre cómo evoluciona la fatiga mental en el resto del microciclo después de un partido competitivo. Esta información puede permitir un análisis más profundo sobre las manifestaciones típicas de la fatiga mental en los jugadores de fútbol.

Abbott et al. (2020) también respondieron a las diferencias entre partes de la temporada regular en la fatiga mental declarada por los jugadores. Muchas ligas de fútbol (e.g., la Championship inglesa, la Segunda División española, etc.) se caracterizan por la presencia de play-offs en la última parte de la temporada, donde los mejores equipos de la temporada regular juegan entre dos y cinco partidos eliminatorios para ascender a la liga de mayor nivel. Conocer cómo cambia la fatiga mental de la temporada regular a la fase de play-off también podría permitir a los entrenadores adaptar las exigencias mentales del entrenamiento a los niveles de fatiga mental de sus jugadores. Esta información parece de importancia debido a la relevancia de los play-

offs que determinan el ascenso/no ascenso (i.e., el rendimiento) a una categoría superior, en base a los efectos negativos que la fatiga mental causa en el rendimiento futbolístico y a la especial complejidad cognitiva (i.e., los jugadores juegan contra los mejores jugadores de la temporada, lo que puede aumentar la complejidad cognitiva) y emocional (i.e., recompensas monetarias, reconocimiento personal) que los play-offs pueden causar. Hasta donde sabemos, ningún estudio previo ha respondido a esta pregunta de investigación en el fútbol. Otro estudio ha investigado la evolución longitudinal de la fatiga mental a lo largo de diferentes partes de la temporada en el *netball* (Russell, Jenkins, Halson, Juliff, Connick, et al., 2022), pero no se ha comprobado previamente en el fútbol.

Asimismo, los investigadores coinciden en la existencia de características individuales que influyen en la fatiga mental específica declarada por cada jugador (Van Cutsem & Marcora, 2021). Sin embargo, en la actualidad se carece de información sobre qué variables influyen en las diferencias interindividuales en la fatiga mental declarada entre los distintos miembros del equipo. El estudio analizó el tiempo jugado como variable interindividual entre los jugadores. Desde un punto de vista condicional, está bien definido que un mayor tiempo jugado se traduce en una mayor fatiga física (Nedelec et al., 2012). Ningún estudio previo ha analizado los efectos de esta variable sobre la fatiga mental. Un mayor tiempo jugado puede resultar en mayores tiempos de esfuerzos cognitivos, aunque, los jugadores provistos de menor tiempo de juego pueden experimentar emociones negativas. Entonces, debido a que es difícil anticipar los efectos de esta variable sobre la fatiga mental y es obligatorio que las decisiones de los entrenadores resulten en que haya jugadores con mayor y menor tiempo jugado, esta variable puede ser de interés.

Por lo tanto, el objetivo principal del presente estudio fue explorar las posibles diferencias en la fatiga mental percibida por los jugadores entre la temporada regular y los play-offs comparando con entrenamientos. Además, el presente estudio exploró la influencia del tiempo jugado en las diferencias interindividuales para la fatiga mental entre los jugadores del equipo.

Método

Diseño experimental

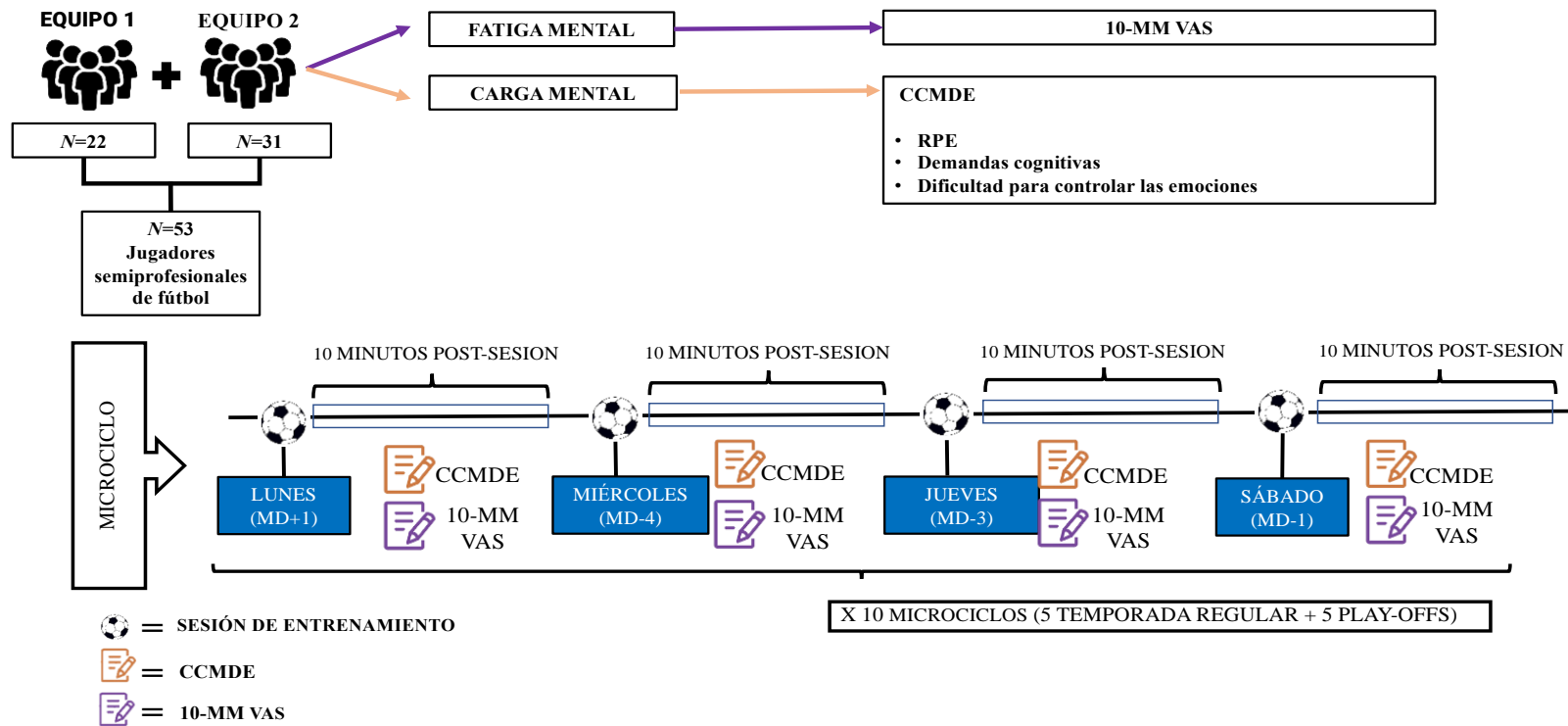
Todos los procedimientos fueron aprobados por los comités locales de ética de la investigación y siguen los principios éticos para la investigación médica en seres humanos establecidos por la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Los participantes recibieron instrucciones por escrito en las que se describían los procedimientos del estudio, pero no se les informó de sus objetivos.

Teniendo en cuenta el propósito de este estudio, se analizaron un total de 10 semanas de entrenamientos con un partido de competición en cada semana de cada equipo. La decisión de analizar 10 semanas se basó en la idea de analizar el mismo número de partidos de los play-offs y de la temporada regular. La fase de play-off implicaba un total de cinco partidos en esa temporada. Por lo tanto, también se analizaron las cinco semanas anteriores (i.e., los últimos cinco partidos de la temporada regular) antes de comenzar los play-offs. Los días de partido (MD) fueron siempre en domingo. En cuanto a las semanas de entrenamiento, ambos equipos realizaron cuatro sesiones de entrenamiento por semana (lunes = MD+1; miércoles = MD-4; jueves = MD-3; y sábado = MD-1). La organización del entrenamiento, el tipo y el número de tareas por entrenamiento fueron los mismos en las dos fases de la temporada. Sólo la información táctica (i.e., basada en el partido anterior y el siguiente) difería entre las fases de la temporada. Los investigadores se reúnen con el cuerpo técnico de los

equipos antes del primer entrenamiento de cada semana. En ella se acuerda un número establecido de cuatro tareas (10 minutos la primera y la segunda, 15 minutos la tercera y la cuarta) precedidas de 10 minutos de calentamiento en cada entrenamiento. Todas estas tareas eran juegos de posesión con las mismas reglas en los dos equipos, de acuerdo con los entrenadores. El contenido se basaba en el resultado anterior y en el partido siguiente. Los jugadores realizaron los cuestionarios de carga y fatiga mental utilizando un ordenador portátil, una tableta o un teléfono móvil en los 10 minutos siguientes a la finalización de la sesión de entrenamiento. La explicación cronológica del procedimiento se muestra en la Figura 4.

Figura 4

Explicación cronológica de las medidas y variables obtenidas



Se animó a los participantes a dormir al menos 7 h por noche y se les pidió que hicieran una comida similar durante el estudio. Todos los entrenamientos y medidas se realizaron a la misma hora del día (el horario de los entrenamientos fue de 21.00 a 23.00 horas).

Para mejorar la metacognición, la carga mental, la fatiga mental y el RPE se definieron previamente a los jugadores. De hecho, se realizó una familiarización previa con los conceptos y las escalas. La carga mental se definió como los esfuerzos cognitivos y emocionales que los jugadores deben realizar para lograr el propósito de las tareas (Díaz-García, Pulido, et al., 2021). Para esta variable, un ejemplo de "*ningún esfuerzo percibido*" puede ser una tarea cognitiva muy fácil donde además las posibilidades de éxito son altas. Esta puede ser una tarea 2x1 donde sólo hay 1 compañero (i.e., una posibilidad de decisión) y 1 rival (i.e., sólo un foco atencional en los defensas) con superioridad numérica, mientras que un ejemplo de "*máximo esfuerzo posible percibido*" puede ser la situación contraria 5x6. La fatiga mental se define como un estado psicobiológico causado por periodos prolongados de actividad cognitiva exigente. Se mostraron a los jugadores descriptores de los que habían informado previamente deportistas. El RPE se definió como la ratio de esfuerzo físico percibido por los jugadores. Un ejemplo de "*ningún esfuerzo percibido*" puede ser un típico juego de posesión (normalmente denominado "rondo") en el que los atacantes se sitúan en círculo y sólo los defensas situados en el centro del círculo tienen el mayor rango de movimiento. Por el contrario, un ejemplo de "*máximo esfuerzo posible percibido*" puede ser una tarea de 5x6 en un campo de altas dimensiones.

Muestra

Un total de 53 jugadores masculinos ($M = 24.6$ años) de dos equipos de fútbol semiprofesionales españoles (N Equipo A = 25, M Equipo A = 22.3 años; N Equipo B =

28 M Equipo B = 24.9 años) participaron en este estudio. Todos los participantes tenían un mínimo de 10 años de experiencia en entrenamiento y compitieron en la tercera división española durante la temporada 2020-2021.

Instrumentos y Variables

CCMDE. Se utilizó el CCMDE con el propósito de cuantificar la exigencia mental percibida causada por cada entrenamiento o partido en estos futbolistas (Díaz-García, González-Ponce, et al., 2021). Este cuestionario está compuesto por tres ítems: RPE (“¿Cuánta actividad física se requirió?”), demandas cognitivas (“¿Cuánto esfuerzo cognitivo se requirió?”) y dificultad para controlar las emociones (“¿Qué tan difícil es controlar las emociones?”). El rango de respuestas de cada ítem estaba en el formato de Escala de Likert (0-10), donde 0 era nada, esfuerzo percibido y 10 era el máximo esfuerzo posible percibido.

VAS para la fatiga mental. Se utilizó la VAS de 10 cm para cuantificar las sensaciones subjetivas de fatiga mental comunicadas por los jugadores, donde 0 era ninguna fatiga mental percibida y 10 era el grado máximo posible de fatiga mental percibida. Esta medida subjetiva de la fatiga mental se ha utilizada en varios estudios que cuantifican la fatiga mental en actividades deportivas (Ishii et al., 2014; Pageaux & Lepers, 2018). Se pidió a los sujetos que indicaran el nivel percibido de fatiga mental colocando una marca en la línea de 10 cm de la VAS. El lado izquierdo de la escala indicaba "nada", mientras que el derecho indicaba "máximo".

Para aclararlo, tanto la VAS como el CCMDE eran escalas de 2 x 10 puntos. La VAS de 10 mm procede de la VAS de 100 mm. En el presente estudio, esta adaptación de 100 mm a 10 mm en la VAS se realizó porque los investigadores pensaron que el uso de la escala de 2 x 10 puntos es más fácil para los jugadores en comparación con el uso de la escala de 1 x 10 puntos y la escala de 1 x 100 puntos. La principal diferencia en la

aplicación de estas escalas era que la VAS se presentaba como una escala deslizante de 0 a 10, mientras que en el CCMDE los jugadores tenían que seleccionar un número específico de 1 a 10. Esto se realizó porque los investigadores utilizaron la escala original de 2 x 10 puntos. Esto se llevó a cabo porque los investigadores utilizaron el funcionamiento original de las escalas, pero en futuros estudios la presentación de las escalas de la misma forma puede ser mejor para los jugadores.

Tiempo jugado por los jugadores. Los investigadores realizaron la siguiente codificación del tiempo jugado: 0 = jugadores que no jugaron ningún minuto en el último partido; 1 = jugadores que jugaron menos de 45 min. en el último partido; 2 = jugadores que jugaron más de 45 min. en el último partido.

Análisis de datos

Los datos se analizaron con R-studio (R-Studio Team, 2020). Se realizó un Modelo Lineal Mixto (LMM) utilizando lme4 (Bates et al., 2015), para probar las diferencias en las percepciones de carga y fatiga mental entre temporadas-fases por cada entrenamiento. El LMM permite analizar datos con una estructura jerárquica en unidades anidadas y ha demostrado su capacidad para hacer frente a datos desequilibrados y de medidas repetidas. La carga y la fatiga mental se registraron después de cada entrenamiento y cada entrenamiento/semana se anidó para una temporada-fase específica. Los días de entrenamiento (i.e., MD+1, MD-4, MD-3, MD-1) y la fase de la temporada (i.e., temporada regular o play-offs) se incluyeron como variables independientes en el análisis. La carga y la fatiga mental declaradas fueron las variables dependientes. En primer lugar, se realizó una comparación general de los valores medios de carga y fatiga mental entre fases. En segundo lugar, se realizó una comparación intra-fase de las percepciones de carga y fatiga mental entre diferentes días de entrenamiento dentro de la misma fase (i.e., MD+1 vs MD-4 vs MD-3, vs MD-1,

todos ellos durante las fases de temporada regular o play-offs). Por último, se realizó una comparación de las percepciones de carga y fatiga mental para cada día entre fases (i.e., MD+1 de la temporada regular vs MD+1 de los play-offs; MD-4 de la temporada regular vs MD-4 de los play-offs). Todos estos análisis también se realizaron incluyendo los equipos como variable independiente para comprobar la variabilidad entre equipos. En el presente estudio sólo mostramos los factores fijos. Por otro lado, los investigadores incluyeron el tiempo jugado por los jugadores como co-variable (tal y como se expuso y codificó previamente) para probar el efecto del tiempo jugado sobre la carga y la fatiga mental según cada entrenamiento y fase de la temporada. La significación se estableció en $*p < .05$, $**p < .01$, $***p < .001$.

Resultados

La Tabla 8 muestra la carga y la fatiga mental comunicadas por los futbolistas semiprofesionales durante la temporada regular y las fases de play-off. En lo que respecta a las puntuaciones generales, se registraron puntuaciones medias significativamente más altas en RPE durante la temporada regular con respecto a los play-offs ($p < .01$). Por el contrario, no se observaron puntuaciones medias significativamente más altas en fatiga mental, esfuerzos cognitivos y emocionales en los play-offs en comparación con la temporada regular. Con respecto a los entrenamientos en la misma fase, se observaron resultados similares en la temporada regular y en los play-offs. En concreto, se encontraron cambios significativos entre todos los días de entrenamiento para la carga y la fatiga mental en ambas fases. MD-4 fue identificado por los jugadores como el entrenamiento más exigente mentalmente, seguido de MD-3, MD+1 y MD-1 ($p < .001$ cuando se comparó MD-4 con MD-3, MD+1 y MD-1). Sin embargo, MD+1 fue identificado como el entrenamiento más fatigante mentalmente, seguido de MD-4, MD-3 ($p = .03$ cuando se comparó con MD+1 y MD-4) y MD-1 ($p <$

.001 cuando se comparó con MD+1 y MD-4). Con respecto al mismo día de entrenamiento entre las diferentes fases, se observaron puntuaciones de RPE significativamente más altas para MD-4 ($p = .03$) y MD-1 ($p < .01$) en la temporada regular en comparación con los play-offs. Asimismo, la fatiga mental fue mayor en MD-1 en la temporada regular que en los play-offs ($p < .001$). Por el contrario, se registraron esfuerzos emocionales significativamente mayores en MD-3 ($p = .04$) y fatiga mental significativamente mayor en MD+1 ($p = .04$) y MD-4 ($p = .04$) en los play-offs que en la temporada regular. La comparación inter-fases entre días comprobó la existencia de diferencias significativas entre dos entrenamientos/semanas diferentes comparando temporada regular y play-offs. Según estos resultados, se encontraron diferencias en el RPE de MD-4 a MD-3 ($p < .01$) y de MD+1 a MD-3 ($p < .01$) entre fases, donde las mayores diferencias entre entrenamientos aparecen en la temporada regular. Además, los cambios para la fatiga mental de MD+1 a MD-1 ($p < .001$), de MD-4 a MD-1 ($p < .01$), de MD-3 a MD-1 ($p = .03$) y de MD+1 a MD-3 ($p < .03$) fueron mayores en la fase de play-offs que en la temporada regular.

Tabla 8

Carga y fatiga mental reportada por cada entrenamiento. Una comparación entre fase regular y play-offs.

Variables	RS	Play - Off	Puntuaciones en Fase Regular por días de entrenamiento				Puntuaciones en Play-Offs por días de entrenamiento				Comparación inter-fases por día	Comparación inter-fases entre días
			MD +1	MD -4	MD -3	MD -1	MD +1	MD -4	MD -3	MD -1		
RPE	5.31 ±.14	4.97 ±.11 **	4.79 ±.18 b,c***; d*	6.40 ±.18 a,c,d** *	5.52 ±.18 a,b,d** *	4.28 ±.20 a*; b,c***	4.53 ±.19 b,c,d***	5.92 ±.20 a,d***	5.84 ±.20 a,d***	3.64 ±.19 a,b,c***	** _h * _f	** _{j,m}
Carga Cognitiva	5.24 ±.14	5.29 ±.12	4.42 ±.19 b,c***	6.07 ±.19 a,d***	5.81 ±.18 a,d***	4.45 ±.20 b,c***	4.56 ±.20 b,c***	6.13 ±.20 a,d***	6.15 ±.20 a,d***	4.39 ±.20 b,c***		
Carga Emocional	4.98 ±.18	5.10 ±.12	4.43 ±.22 b,c***	5.77 ±.22 a,d***	5.39 ±.22 a,d***	4.11 ±.24 b,c***	4.52 ±.23 b,c***	5.92 ±.24 a,d***	5.91 ±.23 a,d***	4.13 ±.23 b,c***	* _g	
Fatiga Mental Percibida	3.87 ±.18	4.09 ±.11	4.37 ±.21 c*,d** *	4.20 ±.21 c*,d** *	3.77 ±.21 a,b* *	2.86 ±.22 a,b***	5.24 ±.22 b**,c,d* **	4.61 ±.22 a,d***; c**	4.01 ±.22 a,d***; b**	2.41 ±.22 a,b,c***	*** _e * _{f,h}	*** _n ** _l * _{k,m}

Notas. * = $p < .05$; ** = $p < .01$; *** = $p < .001$. RS = Fase de temporada regular.

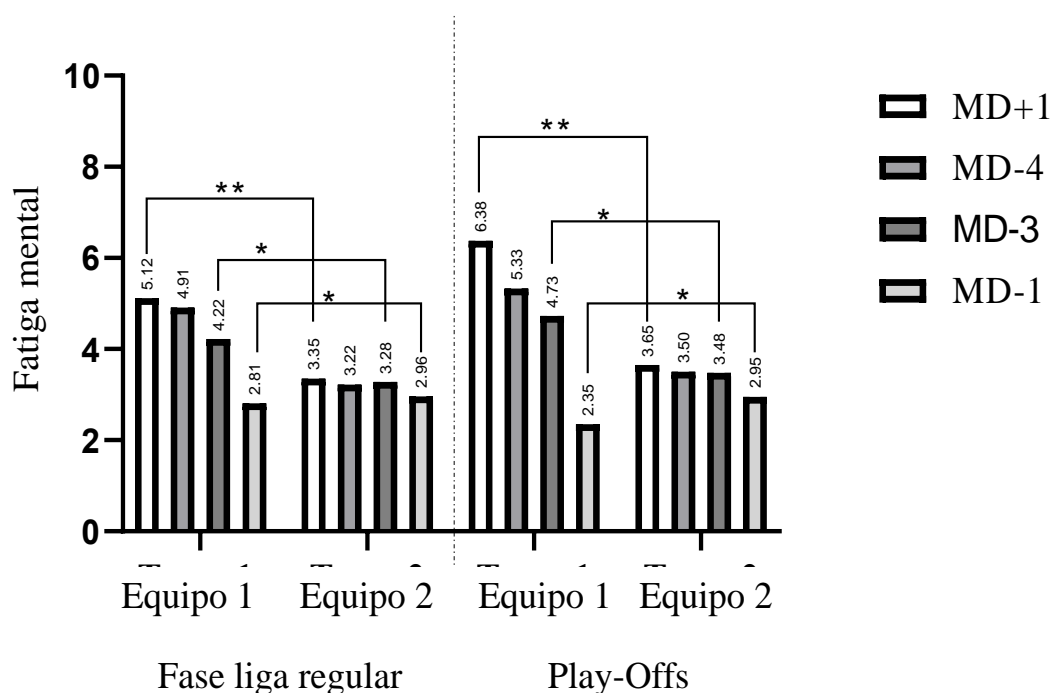
a = diferencias significativas en comparación con MD+1; b = diferencias significativas en comparación con MD-4; c = diferencias significativas en comparación con MD -3; d = diferencias significativas en comparación con MD-1. Comparación entre fases por día: e = diferencias significativas entre MD+1 de la temporada regular y MD+1 de la fase de play-offs; f = diferencias significativas entre MD-4 de la temporada

regular y MD-4 de la fase de play-offs; g = diferencias significativas entre MD-3 de la temporada regular y MD-3 de la fase de play-offs; h = diferencias significativas entre MD-1 de la temporada regular y MD-1 de la fase de play-offs; Comparación entre fases entre días: i = diferencias significativas en el cambio de MD+1 a MD-4 entre la temporada regular y la fase de play-offs; j = diferencias significativas en el cambio de MD-4 a MD-3 entre la temporada regular y la fase de play-offs; k = diferencias significativas en el cambio de MD-3 a MD-1 entre la temporada regular y la fase de play-offs; l = diferencias significativas en el cambio de MD-4 a MD-1 entre la temporada regular y la fase de play-offs; m = diferencias significativas en el cambio de MD+1 a MD-3 entre la temporada regular y la fase de play-offs; n = diferencias significativas en el cambio de MD+1 a MD-1 entre la temporada regular y la fase de play-offs.

La Figura 5 muestra la variabilidad entre equipos en cuanto a la fatiga mental. No se observaron cambios significativos en la carga mental declarada entre los equipos (únicamente, un esfuerzo cognitivo significativamente mayor ($p = .01$) en MD-1 declarado por el Equipo 1). No se observó ningún efecto combinado significativo de equipo x fase de temporada x día de entrenamiento. La Figura 5 muestra que, aunque la fatiga mental declarada por el Equipo 1 fue mayor en la mayoría de los casos ($p = 04$ en MD-3; $p = 03$ en MD-1; $p < .001$ en MD+1), la tendencia de los dos equipos en ambas fases fue similar.

Figura 5

Efecto combinado equipo x fase de la temporada x día de entrenamiento sobre la fatiga mental

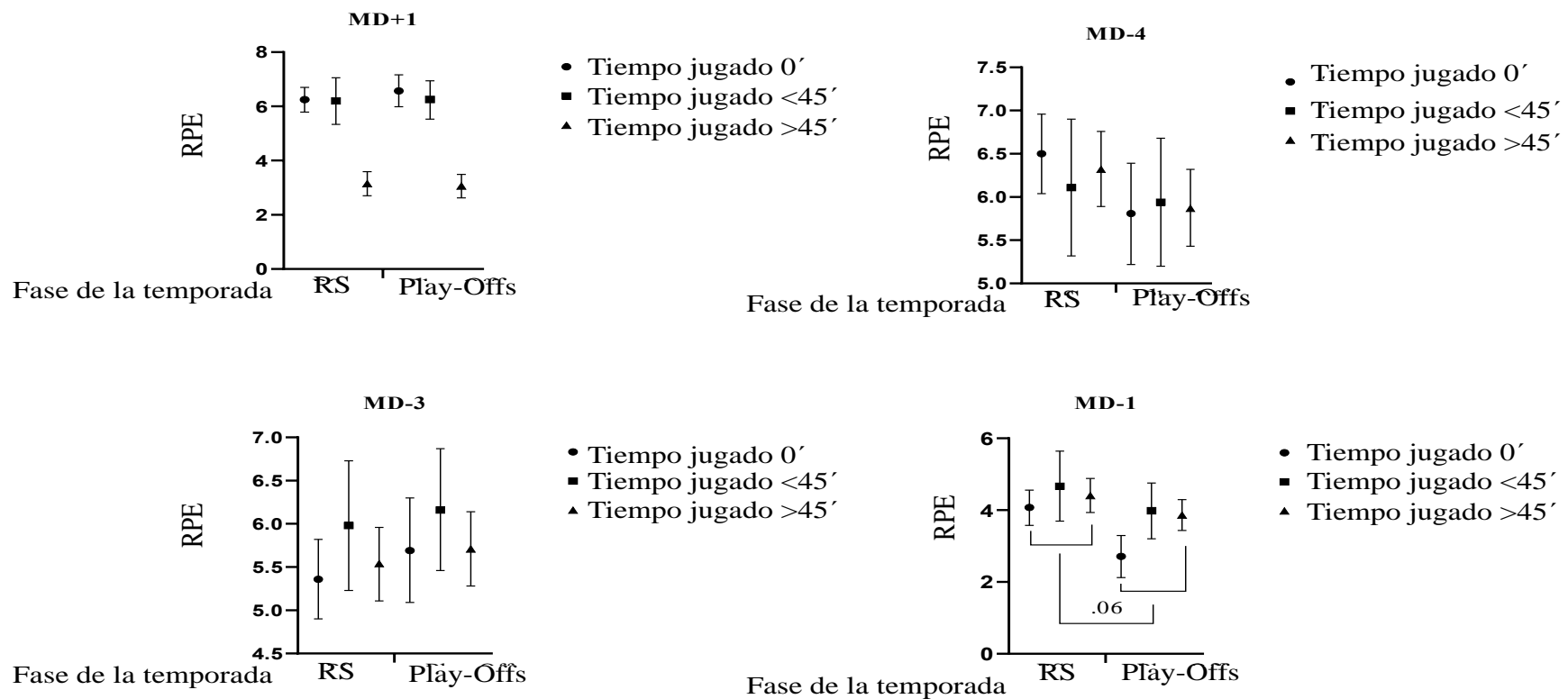


Las figuras 6 a la 9 muestran los cambios desde la temporada regular hasta la fase de play-offs explorando la influencia del tiempo jugado por los jugadores en el RPE (figura 6), los esfuerzos cognitivos (figura 7), la carga emocional (figura 8) y la fatiga mental (figura 9) antes de cada entrenamiento.

No se observaron cambios significativos en el RPE en MD+1, MD-4 y MD-3 entre las fases de la temporada según el tiempo jugado. Es decir, cuando se compararon los jugadores que jugaron el mismo rango de minutos (i.e., 0 min, < 45 min o > 45 min) entre las dos fases diferentes, no se observaron diferencias significativas en el RPE en estos días. En MD+1, los jugadores que jugaron 0 min o < 45 min mostraron valores significativamente más altos de RPE ($p < .001$) que los jugadores que jugaron > 45 min, pero fue similar tanto en la temporada regular como en los play-offs. En MD-4 y MD-3, los valores de RPE no mostraron diferencias significativas entre los jugadores en ambas fases de forma similar. Por el contrario, se produjo un cambio casi significativo en el RPE entre las fases de la temporada en MD-1 ($p = .06$). En este caso, todos los jugadores mostraron un RPE similar en MD-1 durante la temporada regular. De forma diferente, los jugadores que jugaron 0 min mostraron una disminución significativa ($p = .02$) en esta variable cuando se compararon con los jugadores que jugaron < 45 min y > 45 min en la temporada de play-offs.

Figura 6

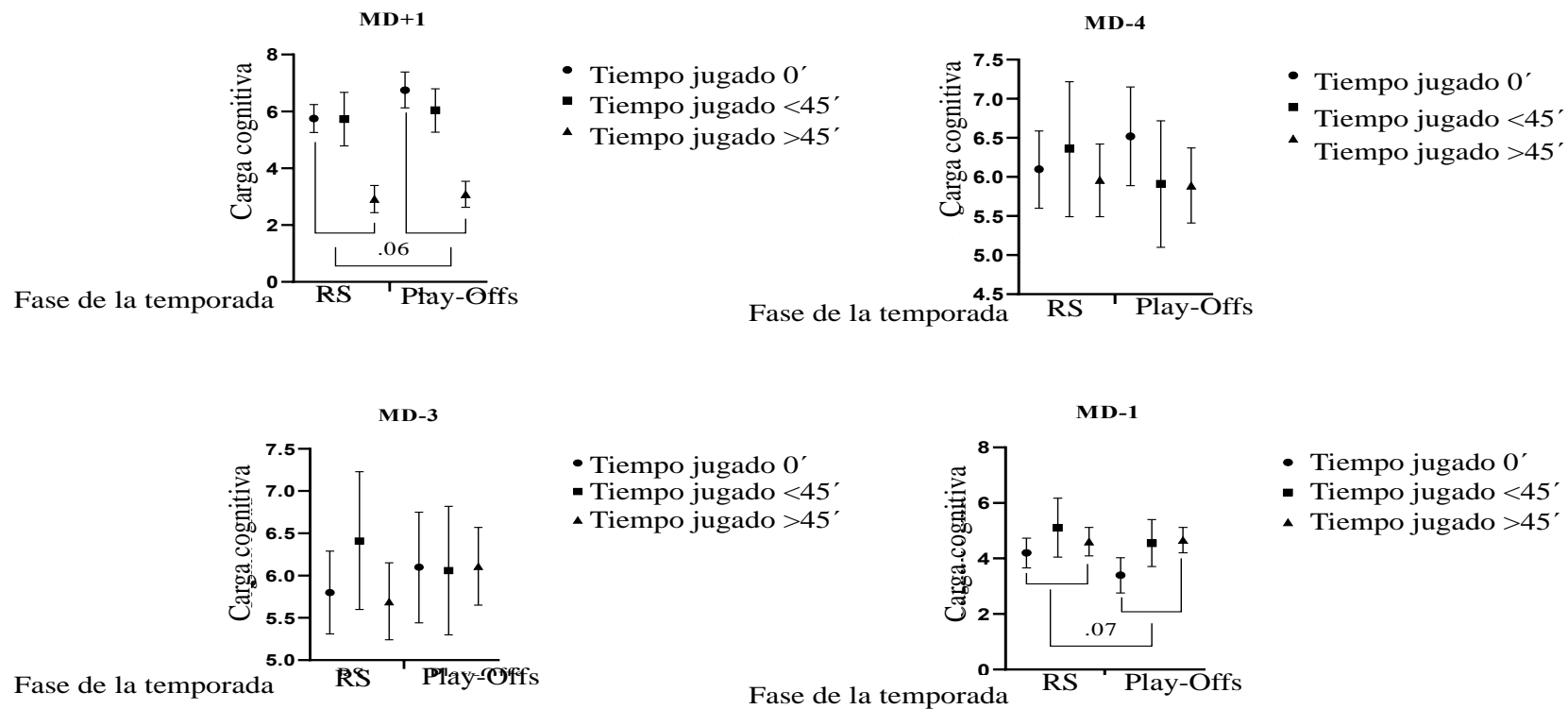
RPE reportado por los jugadores por entrenamiento. Una comparación entre la fase de temporada regular y los play-offs de acuerdo al tiempo jugado



No se observaron cambios significativos en la carga cognitiva en MD-4 y MD-3 entre las fases de la temporada según el tiempo jugado. La carga cognitiva reportada por los jugadores en estos días fue similar para todos los jugadores de forma similar en ambas fases. Por el contrario, se observó un cambio casi significativo en la carga cognitiva entre las fases de la temporada en MD+1 ($p = .06$ en los jugadores que jugaron > 45 min) y MD-1 ($p = .07$ en los jugadores que jugaron > 45 min). En concreto, en MD+1, la carga cognitiva fue significativamente mayor ($p < .001$) en los jugadores que jugaron 0 min y < 45 min que en los jugadores que jugaron > 45 min. Esto fue similar en ambas fases, sin embargo, la carga cognitiva reportada por los jugadores que jugaron 0 min fue casi significativamente mayor ($p = .06$) en los play-offs en comparación con la temporada regular. Con respecto a la MD-1 no se observaron diferencias significativas entre los grupos de jugadores en esta variable durante la temporada regular. Por el contrario, durante la fase de play-offs, los jugadores que jugaron 0 min mostraron una disminución significativa en esta variable en la MD-1 ($p = .01$) en comparación con los jugadores que jugaron < 45 min o > 45 min.

Figura 7

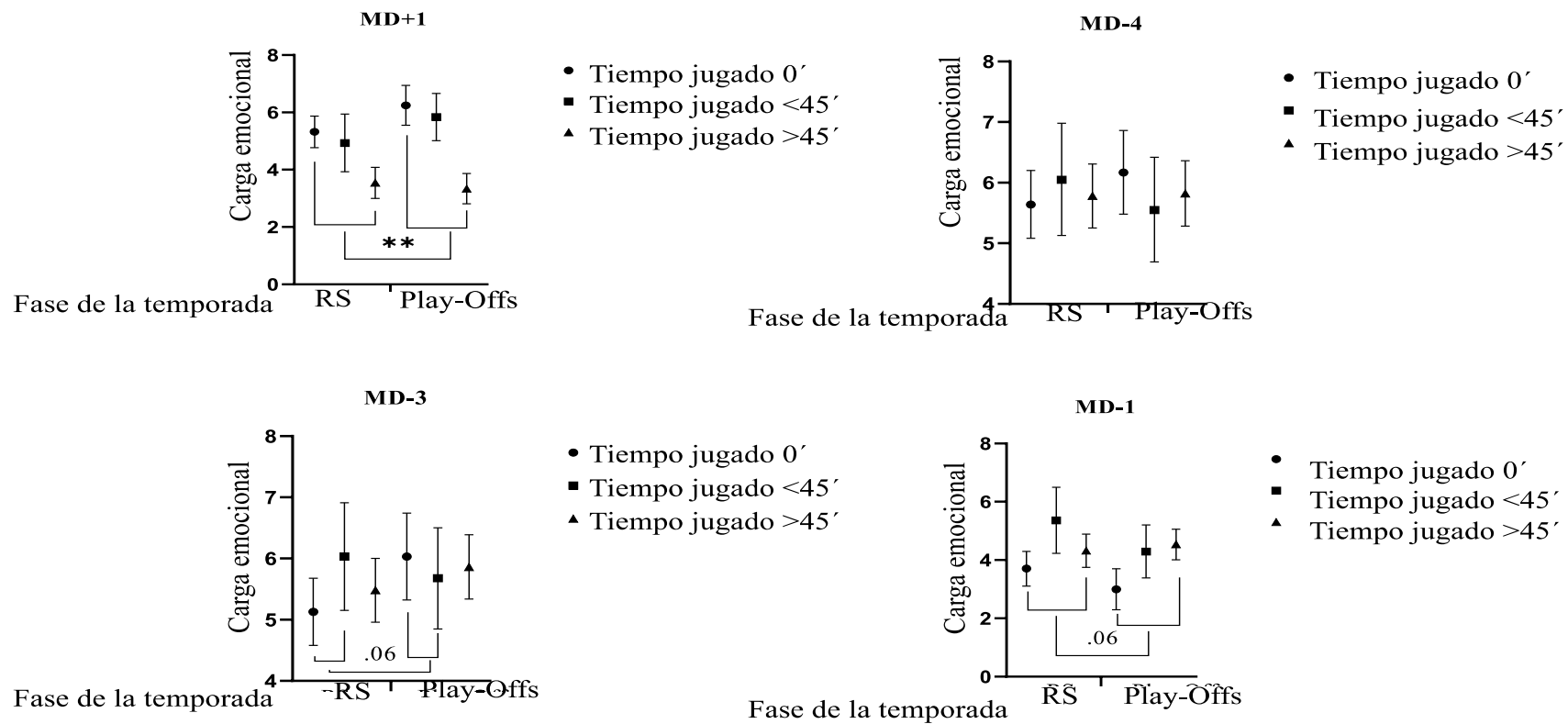
Carga cognitiva reportada por los jugadores por entrenamiento. Una comparación entre la fase de temporada regular y los play-offs de acuerdo al tiempo jugado



No se observaron cambios significativos en la carga emocional en MD-4 entre las fases de la temporada según el tiempo jugado. Se observó un cambio significativo ($p = 0,01$) en la carga emocional entre grupos de jugadores en MD+1 desde la temporada regular hasta los play-offs. En concreto, se observó un aumento significativo de esta variable desde la temporada regular hasta los play-offs en los jugadores que jugaron 0 min ($p = .03$), mientras que no se observaron cambios significativos en los jugadores que jugaron < 45 min y > 45 min. En MD-3, se observó una diferencia casi significativa ($p = .06$) entre fases. Específicamente, en la MD-3 durante la temporada regular los valores más bajos de carga emocional fueron reportados por los jugadores que jugaron 0 min y > 45 min. Por el contrario, estos jugadores mostraron los valores más altos en esta variable durante los play-offs. Se observó un aumento significativo de la carga emocional en la MD+3 desde la temporada regular hasta los play-offs ($p = .03$ en los jugadores que jugaron 0 min y $p = .04$ en los jugadores que jugaron > 45 min). Con respecto a la MD-1, se observó un cambio casi significativo entre los grupos de jugadores ($p = .06$), debido a que los jugadores que jugaron > 45 min mostraron valores significativamente más altos de carga emocional durante la temporada regular que durante los play-offs ($p = .01$).

Figura 8

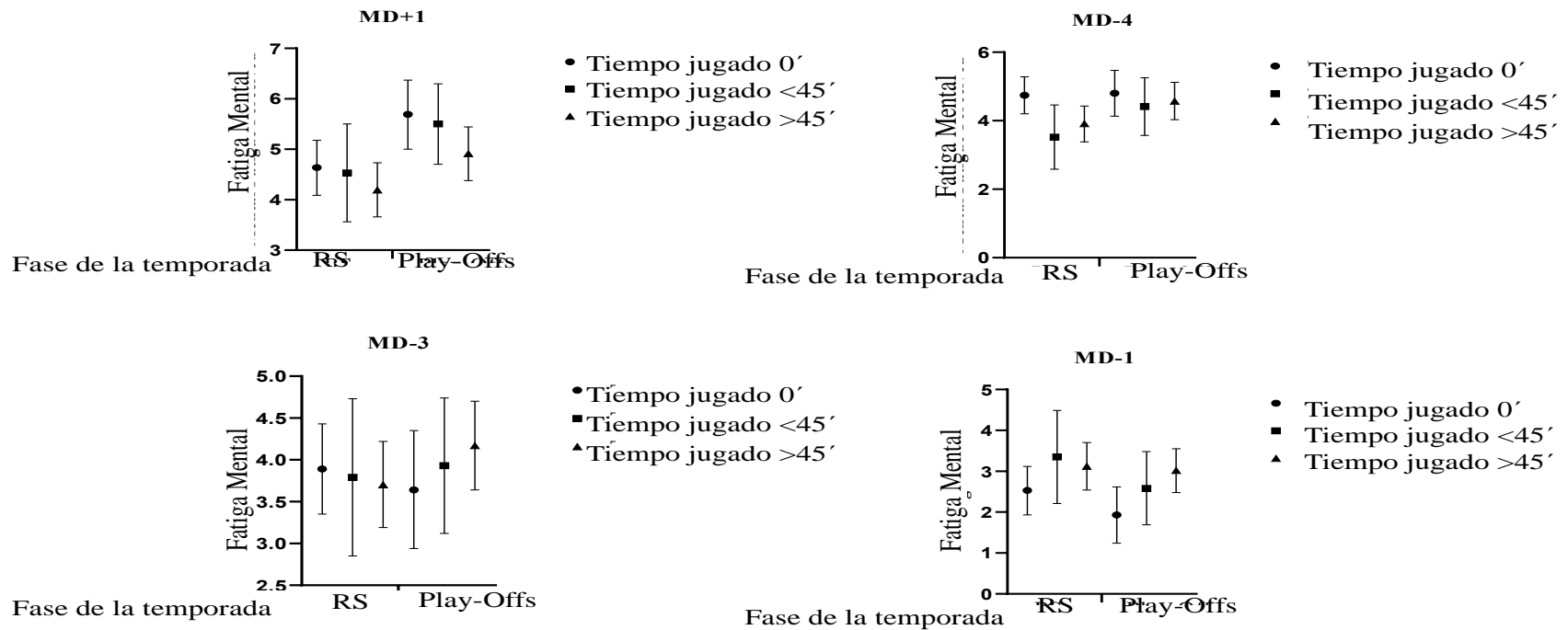
Carga emocional reportada por los jugadores por entrenamiento. Una comparación entre la fase de temporada regular y los play-offs de acuerdo al tiempo jugado



No se observaron cambios significativos en la fatiga mental entre las fases de la temporada para ningún entrenamiento según el tiempo jugado. Todos los grupos de jugadores mostraron un aumento no significativo de la fatiga mental entre la temporada regular y los play-offs en MD+1. Se observaron valores similares de fatiga mental en todos los grupos de jugadores en MD-4 y MD-3 en ambas fases de la temporada. En MD-1, se observó una pequeña disminución de esta variable desde la temporada regular hasta los play-offs en todos los grupos de jugadores.

Figura 9

Fatiga mental reportada por los jugadores por entrenamiento. Una comparación entre la fase de temporada regular y los play-offs de acuerdo al tiempo jugado



Discusión

El objetivo principal del presente estudio era comprobar las posibles diferencias en las percepciones de la carga y la fatiga mental entre los entrenamientos de dos fases diferentes de la temporada (i.e., las últimas 5 semanas de la temporada regular y las 5 semanas de los play-offs) en jugadores de fútbol semiprofesionales. Las principales conclusiones del estudio fueron: 1) los futbolistas semiprofesionales identificaron el MD-4 y el MD-3 como los entrenamientos más exigentes mentalmente de las semanas, 2) a pesar de no ser identificado como el entrenamiento más exigente mentalmente, el MD+1 fue identificado como el entrenamiento más fatigante mentalmente de la semana en ambas fases, 3) en general, los futbolistas semiprofesionales identificaron los entrenamientos de la fase de play-offs como más fatigantes mentalmente que los entrenamientos de la temporada regular, (con especial interés en los valores más altos de fatiga mental registrados en MD+1 y MD-4 durante los play-offs en comparación con la temporada regular), 4) no se observaron diferencias en las tendencias de fatiga mental entre fases al comparar los dos equipos, aunque sí se observó una diferencia significativa en la cantidad de fatiga mental entre entrenamientos.

Hasta donde sabemos, este es el primer estudio que ha analizado longitudinalmente la evolución de la carga y la fatiga mental a lo largo de semanas competitivas en fútbol. Como hemos explicado anteriormente, el primer hallazgo del presente estudio fue que los jugadores de fútbol semiprofesionales identificaron MD-4 y MD-3 como los entrenamientos más exigentes mentalmente de las semanas. La presencia de valores más altos de carga mental después de MD-4 y MD-3 en comparación con MD-1 y MD+1 sugiere que la fatiga mental puede ser conscientemente organizada y prevenida para evitar altos niveles de fatiga mental cerca de los partidos oficiales. Autores anteriores han destacado la importancia de no utilizar

tareas mentalmente fatigantes los días previos a las competiciones (Van Cutsem & Marcora, 2021). Parece importante también antes de las competiciones de fútbol, basándose en los efectos negativos que se han asociado a la fatiga mental en el fútbol (Thompson et al., 2019). Los entrenadores deberían tener en cuenta esta información para evitar el uso de tareas mentalmente fatigantes 24 h después de un partido de competición, con el fin de no perjudicar la recuperación de la fatiga mental. Basándose en los resultados del presente estudio, los entrenadores trataron de disminuir la carga y la fatiga mental de los días principales de entrenamiento (i.e., MD-4 y MD-3 en este estudio) a los entrenamientos cercanos a la MD. Estudios anteriores han demostrado este fenómeno para otras variables físicas como las distancias totales (Los Arcos et al., 2017). Hasta donde sabemos, éste es el primer estudio que ha demostrado esto para la fatiga mental. Como se indicó anteriormente, existen muchas limitaciones que pueden ayudar a los entrenadores a organizar las demandas mentales de sus entrenamientos en función de sus objetivos.

El segundo hallazgo fue que, a pesar de que no se identificó como el entrenamiento más exigente mentalmente, MD+1 se identificó como el entrenamiento más fatigante mentalmente de la semana en ambas fases. Estos resultados concuerdan con hallazgos previos reportados por otros estudios; jugadores de fútbol semiprofesionales también identificaron el MD+1 como el día de mayor fatiga mental (Abbott et al., 2020; Thompson et al., 2020). Según los resultados del presente estudio, este fenómeno se produce tanto en la temporada regular como en los play-offs. Basándonos en la carga mental reportada por los jugadores de fútbol después de cada entrenamiento, la fatiga mental después de MD+1 puede reflejar la ausencia de una recuperación completa en la fatiga mental causada por el último partido, debido a que este entrenamiento no fue definido como de alta fatiga mental por los jugadores. Las

demandas mentales y emocionales de los escenarios de los partidos de fútbol fueron definidas previamente, y este estudio confirma que el fútbol conduce a un estado de fatiga mental que permanece incrementado 24 horas después de que el partido haya finalizado.

El tercer hallazgo fue que los jugadores de fútbol semiprofesional identificaron los entrenamientos de la fase de play-offs como más fatigantes mentalmente que los entrenamientos de la temporada regular. Este es el primer estudio que lo comprueba en fútbol, sin embargo, el resultado del presente estudio apoya los hallazgos de otro estudio previo que estudia la evolución longitudinal de la fatiga mental durante 2 temporadas completas de *netball* (Russell, Jenkins, Halson, Juliff, Connick, et al., 2022). Como se explica en la introducción, este estudio concluyó que la fatiga mental fluctúa significativamente a lo largo de una temporada, de forma similar a los cambios observados en este estudio desde la temporada regular hasta los play-offs. Los valores significativamente más altos de fatiga mental registrados después de la MD-1 en la temporada regular pueden sugerir que los entrenadores intentaron disminuir la presencia de fatiga mental antes de los partidos de los play-offs. Puede parecer fácil de entender, ya que el rendimiento durante los play-offs determina el ascenso o no. Sin embargo, los resultados reportados después de MD+1 y MD-4 indican que pueden existir factores intrínsecos asociados a los play-offs que podrían aumentar la sensación de fatiga mental en los jugadores de fútbol semiprofesional. Esta afirmación se basa en la ausencia de diferencias significativas en la carga mental entre fases, mientras que la fatiga mental fue significativamente mayor después de MD+1 y MD-4 en la fase de play-off. Por lo tanto, no podemos explicar estos valores más altos de fatiga mental por una consecuencia de la carga de entrenamiento. Podría ser causada por una consecuencia de los esfuerzos emocionales que los jugadores pueden tener durante la fase de play-off,

influenciados por las recompensas que podría obtener en caso de ascender. También podría ser una acumulación de fatiga mental a lo largo de la temporada (Russell, Jenkins, Halson, Juliff, & Kelly, 2022). En ambos casos, en base a estos resultados, los entrenadores deberían considerar una atención especial a la fatiga mental durante la fase de play-off, donde una acumulación excesiva de fatiga mental puede determinar el ascenso o no. Como explicaron Russell, Kelly, et al. (2020), los resultados de las competiciones de rendimiento están determinados por márgenes de diferencia muy pequeños, por lo que reducir el impacto de la fatiga mental en el rendimiento tiene potencial para ser significativo.

Otro hallazgo importante del estudio es que no se observaron diferencias en las tendencias de la fatiga mental entre las fases cuando se compararon los dos equipos, aunque sí se observó una diferencia significativa en la cantidad de fatiga mental entre los entrenamientos. Destaca la necesidad de individualizar la gestión de la fatiga mental en cada equipo y jugadores. En este sentido, entrenadores y jugadores también pueden tener cuidado en la fatiga mental específica asociada a otros factores contextuales: por un lado, Thompson et al. (2021), concluyeron que se necesita más investigación para saber si los factores asociados a los partidos de fútbol como los viajes, las entrevistas y otros factores externos como los trabajos provocan fatiga mental en los futbolistas adultos; por otro lado, Russell, Jenkins, Rynne, et al. (2019) informaron de que los atletas y entrenadores piensan que el medio ambiente, el exceso de análisis o la experiencia median en la fatiga mental y sus efectos. Toda esta información pone de manifiesto la necesidad de individualizar la fatiga mental y su gestión en cada jugador.

Un objetivo secundario de este estudio era comprobar el efecto del tiempo jugado sobre la fatiga mental declarada en cada entrenamiento comparando entre la temporada regular y las eliminatorias. Los principales hallazgos fueron: 1) en MD-1, los

jugadores que jugaron 0' disminuyen significativamente su RPE de la temporada regular a los play-offs), 2) los jugadores que jugaron 0' cambian significativamente sus exigencias cognitivas reportadas de la temporada regular a los play-offs en MD-1 (aumento) y MD+1 (disminución), 3) los jugadores que jugaron 0' aumentan significativamente sus exigencias emocionales en MD+1 durante los play-offs en comparación con la temporada regular, mientras que también disminuyen significativamente sus exigencias emocionales en MD-4 y MD-1 provocando diferencias significativas con respecto a los otros grupos de jugadores y 4) no se observaron cambios en el comportamiento de la fatiga mental de la temporada regular a los play-offs en ninguno de los grupos definidos.

La interpretación de los niveles de fatiga mental tras situaciones deportivas puede ser difícil por la interacción entre diferentes factores como el *engagement* (Van Cutsem & Marcora, 2021). El compromiso puede ser una situación difícil durante los entrenamientos de fútbol en sustitutos habituales o jugadores que no jugaron minutos con frecuencia. Esta situación se reflejó en los resultados del presente estudio. Como se ha explicado, el hallazgo reveló que los jugadores que jugaron 0' disminuyeron significativamente sus exigencias RPE, cognitivas y emocionales durante diferentes entrenamientos en la fase de play-offs en comparación con la temporada regular. Por lo general, estas disminuciones se produjeron en MD-1 o MD+1, lo que sugiere un efecto del tiempo jugado sobre el compromiso. Se necesita más información para comprobar la relación entre estas variables. Sin embargo, estos resultados sugieren que el tiempo jugado podría ser una variable potencial para considerar en el estado del arte de la fatiga mental causada por el fútbol. De la misma forma, la temporada-fase podría aparecer como un factor importante en este tema. Los entrenadores deberían considerar esta

información para optimizar los niveles de fatiga mental en la mayoría de sus jugadores. Esto puede ser difícil debido a las diferencias individuales entre los jugadores.

Toda esta información pone de manifiesto la importancia que los entrenadores deben dar a la fatiga mental. En primer lugar, nos gustaría destacar la importancia de incluir mediciones de la fatiga mental en los entrenamientos y partidos. Esto permite a los entrenadores conocer el estado de sus jugadores y, en consecuencia, realizar una correcta planificación y gestión de la fatiga mental. En segundo lugar, pone de manifiesto la necesidad de planificar y gestionar la fatiga mental causada por los entrenamientos. En una aproximación general al concepto, los entrenadores deben usar restricciones que no fatiguen mentalmente cerca de los partidos (i.e., MD-1) para evitar la presencia de altos niveles de fatiga mental y sus efectos en el rendimiento, pero también, los entrenadores deben usar restricciones que fatiguen mentalmente en los entrenamientos principales de desarrollo de la semana (i.e., MD-4 o MD-3) para entrenar la resistencia a la fatiga mental y sus efectos (Filipas et al., 2020). En tercer lugar, entrenadores y jugadores deben identificar otros factores que puedan influir en la fatiga mental de los jugadores (e.g., viajes, otros trabajos, partidos de alta dificultad o entrevistas; Thompson et al., 2021)). En caso necesario, los entrenadores y los jugadores deben saber que la fatiga mental y sus efectos pueden contrarrestarse con ayudas ergogénicas como la cafeína (efecto agudo) o la creatina (efecto crónico), la música o la motivación (Proost et al., 2022).

CAPÍTULO 4. MODULACIÓN DE LA CARGA Y LA FATIGA MENTAL A TRAVÉS DE ESTRATEGIAS ESPECÍFICAS DE ENTRENAMIENTO EN FÚTBOL

Capítulo 4 – Modulación de la carga y la fatiga mental a través de estrategias específicas de entrenamiento en fútbol

Artículo 4

Díaz-García, J., Pulido, J. J., Ponce-Bordón, J. C., Cano-Prado, C., López-Gajardo, M. A., & García-Calvo, T. (2021). Coach encouragement during soccer practices can influence players' mental and physical loads. *Journal of Human Kinetics*, 79, 277–288. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0079>

Objetivos específicos

Estudios anteriores han demostrado que los diferentes tipos de comportamiento de los entrenadores podrían influir diferencialmente en las cargas de entrenamiento, lo que indica la necesidad de investigar por separado cada estrategia verbal. Por lo tanto, puede ser necesaria más investigación para comprobar la relación entre el comportamiento de los entrenadores y la carga mental en el fútbol. Asumir las consecuencias del comportamiento específico de los entrenadores sobre la carga contribuiría a diseñar prácticas más específicas para entrenar siguiendo las demandas de los objetivos establecidos y de la competición. Así, el objetivo del presente estudio fue investigar los efectos de la instrucción de ánimo general de los entrenadores sobre las cargas mentales y físicas y la fatiga en prácticas reales de fútbol. En consecuencia, se planteó la hipótesis de que la instrucción de ánimo general (a) aumentaría la carga mental y la fatiga y (b) mejoraría la carga física interna y externa en las prácticas de fútbol.

Método

Participantes

Treinta y seis jugadores de fútbol semiprofesionales componían la muestra del estudio ($M = 22.40$; $DT = 2.25$). Los jugadores pertenecían a dos equipos masculinos (M

= 22.90; $DT = 5.60$) pertenecientes a la tercera división española ($n = 11$) y primera división Sub-18 ($n = 11$), y a un equipo femenino ($M = 21.90$; $DT = 6.20$) de primera división nacional ($n = 14$) durante la temporada 2018/19. Esta muestra heterogénea se utilizó para detectar posibles influencias diferentes de esta estrategia futbolística. Se encontraron diferencias no significativas entre los grupos en los resultados del estudio. Todos los equipos realizaron cuatro sesiones de entrenamiento regulares por semana (con una duración de 90 a 100 minutos), con un descanso de dos a tres días después del último partido y sin días de descanso entre sesiones. Todos los participantes tenían un mínimo de 10 años de experiencia en el entrenamiento.

Mediciones

Sistema Polar Team Pro (Polar Electro, Finlandia, 2015). Polar Team Pro es un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) utilizado para cuantificar la carga física de las sesiones de entrenamiento. Esta tecnología utiliza sensores Polar (Polar Electro, Finlandia) para monitorizar la carga en tiempo real. Se registraron la frecuencia cardíaca media, la frecuencia cardíaca máxima, la velocidad media, la distancia/minuto y la velocidad máxima. Para la recogida de datos GPS se tuvieron en cuenta las recomendaciones de Malone et al. (2017).

RPE. Para valorar la percepción del esfuerzo de los futbolistas, se utilizó la escala RPE (Impellizzeri et al., 2004). Los valores de RPE van de 0 (nada agotado) a 10 (agotamiento máximo).

NASA - TXL. Para cuantificar la carga mental se utilizó una adaptación del cuestionario NASA-TLX (Díaz-García, González-Ponce, et al., 2021). Se preguntó a los futbolistas por el esfuerzo mental, el esfuerzo físico, la presión temporal, la satisfacción con el rendimiento, el esfuerzo general, la inseguridad y la interacción.

VAS. La escala VAS es un procedimiento de cuantificación con valores que van de 0 (mínimo) a 100 (máximo). Este procedimiento se utilizó para cuantificar las percepciones de fatiga mental de los jugadores durante los entrenamientos (Smith et al., 2019).

Los jugadores utilizaron el tiempo entre prácticas (véase el diseño y los procedimientos del estudio) para completar la VAS-100, la NASA-TXL y la RPE.

Diseño del estudio y procedimientos

Se celebró una reunión con los entrenadores para explicarles los objetivos y el diseño del estudio. Los directivos de los tres clubes aceptaron nuestra intervención con sus equipos y firmaron un acuerdo de colaboración. Los jugadores fueron informados sobre el objetivo del estudio y firmaron el consentimiento informado antes del inicio del estudio, siguiendo el Comité de Ética de la Universidad. Todos los datos se procesaron de acuerdo con los códigos éticos y de privacidad de la Asociación Americana de Psicología.

Se utilizó un diseño cuasiexperimental. Se realizaron dos sesiones de entrenamiento normales completas con el mismo diseño y contenido. Se concedió un descanso de entre dos y cuatro días después del último partido y también un día libre entre las sesiones experimentales para evitar los efectos residuales de la fatiga. El orden de las sesiones se contrabalanceó entre los equipos para reducir los efectos del aprendizaje. Así, el equipo femenino realizó la sesión de entrenador activo (A-C) antes de la sesión entrenador pasivo (P-C), y se utilizó el orden inverso para los dos equipos masculinos. Las sesiones A-C y P-C utilizaron las mismas tareas: tarea uno (T1), tarea dos (T2), tarea tres (T3), tarea cuatro (T4) y tarea cinco (T5), descritas a continuación en la Tabla 9. El mismo calentamiento fue realizado por el equipo femenino antes de la sesión P-C. Los equipos realizaron el mismo calentamiento antes de comenzar estas dos

sesiones. La organización de los jugadores, la anchura y longitud de las distancias y los intervalos de descanso entre prácticas también fueron los mismos. El intervalo de descanso entre prácticas fue de dos minutos entre T1 - T2 y T2 - T3, y de cuatro minutos entre T3 - T4 y T4 - T5.

Tabla 9

Diseño de la investigación. Descripción y orden de las prácticas.

Tareas	
T1	Juego de posesión. 6 vs. 2. Para jugadores de ataque: dos toques máximos por jugador. Para defensores: cuando un defensor recupere el balón, el jugador que más tiempo lleva defendiendo pasa al equipo atacante. Campo 10 x 7 m. 7 min duración.
T2	Juego de posesión. 6 vs. 2. Para jugadores de ataque: un toque máximo por jugador. Para defensores: cuando un defensor recupere el balón, el jugador que más tiempo lleva defendiendo pasa al equipo atacante. Campo 10 x 7 m. 7 min duración.
T3	6 + 2 vs. 6 + 2 Partido. Los + 2 comodines situados en las áreas laterales. Para los 6 vs. 6 jugadores: dos toques máximos por jugadores. Para comodines: un toque máximo por jugadores. Campo 50 x 30 m. 10 min duración.
T4	6 + 2 vs. 6 + 2 Partido. Los + 2 comodines situados en las áreas laterales. Para 6 vs. 6 jugadores: sin limitación de toques. Para +2 jugadores: dos toques máximos por jugador. Campo 50 x 30 m. 10 min duración.
T5	8 vs. 8 Partido. Sin comodines y sin toques máximos por jugador. Campo 70 x 40 m. 10 min. duración.

Esta intervención se utilizó como parte del entrenamiento normal de los jugadores. Sólo se modificó el comportamiento de los entrenadores entre sesiones. En los días previos, los entrenadores recibieron instrucciones de los investigadores sobre cómo incluir u omitir información de instrucción de ánimo general. En una sesión, los entrenadores no realizaron ninguna conducta verbal (i.e., P-C), y los investigadores instruyeron a los entrenadores para que permanecieran en silencio; no podían intervenir, sólo se encargaban de que los jugadores se cambiaran entre un entrenamiento y otro. En otra sesión, los entrenadores sólo podían participar mediante estímulos verbales (i.e., A-C).

De acuerdo con la clasificación de Smith et al. (1977), los entrenadores expresaron con frecuencia la instrucción de ánimo general en esta sesión de entrenamiento (4-6 instrucción de ánimo general por minuto). Este estímulo verbal se proporcionó tanto a los atacantes como a los defensores. En ambas sesiones, la actitud de los entrenadores fue controlada y filmada por los investigadores para respetar los protocolos de investigación. Si los entrenadores habían aplicado información que no se había incluido previamente en la instrucción de ánimo general, los investigadores debían indicarlo durante el tiempo entre prácticas. Este hecho no ocurrió durante el estudio.

Análisis de datos

Los datos se analizaron con el programa estadístico SPSS 25.0 y la hoja de cálculo específica de Hopkins (2017) para cruces pre-post. Los datos se distribuyeron normalmente según la prueba de Shapiro-Wilk, y se calcularon las medias y las desviaciones estándar de todas las variables. Antes del análisis, el ANOVA de medidas repetidas no arrojó diferencias significativas entre los grupos (dos equipos masculinos y uno femenino). Se realizó una prueba *t* pareada para cada variable y par de prácticas (e.g., carga mental en T1 de la sesión P-C comparada con la carga mental en T1 de la sesión A-C). Los niveles de significación se fijaron en 0.1%, 1% y 5%. También se calculó la magnitud del cambio, considerada como tamaño del efecto (ES) (Cohen, 1988). Siguiendo a Batterham y Hopkins (2006), el ES se clasificó como: trivial (< .2), pequeño (.2 - .6), moderado (.6 - 1.2), grande (1.2 - 2.0) y muy grande (> 2.0). Se utilizaron Inferencias Basadas en la Magnitud (MBI), con intervalos de confianza, para determinar el posible beneficio (efectos beneficiosos o perjudiciales) de la carga mental y física y la fatiga entre sesiones. Siguiendo a Cohen (1988), el cambio más pequeño que merece la pena (SWC) para evaluar un cambio en las variables entre sesiones se fijó

en $ES = .2$. Además, se realizó un análisis cualitativo de los cambios utilizando la clasificación de Batterham y Hopkins (2006): .5 a 5%, muy incierto; 5 a 25%, incierto; 25 a 75%, posible; 75 a 95%, cierto; 95 a 99.5%, muy cierto; y >99.5%, muy cierto.

Resultados

Carga y fatiga mental

Los resultados de la comparación entre las prácticas de las sesiones P-C y A-C para las cargas mentales y la fatiga se muestran en la Tabla 10. En general, se observó un aumento de estas variables en las sesiones de práctica A-C. La fatiga general en T1, el esfuerzo mental en T4, la satisfacción con el rendimiento en T3 y T4, y el esfuerzo físico, la presión del tiempo y el esfuerzo general en T4 y T5 mostraron diferencias significativas entre las sesiones de práctica particulares. Todos estos valores significativos fueron superiores en las sesiones A-C. Especialmente, durante las prácticas de posesión, la satisfacción con el rendimiento disminuyó con P-C, mientras que la inseguridad disminuyó, y el esfuerzo general y la fatiga aumentaron en las mismas prácticas con A-C. El análisis MBI indicó que sólo los cambios en la fatiga general para T1 y el esfuerzo general para T4 eran muy probablemente positivos. La mayoría de los cambios se clasificaron como probable o posiblemente positivos. La variable inseguridad mostró diferencias poco clarividentes en tres de las cinco prácticas. Sólo la satisfacción con el rendimiento en T1 y la inseguridad en T5 se clasificaron como posiblemente negativas.

Tabla 10

Resultados de la carga mental y la fatiga mental entre las prácticas A-C y P-C

Variables		Tarea 1		Tarea 2		Tarea 3		Tarea 4		Tarea 5	
		P-C	A-C	P-C	A-C	P-C	A-C	P-C	A-C	P-C	A-C
Esfuerzo Mental	<i>M</i>	39.50	45.83	45.32	52.10	54.35	56.13	50.17	61.50	58.33	65.00
	<i>SD</i>	±23.06	±22.36	±23.27	±20.69	±28.66	±22.50	±30.75	±22.94	±22.35	±23.96
	<i>t(p)</i>	-1.09(.28)		-1.84(.07)		-.34(.73)		-2.28(*)		-1.88(.07)	
	ES	0.25		0.31		-0.01		0.24		0.27	
	%QI	63/37/0		73/26/0		167/64/20		59/40/1		63/35/2	
		Posible +		Posible +		Incierto		Posible +		Posible +	
Esfuerzo Físico	<i>M</i>	38.83	43.50	47.58	51.45	52.90	62.09	53.83	69.50	64.30	72.88
	<i>SD</i>	±19.37	±22.29	±23.65	±22.44	±27.50	±25.26	±30.79	±23.21	±22.57	±24.78
	<i>t(p)</i>	-1.18(.25)		-.96(.35)		-1.92(.06)		-2.85(**)		-2.31(*)	
	ES	0.14		0.18		0.23		0.24		0.48	
	%QI	40/55/6		45/54/1		54/40/5		59/40/1		89/10/0	
		Incierto		Posible +		Incierto		Posible +		Cierto +	
Presión Temporal	<i>M</i>	39.67	46.17	44.84	53.55	53.87	55.00	50.00	62.50	54.24	66.21
	<i>SD</i>	±24.46	±23.62	±21.04	±22.37	±26.67	±23.66	±28.53	±24.94	±24.65	±25.57
	<i>t(p)</i>	-1.46(.15)		-1.94(.06)		-.26(.80)		-2.81(*)		-2.45(*)	
	ES	0.39		0.32		0.00		0.22		0.44	
	%	84/16/0		76/24/0		16/67/17		57/43/0		92/8/0	
		Cierto +		Cierto +		Incierto		Posible +		Cierto +	
Satisfacción Rendimiento	<i>M</i>	48.67	53.50	54.68	58.23	56.61	65.32	54.17	71.50	65.15	75.15
	<i>SD</i>	±24.63	±23.08	±24.96	±23.04	±28.41	±25.91	±29.80	±21.70	±24.75	±26.38
	<i>t(p)</i>	-1.09(.28)		-1.04(.31)		-1.88(.07)		-3.50(*)		-2.91(**)	
	ES	0.25		0.16		0.34		0.57		0.45	
	%	63/37/0		39/61/0		79/20/0		98/2/0		88/12/0	
		Posible +		Posible +		Posible +		Muy cierto +		Cierto +	

Tabla 10

Continuación

Variables	Tarea 1		Tarea 2		Tarea 3		Tarea 4		Tarea 5		
	P-C	A-C	P-C	A-C	P-C	A-C	P-C	A-C	P-C	A-C	
Esfuerzo General	<i>M</i>	48.67	53.50	54.68	58.23	56.61	65.32	54.17	71.50	65.15	75.15
	<i>SD</i>	±24.63	±23.08	±24.96	±23.04	±28.41	±25.91	±29.80	±21.70	±24.75	±26.38
	<i>t(p)</i>	-1.09(.28)		-1.04(.31)		-1.88(.07)		-3.50(**)		-2.91(**)	
	<i>ES</i>	0.25		0.16		0.34		0.57		0.45	
	%	63/37/0		39/61/0		79/20/0		98/2/0		88/12/0	
	QI	Posible +		Posible +		Cierto +		Muy Cierto +		Cierto +	
Insatisfacción	<i>M</i>	22.90	26.83	29.35	30.00	36.45	29.67	38.83	33.07	40.00	36.91
	<i>SD</i>	±23.27	±23.21	±23.37	±23.35	±29.30	±25.95	±28.82	±25.17	±22.37	±23.87
	<i>t(p)</i>	-.97(.34)		-.20(.84)		1.07(.29)		.99(.32)		.13(.89)	
	<i>ES</i>	0.16		-0.01		-0.21		-0.07		-0.32	
	%	41/57/2		13/72/15		6/42/52		11/60/28		2/28/70	
	QI	Posible +		Incierto		Incierto		Incierto		Posible -	
Interacción	<i>M</i>	45.67	48.17	48.06	53.39	51.45	56.94	52.50	59.00	61.21	62.42
	<i>SD</i>	±26.19	±24.30	±27.32	±23.82	±28.44	±24.52	±29.15	±24.37	±26.58	±24.73
	<i>t(p)</i>	.82(.41)		-1.62(.12)		-1.11(.27)		-1.27(.21)		-.52(.60)	
	<i>ES</i>	0.10		0.18		0.08		0.17		0.05	
	%	19/81/0		43/57/0		28/62/10		43/54/2		25/61/14	
	QI	Posible Trivial		Posible +		Incierto		Posible +		Incierto	
Fatiga Mental	<i>M</i>	26.33	36.33	33.23	39.03	39.67	44.35	43.03	47.33	50.79	49.70
	<i>SD</i>	±19.25	±22.66	±22.49	±21.81	±23.06	±25.36	±28.80	±26.22	±23.48	±22.29
	<i>t(p)</i>	-2.18(*)		-1.31(.19)		-1.25(.22)		-.74(.46)		-.63(.53)	
	<i>ES</i>	0.55		0.25		0.14		0.12		0.10	
	%	95/5/0		60/38/2		37/60/4		34/60/6		27/69/4	
	QI	Muy cierto +		Posible +		Posible +		Incierto		Posible +	

Nota. ** $p < .01$, * $p < .05$; P-C = Entrenador Pasivo; A-C = Entrenador Activo; % = +/trivial/- QI = Inferencia Cualitativa

Carga Interna

La Tabla 11 muestra los resultados de la comparación entre las prácticas de las sesiones P-C y A-C de la carga interna basada en las frecuencias cardíacas y los valores RPE. La sesión A-C mostró valores superiores a la sesión P-C en la mayoría de estas variables. La frecuencia cardíaca media en T2, T4 y T5, la frecuencia cardíaca máxima en T4 y T5 y el RPE en T3 mostraron diferencias significativas entre las sesiones. Al igual que con las variables mentales mostradas en la Tabla 2, todos estos valores significativos fueron mayores en las sesiones A-C. Según el MBI, la frecuencia cardíaca máxima en T5 cambió a muy probablemente positiva. El resto de los cambios se clasificaron como probablemente positivos o posiblemente positivos, excepto el RPE en T1 y la frecuencia cardíaca máxima en T2, donde los cambios no fueron claros.

Tabla 11

Resultados de carga interna entre prácticas A-C y P-C

Variables	Tarea 1		Tarea 2		Tarea 3		Tarea 4		Tarea 5		
	P-C	A-C	P-C	A-C	P-C	A-C	P-C	A-C	P-C	A-C	
MHR	<i>M</i>	133.77	137.00	132.32	138.67	147.10	154.58	146.80	155.10	157.04	162.13
	<i>SD</i>	±19.56	±17.46	±17.10	±16.14	±21.19	±16.44	±19.01	±16.14	±10.68	±9.51
	<i>t(p)</i>	-1.42 (.17)		-2.81(**)		-1.57(.13)		-2.14 (*)		-2.91(**)	
	<i>ES</i>	0.21		0.34		0.27		0.28		0.37	
	%	53/47/0		88/12/0		65/34/1		69/31/0		90/10/0	
	<i>QI</i>	Posible +		Cierto +		Posible +		Posible +		Cierto +	
PHR	<i>M</i>	158.70	162.60	160.61	163.00	171.42	178.42	170.43	178.87	175.79	181.54
	<i>SD</i>	±14.58	±17.32	±16.15	±15.62	±17.98	±13.56	±18.63	±12.57	±9.31	±8.39
	<i>t(p)</i>	-1.49(.15)		-1.05(.30)		-1.96(.06)		-2.42(*)		-3.45(**)	
	<i>ES</i>	0.23		0.00		0.35		0.35		0.50	
	%	58/42/0		6/86/7		82/18/0		84/16/0		99/1/0	
	<i>QI</i>	Posible +		Incierto		Cierto +		Cierto +		Muy Cierto +	
RPE	<i>M</i>	4.03	4.43	4.84	5.06	5.48	6.38	5.83	7.00	6.66	7.67
	<i>SD</i>	±2.18	±1.87	±2.13	±1.73	±2.64	±2.28	±3.13	±2.15	±3.96	±1.34
	<i>t(p)</i>	.87(.39)		-.58(.56)		-2.05(*)		-1.91(.06)		-1.33(.19)	
	<i>ES</i>	0.09		0.18		0.31		0.32		0.31	
	%	30/63/7		44/56/1		75/25/0		81/19/0		70/29/1	
	<i>QI</i>	Incierto		Posible +		Cierto +		Cierto +		Posible +	

Nota. ** $p < .01$, * $p < .05$; P-C = Entrenador Pasivo; A-C = Entrenador Activo; MHR = Frecuencia Cardíaca Media; PHR = Frecuencia Cardíaca Máxima; RPE = Relación de Esfuerzo Percibido; % = %+/trivial/- *QI* = Inferencia Cualitativa.

Carga Externa

Finalmente, la Tabla 12 muestra los resultados de la comparación entre las prácticas de las sesiones P-C y A-C de la carga física externa. T1 y T2 mostraron un aumento en las variables distancia/minuto y velocidad media en la sesión P-C. En T5, la distancia/minuto y la velocidad máxima mostraron valores significativamente superiores en P-C en comparación con A-C. T3 y T4 mostraron un aumento significativo en A-C en comparación con las mismas tareas en P-C. Estos cambios coincidieron con los valores del MBI y se clasificaron como probables o posibles en la mayoría de los casos. Sólo los cambios para la distancia/minuto en T4 y la velocidad media en T2 y T4 no estaban claros.

Tabla 12

Resultados de carga externa entre prácticas A-C y P-C

Variables	Tarea 1		Tarea 2		Tarea 3		Tarea 4		Tarea 5		
	P-C	A-C	P-C	A-C	P-C	A-C	P-C	A-C	P-C	A-C	
D/min	<i>M</i>	43.13	38.07	38.01	37.32	86.26	91.42	81.57	87.90	104.00	98.88
	<i>SD</i>	±10.23	±8.22	±8.84	±6.74	±29.61	±23.32	±27.81	±25.58	±24.56	±21.36
	<i>t(p)</i>	2.82(**)		.47(.64)		-.82(.42)		-.99(.33)		3.11(*)	
	ES	-0.45		-0.13		0.18		0.13		-0.28	
	%	0/7/93		4/62/35		45/53/2		36/57/6		0/20/80	
	QI	Cierto +		Posible -		Posible +		Incierto		Cierto -	
PS	<i>M</i>	15.38	14.83	14.99	14.73	20.36	22.82	20.89	22.89	22.63	23.02
	<i>SD</i>	±3.54	±1.95	±2.72	±2.59	±4.41	±3.50	±3.43	±3.01	±3.25	±3.78
	<i>t(p)</i>	.81(.42)		.52(.61)		-2.51(*)		-2.62(*)		-.78(.44)	
	ES	-0.15		-0.13		0.45		0.41		0.05	
	%	2/60/38		3/63/35		91/9/0		88/12/0		16/80/5	
	QI	Cierto -		Posible -		Cierto +		Cierto +		Posible Trivial	
MS	<i>M</i>	2.90	2.61	2.58	2.55	5.39	5.72	5.11	5.52	6.50	6.18
	<i>SD</i>	±.67	±.53	±.58	±.46	±1.81	±1.41	±1.73	±1.56	±2.03	±1.84
	<i>t(p)</i>	2.49(*)		.28(.75)		-.85(.40)		-1.03(.31)		3.26(*)	
	ES	-0.36		-0.08		0.18		0.13		-0.30	
	%	0/16/84		6/70/24		45/53/2		38/56/6		0/17/83	
	QI	Cierto -		Incierto		Posible +		Incierto		Cierto -	

Nota. ** $p < .01$, * $p < .05$; P-C = Entrenador Pasivo; A-C = Entrenador Activo; D/min = Distancia/minuto; PS = Velocidad Máxima; MS = Velocidad Media; % = %+/trivial/- QI = Inferencia Cualitativa.

Discusión

El objetivo de este estudio era comprobar la influencia de la instrucción de ánimo general de los entrenadores en las cargas mentales y físicas durante los entrenamientos de fútbol. Hasta donde sabemos, ningún estudio ha investigado los efectos la instrucción de ánimo general como estrategia específica del fútbol sobre las cargas mentales y la fatiga. El principal hallazgo del estudio sugiere que la instrucción de ánimo general los entrenadores aumentó los valores de la carga mental y física interna. Los resultados de la carga externa no mostraron una tendencia clara.

Una de las hipótesis del estudio era que la instrucción de ánimo general aumentaría la carga mental y la fatiga. En cuanto a los valores de la carga mental y la fatiga, las sesiones de práctica A-C mostraron valores más altos de estas variables en la mayoría de las prácticas en comparación con las de la sesión P-C. Las principales variables afectadas por esta estrategia específica fueron la presión del tiempo, la satisfacción con el rendimiento, la inseguridad, el esfuerzo general y la fatiga. Estos hallazgos concuerdan con otros estudios (García-Calvo et al., 2019; Ponce-Bordón et al., 2020) en los que determinadas manipulaciones de estrategias específicas de fútbol aumentaron la carga mental y la fatiga. Siguiendo a Cárdenas et al. (2015), una posible explicación de estos resultados podría ser un aumento de la entropía de estas tareas, pero esta explicación puede estar más relacionada con las restricciones utilizadas por García-Calvo et al. (2019) y Ponce-Bordón et al. (2020), ya que estos dos estudios modificaron la puntuación y el sistema de puntuación. En cuanto a la instrucción de ánimo general, Donnachie et al. (2018) indicaron que la instrucción de ánimo general podía aumentar la carga mental porque los jugadores percibían estas estrategias como un juicio de los entrenadores, incluso si el contenido de la instrucción de ánimo general solo se basa en instrucciones alentadoras-positivas (Eather et al., 2020). En la recepción

del feedback por parte del jugador influyen sus ideas sobre los entrenadores y sus experiencias previas. Por ejemplo, el tipo de feedback utilizado (y su concordancia con la situación del equipo) o el nivel de concordancia entre el contenido del feedback y los pensamientos del jugador median en la calidad de la recepción individual del feedback (Mason et al., 2021). Los entrenadores también conocen el efecto potencial del feedback sobre aspectos mentales como la confianza (Mason et al., 2020). En base a estos hallazgos, las respuestas del jugador pueden depender de su interpretación sobre los entrenadores y de la información proporcionada, y esto podría influir en las respuestas de carga mental. Estas afirmaciones son coherentes con la influencia del entorno social en las respuestas hormonales durante este tipo de procesos entrenador-jugador (Cook & Crewther, 2014). Dichos autores demostraron que, la presencia de otras personas y su tamaño corporal durante una presentación de vídeo posterior a un partido, afectan a las respuestas de testosterona y cortisol de los jugadores. Concretamente, los niveles de cortisol (una hormona relacionada con el estrés) aumentan en presencia de extraños, mientras que la presencia de grandes extraños o amigos optimiza las respuestas de testosterona. Así pues, el entorno social del grupo (resiliencia, problemas internos, etc.) y la percepción que los jugadores tienen de los entrenadores (clima social, competencia percibida, etc.) podrían explicar esta influencia de la instrucción de ánimo general en las respuestas mentales.

También planteamos la hipótesis de que la instrucción de ánimo general aumentaría la carga física interna y externa de las prácticas de fútbol. Los resultados del presente estudio sugieren que las cargas físicas internas aumentaron debido al uso de la instrucción de ánimo general. Otros autores (Brandes & Elvers, 2017; Rampinini et al., 2007) mostraron previamente un aumento de la frecuencia cardíaca, los niveles de lactato y el RPE, también con el uso de la instrucción de ánimo general. En el presente

estudio, las variables físicas externas mostraron en general valores más altos en ciertas prácticas (T3, T4, T5) y otras variables (distancia minuto y velocidad media) en la sesión P-C en comparación con la sesión A-C. Por el contrario, otras tareas (T1, T2) y variables (principalmente velocidad máxima) mostraron valores más altos para la carga física externa en la sesión A-C en comparación con la sesión P-C. También hubo una falta de acuerdo con estudios anteriores sobre la influencia del comportamiento de los entrenadores en la carga externa (Brandes & Elvers, 2017; Van Hoye et al., 2015). En ausencia de incrementos en los valores de carga externa, los aumentos de la carga física con instrucción de ánimo general podrían explicarse por un aumento de las percepciones de esfuerzo debido a los efectos de la fatiga mental. Mason et al. (2020) informaron sobre el impacto que los entrenadores podrían tener en las respuestas mentales de los jugadores a través de la retroalimentación. Específicamente, Dixon et al. (2017) indicaron que los jugadores de fútbol percibían la retroalimentación de los entrenadores como un proceso de juicio, y también informaron que las situaciones estresantes podían aumentar el metabolismo de la glucosa y la contribución del metabolismo anaeróbico. Según Van Cutsem, Marcora, et al. (2017), esto podría explicar el aumento de las percepciones del esfuerzo debido a los efectos de la fatiga mental. Este mecanismo probablemente esté causado por la acumulación de adenosina extracelular en el cerebro tras una tarea de esfuerzo mental. Por otro lado, los resultados en la carga externa sugieren que este tipo de carga podría estar determinada por otras estrategias futbolísticas, como el tamaño del campo, el número de jugadores implicados, o la complejidad técnico-táctica de la tarea, de forma que tareas con menor tiempo efectivo de práctica podrían disminuir la carga externa. Específicamente, el tiempo efectivo de práctica podría verse potencialmente perjudicado debido al comportamiento de los entrenadores. Mason et al. (2020) discutieron el momento de la retroalimentación, y un

entrenador informó que los entrenadores con frecuencia se olvidan de desarrollar la tarea mientras proporcionan retroalimentación. Cuando los entrenadores dan un descanso de la tarea para proporcionar feedback, esta situación reduce el tiempo efectivo de práctica, y podría causar una disminución de la carga externa. En el presente estudio, la instrucción de ánimo general se administró durante la práctica (sin necesidad de un descanso). Otra posible explicación de estos resultados es la influencia negativa de la fatiga mental en el rendimiento técnico-táctico (Badin et al., 2016), que podría aumentar el número de errores y disminuir el tiempo efectivo de práctica.

Artículo 5

Díaz-García, J., Ponce-Bordón, J.C, Moreno-Gil, A., Rubio-Morales, A., López-Gajardo, M. A., García-Calvo, T. (2023). Influence of scoring systems on mental fatigue, physical demands, and tactical behavior during soccer large-sided games. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), 2087. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032087>

Objetivos específicos

Existen muchas limitaciones cuyos efectos deben analizarse. El presente estudio se centra en cómo influye el sistema de puntuación en las respuestas físicas, mentales y técnico-tácticas de los jugadores de fútbol durante las Large Sided Games (LSG). Esta limitación se ha examinado porque se utiliza ampliamente durante el entrenamiento de fútbol; los entrenadores a veces modifican los sistemas de puntuación estándar, estableciendo un valor doble para goles específicos. El presente estudio tuvo como objetivo comparar los efectos del sistema de puntuación normal con los efectos de un sistema de puntuación modificado aplicado durante dos tiempos diferentes: a) valor doble (x2) de los goles marcados dentro de los 4 min finales de la tarea, y b) valor doble (x2) de los goles marcados dentro de los 8 min finales de la tarea. Un estudio previo ha sugerido que aumentar el valor de los goles en la parte final de la tarea incrementa la carga mental y la fatiga en Small Sided Games (García-Calvo et al., 2019). Sin embargo, este estudio no tuvo en cuenta la LSG ni el comportamiento táctico. Otro estudio ha sugerido que la puntuación de los partidos puede aumentar el perfil de actividad y los intentos de habilidad de los jugadores, pero no se ha probado si esto ocurre durante la LSG (Sullivan et al., 2014). Basándonos en estudios anteriores (García-Calvo et al., 2019; Sullivan et al., 2014), planteamos la hipótesis de que los cambios en el sistema de puntuación aumentarían las demandas mentales y la fatiga

mental de los jugadores (Hipótesis 1), así como sus demandas físicas (Hipótesis 2), y provocarían cambios en los comportamientos técnico-tácticos de los jugadores (Hipótesis 3).

Método

Muestra

Participaron en el estudio un total de 18 jugadores de fútbol ($M = 17.39 \pm DT = 1.04$) que competían en la Primera División Nacional española sub-18. Los jugadores tenían una experiencia media de 9.31 ± 2.51 años jugando al fútbol y entrenaban 4 días a la semana. Todos los jugadores (o sus padres, en el caso de los jugadores sub-18) firmaron un consentimiento informado antes del inicio del estudio. Se animó a los jugadores a evitar el consumo de cafeína 1 hora antes del entrenamiento, y de creatina durante el estudio, debido a sus efectos ergogénicos sobre la fatiga mental.

Instrumentos y variables

Polar Team Pro (Polar Electro, Finland, 2015). Para medir las demandas físicas durante las tareas de entrenamiento, se utilizó este sistema GPS. En concreto, los resultados fueron i) variables de carga interna: frecuencia cardiaca media y máxima; ii) variables de carga externa: velocidad media y máxima y distancia recorrida por minuto. Esta tecnología utiliza una concentración de señales de diferentes sensores de la marca Polar, que fue diseñada para el control de la actividad física en deportes colectivos como el fútbol. De hecho, actualmente es uno de los instrumentos más utilizados para este fin en el fútbol (Buchheit et al., 2018). La validez del sistema GPS fue reportada previamente (Huggins et al., 2020).

RPE. El RPE se utilizó para cuantificar la percepción del esfuerzo físico de los jugadores utilizando la escala CR-10. Esto se preguntó como: “¿Cuánto esfuerzo físico requirió la tarea?” El rango de respuestas incluía valores de 0 (nada cansado) a 10

(máximo nivel de agotamiento percibido). El uso y la precisión del RPE para este propósito se ha demostrado previamente en el fútbol (Impellizzeri et al., 2004). La RPE se registró inmediatamente después de finalizar el LSG.

NASA TXL. Para cuantificar la carga mental percibida por los jugadores de fútbol, se utilizó una adaptación del NASA TXL. Esta adaptación preguntaba sobre seis subescalas específicas: i) esfuerzo mental (i.e., “¿cuánto esfuerzo mental se requirió durante la tarea?”); ii) esfuerzo físico (i.e., “¿cuánto esfuerzo físico se requirió durante la tarea?”); iii) presión temporal (i.e., “¿qué presión de tiempo sintió debido al ritmo de la tarea?”); iv) satisfacción con el rendimiento (i.e., “¿en qué medida está satisfecho con su rendimiento durante la tarea?”); v) esfuerzo general (i.e., “¿cuánto esfuerzo general fue necesario?”); y vi) inseguridad (i.e., “¿en qué medida se sintió inseguro?”). El rango de respuestas incluía valores de 0 (ningún esfuerzo percibido) a 10 (máximo esfuerzo percibido) para cada ítem descrito. Estudios anteriores ya han utilizado este instrumento para cuantificar la carga mental en el fútbol (Díaz-García, Pulido, et al., 2021). El NASA-TXL se registró inmediatamente después de finalizar el LSG.

VAS. Se utilizó la Escala VAS100 para evaluar la percepción subjetiva de la fatiga mental por parte de los jugadores. Se indicó a los participantes que marcaran su estado actual percibido de fatiga mental en una línea de 0 (no perciben fatiga mental) a 100 (perciben la máxima fatiga mental). La precisión de esta escala ha sido previamente reportada en las calificaciones de fatiga mental de los atletas (Ishii et al., 2014; Pageaux & Lepers, 2018); en estudios de fútbol (Kunrath et al., 2020), y ha sido descrita como el instrumento más sensible para medir la fatiga mental en los atletas (Smith et al., 2019). La escala VAS se registró inmediatamente antes de comenzar el LSG y justo después de terminarlo.

Video Camera HDR-PJ30VE (Sony, Tokyo, Japan). Para registrar el comportamiento táctico de los jugadores, los investigadores filmaron las tareas de LSG utilizando una cámara de vídeo. Se analizaron los comportamientos tácticos de los jugadores, teniendo en cuenta: zona del campo donde se recuperaba la posesión (campo propio y contrario), zona del campo donde se perdía la posesión (campo propio y contrario), número de pases (campo propio y contrario), tiempo de posesión (campo propio y contrario), número de disparos (directamente fuera, córner, parada sin córner y gol) y zona de los disparos (dentro y fuera del área).

Diseño Experimental

Todos los procedimientos de investigación se llevaron a cabo de acuerdo con la Declaración de Helsinki y contaron con la aprobación del Comité de Ética para la Investigación con Seres Humanos (número de aprobación: 93/2020).

El estudio fue un diseño experimental realizado en un equipo real de fútbol de competición utilizando un diseño ecológico. Se realizaron tres situaciones diferentes de LSG (8 vs. 8 + porteros) sobre un césped artificial de 70 × 40 metros durante 12 min cada una. Hubo 48 h de recuperación entre los ejercicios de LSG (no se realizó ningún partido de competición entre ellos). Sólo cambió el sistema de puntuación entre los ejercicios de LSG. Las tres condiciones experimentales fueron (i) sistema de puntuación oficial (OSS; i.e., 1 gol = 1 gol durante todo el tiempo de la tarea); (ii) valor doble del gol en los últimos cuatro minutos (DVx4; i.e., 1 gol = 1 gol de 0.00 a 7.59 min, y 1 gol = 2 goles de 8.00 a 12.00 min); (iii) valor doble del gol en los últimos ocho minutos (DVx8; i.e., 1 gol = 1 gol de 0.00 a 3.59 min, y 1 gol = 2 goles de 4.00 a 12.00 min). El orden de las sesiones se seleccionó aleatoriamente para garantizar el diseño ecológico del estudio: así, DVx8, OSS y DVx4 se realizaron en primer, segundo y tercer lugar, respectivamente.

Antes del estudio, se celebró una sesión de familiarización para garantizar que todos los futbolistas comprendían los cuestionarios proporcionados. El programa de las sesiones experimentales fue el siguiente: (i) calentamiento de 8 minutos (i.e., carrera de baja intensidad y ejercicios de movilidad, dirigidos por el mismo investigador para todos los jugadores); (ii) los investigadores colocaron el GPS a los jugadores; (iii) se registró la pre-VAS; (iv) el LSG y la grabación de vídeo comenzaron al mismo tiempo; (v) inmediatamente después de los ejercicios de LSG, finalizó la grabación de vídeo, y se registraron la post-VAS, el RPE y el NASA TXL.

Análisis de datos

Los análisis se realizaron con el paquete estadístico SPSS versión 25.0. Los datos se presentaron como media \pm DT. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para comprobar la normalidad de los datos. La esfericidad se verificó mediante la prueba de Mauchly. Cuando no se cumplió el supuesto de esfericidad, se ajustó la significación de los cocientes F con el procedimiento de Greenhouse-Geisser. Si los datos no se distribuían normalmente, se utilizó la prueba de Wilcoxon para comprobar posibles diferencias entre las sesiones experimentales en cuanto a esfuerzo mental (i.e., NASA TXL), esfuerzo físico (i.e., variables del GPS) y percepciones (i.e., RPE), y comportamiento táctico. También se utilizó la prueba de Wilcoxon para comprobar posibles cambios en la fatiga mental subjetiva (i.e., VAS) de las sesiones pre a post experimentales. También se calculó un delta (Δ) de fatiga mental (i.e., fatiga mental subjetiva post-sesión - fatiga mental subjetiva pre-sesión). Las posibles diferencias en la Δ fatiga mental de los distintos protocolos experimentales se compararon mediante la prueba de Kruskal-Wallis. La significación estadística para todos los análisis se fijó en $p < .05$, $p < .01$ y $p < .001$.

Resultados

La comparación entre las diferentes situaciones de LSG para la carga mental y la física se muestra en la Tabla 13. Con respecto a la carga mental, DVx4 fue identificada por los jugadores como la situación más exigente desde el punto de vista mental ($p < .001$ y $p = .008$ en comparación con OSS y DVx8, respectivamente), físico ($p = .009$ y $p = .032$ en comparación con OSS y DVx8, respectivamente), temporal ($p < .001$ y $p = .042$ en comparación con OSS y DVx8, respectivamente) y general ($p < .001$ y $p = .006$ en comparación con OSS y DVx8, respectivamente). La DVx8 también se identificó como más exigente desde el punto de vista mental ($p = .008$), físico ($p = .026$), temporal ($p < .001$) y general ($p = .034$) que la OSS. Sin embargo, la satisfacción con el rendimiento fue significativamente mayor en OSS que en DVx4 ($p = .046$). No hubo diferencias significativas en esta variable entre OSS y DVx8 ($p = .069$), ni entre DVx4 y DVx8 ($p = .078$). Mientras tanto, la inseguridad fue significativamente menor en OSS que en DVx4 ($p = .039$), sin diferencias significativas en esta variable entre OSS y DVx8 ($p = .061$), ni entre DVx4 y DVx8 ($p = .034$). En cuanto a la fatiga mental, todas las situaciones provocaron un aumento significativo de la misma. Se observaron cambios significativos entre la fatiga mental previa y posterior en OSS ($p = .009$), DVx4 ($p < .001$) y DVx8 ($p < .001$). Además, DVx4 provocó aumentos significativamente mayores de la fatiga mental pre a post experimental que DVx8 ($p = .006$) y OSS ($p = .027$), mientras que DVx8 mostró aumentos significativamente mayores del protocolo pre a post experimental en esta variable que OSS ($p = .041$).

Tabla 13

Carga mental y fatiga reportada por los jugadores. Una comparación entre sesiones experimentales.

Variables	OSS	DVx4	DVx8	Comparación entre sesiones experimentales
Esfuerzo Mental	6.44 ± 2.44	8.36 ± 2.26	7.22 ± 3.12	a ***, b **, c **
Esfuerzo Físico	4.39 ± 1.19	5.19 ± 1.88	4.79 ± 2.24	a **, b *, c *
Presión Temporal	3.66 ± 1.87	5.91 ± 2.04	5.42 ± 1.39	a ***, b ***, c *
Satisfacción Rendimiento	6.87 ± 2.22	6.56 ± 2.01	6.71 ± 3.11	a *
Esfuerzo General	5.31 ± 1.16	6.12 ± 1.92	5.52 ± 2.03	a ***, b *, c **
Inseguro	6.04 ± 1.72	6.31 ± 1.99	6.12 ± 1.32	a *
Fatiga Mental	Pre 5.25 Post 5.32	Pre 5.19 Post 5.19	Pre 5.32 Post 8.29 ***	a **, b *, c *

* Nota. Los datos se presentaron como media ± DT. *** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$. a = diferencias significativas entre OSS y DVx4; b = diferencias significativas entre OSS y DVx8; c = diferencias significativas entre DVx4 y DVx8.

El esfuerzo físico realizado por los futbolistas durante las situaciones de LSG se muestra en la Tabla 14. DVx4 mostró los valores más altos de frecuencia cardíaca media (con diferencias significativas cuando se comparó con OSS ($p = .042$)), frecuencia cardíaca máxima (con diferencias significativas cuando se comparó con OSS ($p = .044$)), RPE (con diferencias significativas en comparación con OSS ($p = .009$) y DVx8 ($p = .031$)), distancia/minuto (con diferencias significativas en comparación con OSS ($p = .037$)), y velocidad media (con diferencias significativas en comparación con OSS ($p = .049$)). En todas estas variables, los valores de DVx8 fueron superiores a los observados en OSS (con diferencias significativas en frecuencia cardíaca máxima ($p = .042$) y velocidad máxima ($p = .027$)). La DVx8 mostró los valores más altos de velocidad máxima (con diferencias significativas al compararla con la OSS ($p = .019$)). En esta variable, los valores de DVx4 fueron significativamente superiores a los de OSS ($p = .025$).

Tabla 14

Esfuerzos físicos cubiertos y comunicados por los jugadores. Una comparación entre sesiones experimentales.

Variables	OSS	DVx4	DVx8	Comparación entre sesiones experimentales
Frecuencia Cardíaca Media	162.31 ± 15.18	169.71 ± 16.21	165.34 ± 18.33	a *
Frecuencia Cardíaca Máxima	184.31 ± 6.12	189.66 ± 4.88	188.91 ± 5.12	a *, b *
Ratio de esfuerzo percibido	5.01 ± 1.09	5.77 ± 1.87	5.29 ± 1.16	a **, c *
Distancia/Minuto	103.37 ± 8.99	108.34 ± 9.16	106.34 ± 9.31	a *
Velocidad Máxima	19.76 ± 1.96	22.68 ± 3.55	23.12 ± 2.21	a *, b *
Velocidad Media	10.65 ± 3.56	11.31 ± 4.39	11.04 ± 3.55	a *

* Nota. Los datos se presentaron como media ± DT. *** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$. a = diferencias significativas entre OSS y DVx4; b = diferencias significativas entre OSS y DVx8; c = diferencias significativas entre DVx4 y DVx8.

Los comportamientos tácticos de los jugadores para cada situación de LSG se muestran en la Tabla 15. Con respecto a la zona de recuperación de balones, se observó un mayor número de recuperaciones en el campo defensivo durante OSS ($p = .009$ en comparación con DVx4; y $p = .032$ en comparación con DVx8). Por el contrario, los resultados también mostraron una tendencia a recuperar más balones en el lanzamiento ofensivo en DVx4 y DVx8 en comparación con OSS ($p < .001$ y $p = .007$, respectivamente). Con respecto a la zona del campo en la que se perdió la posesión, DVx4 mostró un número significativamente mayor de pérdidas de posesión de balón en comparación con OSS ($p = .033$) y DVx8 ($p = .005$). Sin embargo, se produjo un número significativamente mayor de pérdidas de posesión del balón en el lanzamiento ofensivo en OSS en comparación con DVx4 ($p = .023$) y DVx8 ($p < .001$). De hecho, se observaron diferencias significativas en esta variable entre DVx4 y DVx8 ($p = .006$), con un valor más alto en DVx4. Con respecto al número de pases, durante DVx4, los jugadores realizaron un número significativamente menor de pases tanto en la fase

defensiva ($p < .001$ cuando se comparó tanto con OSS como con DVx8) como en la ofensiva ($p < .001$ cuando se comparó tanto con OSS como con DVx8), en comparación con los otros protocolos. Esto se reflejó de forma similar en el tiempo de posesión. Durante DVx4, hubo tiempos de posesión significativamente menores tanto en la fase ofensiva ($p < .001$ en comparación con OSS y DVx8) como en la defensiva ($p < .001$ en comparación con OSS y DVx8), en comparación con las otras situaciones. De hecho, DVx8 también mostró un tiempo de posesión significativamente menor en la fase ofensiva en comparación con OSS ($p < .001$). Con respecto a la zona de los tiros, durante DVx8, los jugadores mostraron una tendencia significativamente mayor a los tiros fuera del área en comparación con DVx4 ($p < .001$) y OSS ($p < .001$).

Tabla 15

Análisis del comportamiento táctico durante los partidos amplios. Una comparación entre sesiones experimentales.

Variables		OSS	DVx4	DVx8	Comparación entre sesiones
Zona del campo donde se recuperó la posesión	Campo propio	8.50	7.50	7.00	a *, b **
	Campo contrario	2.00	3.50	3.00	a ***, b **
Zona del campo donde se perdió la posesión	Campo propio	2.00	2.50	1.00	b *, c **
	Campo contrario	8.25	7.50	6.00	a *, b ***, c **
Número de pases	Campo propio	31.50	21.00	28.50	a ***, c **
	Campo contrario	20.00	11.00	21.00	a ***, c **
Tiempo de posición (s)	Campo propio	98.00	76.50	95.50	a ***, c **
	Campo contrario	70.75	26.50	57.50	a ***, b ***, c **
Disparos	Fuera (i.e., Saque de meta)	1.25	1.00	1.50	
	Corner (i.e., el portero o el defensor sacan el balón)	.75	1.50	.50	a **, c **
	Parada (blocaje o similar que no conlleva a un corner)	.50	.00	1.00	
Zona de disparos	Dentro del área	1.50	1.00	1.00	
	Fuera del área	1.75	2.00	3.50	b ***, c **

* Nota. Los datos se presentaron como media \pm DT. *** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$. a = diferencias significativas entre OSS y DVx4; b = diferencias significativas entre OSS y DVx8; c = diferencias significativas entre DVx4 y DVx8.

Discusión

El presente estudio tenía como objetivo comparar los efectos de tres sistemas de puntuación diferentes sobre las exigencias físicas y mentales y los comportamientos tácticos de los jugadores de fútbol durante el LSG. Los principales resultados de este estudio fueron que los tres sistemas de puntuación dieron lugar a diferentes demandas físicas y mentales y comportamientos tácticos. DVx4 y DVx8 dieron lugar a mayores demandas físicas y fueron más exigentes mentalmente y fatigantes que OSS. Los aumentos del esfuerzo físico y mental, y los cambios tácticos, en DVx4 fueron especialmente significativos, en comparación con DVx8. El análisis del comportamiento táctico mostró una tendencia hacia un juego más directo durante DVx4 y DVx8, en comparación con OSS.

En primer lugar, planteamos la hipótesis de que las adaptaciones en el sistema de puntuación aumentarían las exigencias mentales y la fatiga mental de los jugadores (Hipótesis 1). Los jugadores identificaron el DVx4 y el DVx8 como más exigentes y fatigosos mentalmente que el OSS. En particular, los futbolistas señalaron que el DVx4 era más exigente y fatigante mentalmente. Por lo tanto, la hipótesis 1 puede confirmarse. Los tres sistemas de puntuación utilizados en el estudio resultaron en aumentos significativos en la fatiga mental reportada por los jugadores después de todas las diferentes situaciones LSG. Esto está en línea con evidencias previas que sugieren que el fútbol es una actividad que fatiga mentalmente (Abbott et al., 2020; Nedelec et al., 2012; Thompson et al., 2020). Los procesos cognitivos (e.g., concentración o toma de decisiones) y emocionales (e.g., ansiedad) implicados en el fútbol parecen causar fatiga mental entre los jugadores (Kunrath et al., 2020). El mayor impacto del doble valor de los goles en el marcador final que el sistema oficial (i.e., 1 gol = 1 gol) podría explicar la presencia de mayores sentimientos de entropía (i.e., incertidumbre) entre los

jugadores, así como las mayores demandas mentales asociadas y la fatiga observada. Los valores más altos de demandas mentales y fatiga mental reportados por los jugadores durante DVx4 que durante DVx8 (aunque el impacto de los goles en estos partidos fue el mismo) pueden explicarse por la presión temporal de las tareas (Ponce-Bordón et al., 2022). Los autores explican que los jugadores sienten más exigencia mental y fatiga cuando aumenta la presión temporal. Una mayor presión temporal está relacionada con el estrés, la ansiedad y el control de los impulsos relacionados con mayores niveles de fatiga mental (Ponce-Bordón et al., 2022). En este caso, los jugadores dispusieron de más tiempo en DVx8 que en DVx4 para contrarrestar el impacto que un doble gol causó en el marcador final.

En segundo lugar, también planteamos la hipótesis de que los cambios en el sistema de puntuación aumentarían las exigencias físicas de los jugadores durante los ejercicios de LSG (Hipótesis 2). Los LSG influyeron en las exigencias técnico-tácticas del juego. Entonces, también hipotetizamos que las modificaciones en el sistema de puntuación causarían cambios en el comportamiento técnico-táctico de los jugadores (Hipótesis 3). Los resultados del presente estudio sugieren que las modificaciones realizadas en los sistemas de puntuación aumentaron significativamente las exigencias físicas del juego y provocaron una tendencia hacia un juego más directo durante DVx4 y DVx8, con respecto a OSS. Por lo tanto, las hipótesis 2 y 3 también pueden confirmarse. Estudios anteriores han sugerido que el marcador de un partido de fútbol influye en las exigencias físicas y técnico-tácticas del juego. Concretamente, el tiempo de juego mientras se va perdiendo parece reducir el tiempo de posesión de un equipo debido a que los equipos apuestan por un estilo de juego más directo (Lago-Peñas & Dellal, 2010). Esto concuerda con los resultados del presente estudio, en el que los jugadores pasaron menos tiempo en posesión y realizaron un menor número de pases,

tanto en el campo propio como en el contrario, cuando el impacto de un gol en el marcador fue mayor (i.e., DVx4 y DVx8). De forma similar a lo observado con las demandas mentales, los efectos de esta restricción sobre las demandas físicas y técnico-tácticas fueron mayores durante DVx4 que durante DVx8. Como hemos explicado anteriormente, la mayor presión temporal de esta tarea potencia los efectos mencionados de esta modificación del sistema de puntuación en comparación con la DVx8. Luego, estas adaptaciones provocan un cambio en el comportamiento táctico de los equipos, que intentan jugar de forma más directa. Este cambio en el comportamiento táctico impacta también en el esfuerzo físico, debido a la presencia de más espacio (i.e., más metros entre las líneas de jugadores) causado por el cambio en el estilo de juego para permitir a los jugadores cubrir más distancia y realizar un mayor número de esfuerzos de alta intensidad (Lago-Peñas & Dellal, 2010).

Trabajo Complementario 1

Ponce-Bordón, J. C., García-Calvo, T., López-Gajardo, M. A., Díaz-García, J., & González-Ponce, I. (2022). How does the manipulation of time pressure during soccer tasks influence physical load and mental fatigue? *Psychology of Sport and Exercise*, 63, 102253.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2022.102253>

Objetivos específicos

La información sobre la influencia del tiempo disponible en la fatiga puede mejorar el uso del tiempo por parte de los entrenadores, ya que el tiempo se utiliza ampliamente durante el entrenamiento de fútbol. Sin embargo, hasta donde sabemos, el tiempo disponible como una restricción no ha sido analizado en profundidad, y es necesaria más investigación. Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo determinar si tener más o menos tiempo para resolver las tareas de fútbol influye en la carga física y la fatiga mental. Siguiendo a Cardenas et al. (2015), se planteó la hipótesis de que menos tiempo disponible implicaría una mayor fatiga mental (Hipótesis 1) y una mayor carga física interna (Hipótesis 2a) y externa (Hipótesis 2b) que los escenarios de fútbol con más tiempo disponible.

Método

Participantes

Se realizó un análisis de potencia a priori, utilizando el programa informático G*Power 3.1.9.2 (Faul et al., 2007), para determinar el número de participantes necesarios (potencia del 95% a $p < .05$ y un tamaño del efecto medio de $d = .25$), basándose en los resultados comunicados por Díaz-García, Pulido, et al. (2021) y García-Calvo et al. (2021). El tamaño mínimo requerido de la muestra fue de 32 participantes. Un total de cuarenta y ocho jugadores de fútbol semiprofesionales ($M =$

22.41, $SD = 2.25$) participaron en esta investigación. Los jugadores eran miembros de tres equipos diferentes (dos equipos masculinos, $M = 22.90$, $SD = 5.60$; y un equipo femenino, $M = 21.94$, $SD = 6.20$), que realizaban tres sesiones de entrenamiento por semana (90-100 min por sesión) y jugaban un partido de competición cada semana (como mínimo) en una liga nacional oficial. Todos los jugadores tenían al menos 10 años de experiencia jugando al fútbol y no habían sufrido lesiones previas que limitaran su participación normal en la investigación. Todos los jugadores fueron advertidos de no tomar cafeína o creatina antes de las sesiones de entrenamiento de la investigación. Los procedimientos de este estudio fueron aprobados por el Comité Local de Ética (Universidad de Extremadura; número de protocolo: 93/2020). Antes de comenzar esta investigación, los participantes firmaron un consentimiento informado que explicaba los propósitos y los riesgos potenciales asociados con la participación en esta investigación. Todos los datos fueron tratados de acuerdo con las políticas de privacidad, ética y protección de la Asociación Americana de Psicología (2020).

Instrumentos

Polar Team Pro. Para evaluar la carga física de las tareas de entrenamiento, utilizamos el Polar Team Pro. Este sistema de GPS está basado en un sistema de concentración de señales de diferentes sensores de la marca Polar, diseñado para el control de la actividad física en deportes colectivos (Coutts & Duffield, 2010). En concreto, se midieron: la frecuencia cardíaca media y la frecuencia cardíaca máxima como variables de carga interna, y la distancia recorrida por minuto, la velocidad media, la velocidad máxima, y el número de sprints como variables de carga externa. Esta tecnología de seguimiento ha sido validada (Huggins et al., 2020), y es uno de los instrumentos más utilizados para la monitorización de la carga externa en escenarios futbolísticos (Buchheit et al., 2018; García-Calvo et al., 2019, 2021).

Valoración del Esfuerzo Percibido. Para evaluar la carga interna de los jugadores a través de sus percepciones de esfuerzo en las diferentes tareas, se midió el RPE utilizando la escala CR-10. Este instrumento incluye los siguientes valores: 0 (Descanso), 1 (Muy, muy fácil), 2 (Fácil), 3 (Moderado), 4 (Algo difícil), 5 y 6 (Difícil), 7, 8 y 9 (Muy difícil) y 10 (Máximo). La precisión de este procedimiento para el propósito descrito se ha demostrado en tareas de fútbol (Impellizzeri et al., 2004).

NASA-TXL. Para cuantificar las sensaciones subjetivas de carga mental, se utilizó una adaptación del cuestionario NASA-TXL. Las respuestas oscilaban entre 0 (no se percibía ningún esfuerzo) y 100 (se percibía el máximo esfuerzo). En esta adaptación, los jugadores valoraron diferentes aspectos relacionados con el fútbol: esfuerzo mental, esfuerzo físico, presión de tiempo, satisfacción con el rendimiento, esfuerzo general, inseguridad y esfuerzo para mantener la interacción con los compañeros de equipo. Este instrumento ha sido aplicado previamente con este fin en fútbol (Díaz-García, Pulido, et al., 2021; García-Calvo et al., 2019, 2021).

VAS. Para cuantificar las sensaciones subjetivas de fatiga mental se utilizó la VAS100. Las respuestas oscilaban entre 0 (no se percibía fatiga) y 100 (máxima fatiga percibida). Se ha comprobado la precisión de esta escala para medir la fatiga mental en el fútbol (Smith et al., 2017).

Antes de cada sesión, todos los jugadores se pusieron el GPS Polar Team Pro para registrar la carga física (Malone et al., 2017). Después de cada tarea, se administraron VAS, la adaptación de NASA-TLX y RPE para cada tarea por separado durante los periodos de descanso. Los jugadores tenían experiencia previa con estos instrumentos metodológicos y de evaluación, ya que se habían sometido a una medición inicial que no se tuvo en cuenta en el estudio para garantizar que comprendían todos estos aspectos.

Diseño

El diseño de la investigación fue cuasi-experimental. Se realizaron dos sesiones con las mismas cuatro tareas de entrenamiento: dos juegos de posesión, donde el objetivo era realizar un número previamente indicado de pases consecutivos, y dos partidos simulados con porteros y porterías tradicionales. Para comprobar el efecto del tiempo disponible, en una sesión se dispuso de más tiempo para resolver la tarea, mientras que en la otra sesión se dispuso de menos tiempo. En concreto, para manipular el tiempo disponible para resolver el objetivo de la tarea, utilizamos el marcador como una restricción (es decir, el resultado inicial o parcial de la tarea). En una sesión, los equipos empezaron perdiendo (2-0 o 0-2) y su tarea consistía en resolver esta situación. En la otra sesión, la tarea comenzaba con un empate (0-0) y, después de un tiempo previamente determinado, los entrenadores y el personal indicaban que el resultado era 2-0 o 0-2. A partir de ese momento, los equipos debían resolver la situación. A partir de ese momento, los equipos tenían que terminar la tarea para resolver esta situación (i.e., menos tiempo disponible que en la situación descrita anteriormente). La duración total de la tarea fue la misma en ambas sesiones. El orden del equipo que comenzó con un resultado desfavorable (i.e., perdiendo 2-0 goles) se contrabalanceó para evitar los efectos del aprendizaje sobre la carga. Hubo un tiempo de recuperación de 3 minutos entre las tareas 1 y 2, y de 5 minutos entre las tareas 3 y 4. Toda esta información se incluye en la Tabla 16. Los investigadores intentaron controlar el mayor número posible de variables para reducir el efecto de otras variables distintas del tiempo disponible en la fatiga mental producida por estas tareas. Por lo tanto, se indicó a los entrenadores que no proporcionaran comentarios ni ánimos durante las tareas, y los jugadores se agruparon de la misma forma entre las sesiones. Además, para controlar los posibles efectos de las variables contaminantes, las sesiones fueron supervisadas por un ayudante

de investigación que registró todos los imprevistos, problemas o información anecdótica adicional en un cuaderno de campo.

Tabla 16

Diseño de la intervención

Orden	Sesión con más tiempo disponible	Sesión con menos tiempo disponible
1	Posesión (4 vs 4). El gol se consigue con 5 pases consecutivos. Campo 30m x 20m. 5 min. Un equipo empieza perdiendo 2-0.	Posesión (4 vs 4). El gol se consigue con 5 pases consecutivos. Campo 30m x 20m. 5 min. Marcador empieza 0-0. En el minuto 5, un equipo pierde 2-0 independientemente del resultado anterior.
2	Posesión (4 vs 4). El gol se consigue con 5 pases consecutivos. Campo 30m x 20m. 5 min. Un equipo empieza perdiendo 2-0.	Posesión (4 vs 4). El gol se consigue con 5 pases consecutivos. Campo 30m x 20m. 5 min. Marcador empieza 0-0. En el minuto 5, un equipo pierde 2-0 independientemente del resultado anterior.

Tabla 16*Continuación*

3	Partido (8 vs. 8). Gol normal. Campo 70 m x 40m. 12 min. Un equipo empieza perdiendo 1-0.	Partido (8 vs. 8). Gol normal. Campo 70m x 40m. 12 min. Marcador empieza 0-0. En el minuto 7 un equipo pierde 1-0 independientemente del resultado anterior.
4	Partido (8 vs. 8). Gol normal. Campo 70 m x 40m. 12 min. Un equipo empieza perdiendo 1-0.	Partido (8 vs. 8). Gol normal. Campo 70m x 40m. 12 min. Marcador empieza 0-0. En el minuto 7 un equipo pierde 1-0 independientemente del resultado anterior.

Análisis de datos

El programa estadístico SPSS 25.0 se utilizó para el análisis de los datos. En primer lugar, para comprobar la normalidad de los datos, se realizó una prueba de Shapiro-Wilk. Además, se realizó un análisis previo de los datos, utilizando el género como factor, para evitar la posible influencia del género en los resultados. No se observaron diferencias entre los equipos masculinos y femeninos en las variables de estudio. Todos los resultados se presentan como medias (M) \pm desviación estándar (DE). Para comprobar los efectos del tiempo disponible sobre la carga física y la fatiga mental, se realizó una prueba t entre todas las variables, comparando la tarea con más tiempo disponible (i.e., todo el tiempo de la tarea para resolver la situación) frente a la misma tarea con menos tiempo disponible (i.e., parte del tiempo de la tarea para

resolver la situación). Para seguir analizando esta limitación en función del tipo de tarea, toda esta información se analizó por separado para los juegos de posesión y los partidos simulados. Además, se realizaron comparaciones del ES utilizando la d de Cohen (Cohen, 1988) y las inferencias basadas en la magnitud (MBI) con los siguientes umbrales (Batterham & Hopkins, 2006): trivial ($<0,2$), pequeño ($0,2-0,6$), moderado ($0,6-1,2$), grande ($1,2-2,0$) y muy grande ($>2,0$). Para evaluar la probabilidad de que un efecto sea mayor que la menor diferencia importante, se calculó el cambio más pequeño que merece la pena y se clasificó como 5 a 5%, muy incierto; 5 a 25%, incierto; 25 a 75%, posible; 75 a 95%, cierto; 95 a 99.5%, muy cierto; y $>99.5\%$, muy cierto.

Resultados

Carga y fatiga mental

La Tabla 17 muestra los resultados de la carga mental y la fatiga producidas por las tareas. La mayoría de estas variables mostraron valores más altos de esfuerzo mental y fatiga cuando aumentó la presión del tiempo. Concretamente, encontramos valores significativamente más altos de esfuerzo mental ($p = .007$; ES = .32) y físico ($p = .009$; ES = .39) y de presión de tiempo ($p < 001$; ES = .65) cuando había menos tiempo disponible en la tarea de posesión. De hecho, el esfuerzo general fue significativamente mayor en los partidos simulados en la condición de menos tiempo disponible ($p = .042$; ES = .370). Este resultado sugiere que los jugadores de fútbol percibieron las tareas con menos tiempo disponible como más exigentes mentalmente.

Tabla 17

Una comparación de la carga y la fatiga mental de acuerdo al tiempo disponible entre tareas

Variables		Posesión		Partido	
		Más tiempo	Menos tiempo	Más tiempo	Menos tiempo
Esfuerzo mental	M	60.49	69.10	68.31	72.98
	$\pm SD$	± 20.55	± 18.59	± 17.83	± 14.56
	t(p)	-3.50(**)		-1.81(.145)	
	ES	.32		.19	
	% (+/trivial/-)	99/0/1		87/0/13	
	QI	Muy cierto +		Incierto	
Esfuerzo físico	M	67.46	74.18	74.92	75.32
	$\pm SD$	± 19.53	± 11.73	± 11.33	± 12.01
	t(p)	-2.86(**)		-.81(.419)	
	ES	.39		.11	
	% (+/trivial/-)	100/0/0		80/0/20	
	QI	Muy cierto +		Incierto	
Presión Temporal	M	61.95	73.36	66.45	67.33
	$\pm SD$	± 16.45	± 15.08	± 14.91	± 17.14
	t(p)	-4.75(***)		.13(.919)	
	ES	.65		-.09	
	% (+/trivial/-)	100/0/0		33/0/67	
	QI	Muy cierto +		Incierto	
Satisfacción Rendimiento	M	66.69	66.56	68.00	71.94
	$\pm SD$	± 16.12	± 18.43	± 16.08	± 16.20
	t(p)	.34(.937)		-1.64(*)	
	ES	.03		.18	
	% (+/trivial/-)	60/0/40		87/0/13	
	QI	Incierto		Incierto	
Esfuerzo General	M	71.53	75.49	73.00	78.15
	$\pm SD$	± 18.94	± 12.77	± 14.99	± 11.60
	t(p)	-1.72(.140)		-2.74(*)	
	ES	.27		.37	
	% (+/trivial/-)	98/0/2		100/0/0	
	QI	Incierto		Muy cierto +	
Inseguridad	M	42.29	44.34	46.67	47.26
	$\pm SD$	± 24.32	± 22.56	± 24.44	± 24.47
	t(p)	-.83(.250)		-.34(.651)	
	ES	.05		.16	
	% (+/trivial/-)	63/0/37		83/0/17	
	QI	Incierto		Incierto	

Tabla 17

Continuación

Interacción	M	66.95	70.49	68.50	68.31
	$\pm SD$	± 17.15	± 20.57	± 17.45	± 22.87
	t(p)	-1.75(.059)		.07(.963)	
	ES	.06		-.09	
	%	66/0/34		24/0/76	
	(+/trivial/-) QI	Incierto		Incierto	
Fatiga mental	M	57.29	60.74	58.58	59.92
	$\pm SD$	± 24.88	± 17.95	± 22.63	± 18.37
	t(p)	-1.39(.178)		-.63(.601)	
	ES	.12		-.04	
	%	82/0/18		39/0/61	
	(+/trivial/-) QI	Incierto		Incierto	

Nota. * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$; ES = Tamaño del efecto; QI = Inferencia Cualitativa.

Carga física interna

La Tabla 18 muestra los resultados de la carga física interna de las tareas en términos de frecuencia cardiaca media y máxima y RPE. En los juegos de posesión y en las tareas de partido simulado, en las que había más tiempo disponible, la frecuencia cardiaca (media, $p < .01$, ES = .77; y máxima, $p < .01$; ES = .41 para los juegos de posesión; media, $p < .001$, ES = .97; y máxima, $p < .001$; ES = .54 para los juegos de partido) fue significativamente mayor según los resultados mostrados en la prueba t y el MBI. Por lo tanto, la frecuencia cardiaca fue mayor en condiciones neutras (i.e., más tiempo disponible) que en condiciones de tiempo limitado (i.e., menos tiempo disponible). Por el contrario, la RPE fue mayor en las tareas de juegos de posesión y partidos simulados con menos tiempo disponible ($p > .05$). Aunque no se observaron cambios significativos en la prueba t , es muy probable que se observara un cambio en el RPE durante la tarea de posesión cuando había menos tiempo disponible. Estos resultados indican que las percepciones subjetivas de esfuerzo físico de los jugadores fueron mayores tanto en los juegos de posesión como en los partidos simulados cuando

aumentó la presión del tiempo (i.e., menos tiempo disponible), aunque los esfuerzos físicos medidos a través de la frecuencia cardíaca fueron mayores cuando disminuyó la presión del tiempo (i.e., más tiempo disponible).

Tabla 18

Una comparación de valores internos acorde al tiempo disponible por tipo de tarea

Variables		Posesión		Partido	
		Mas tiempo	Menos tiempo	Más tiempo	Menos tiempo
Frecuencia cardíaca media	<i>M</i>	169.48	160.95	172.03	162.28 ±
	± <i>SD</i>	± 12.77	± 21.77	± 10.48	11.40
	<i>t(p)</i>	3.28(**)		8.58(***)	
	ES	-.77		-.97	
	% (+/trivial/-)	0/0/100		0/0/100	
	QI	Muy cierto -		Muy cierto -	
Frecuencia cardíaca máxima	<i>M</i>	181.71	177.21	186.45	181.51
	± <i>SD</i>	± 11.94	± 16.01	± 9.52	± 10.24
	<i>t(p)</i>	2.51(**)		5.42(***)	
	ES	-.41		-.54	
	% (+/trivial/-)	1/0/99		0/0/100	
	QI	Muy posible -		Muy cierto -	
RPE	<i>M ± SD</i>	7.10 ± 1.84	7.57 ± 1.39	7.62 ± 1.22	7.79 ± 1.32
	<i>t(p)</i>	-1.83(.094)		-1.42(.197)	
	ES	.28		.12	
	% (+/trivial/-)	98/0/2		84/0/16	
		QI	Muy cierto +		Incierto

Nota. * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$; ES = Tamaño del efecto; QI = Inferencia Cualitativa.

Carga física externa

Por último, la Tabla 19 muestra los datos obtenidos en la carga física externa por distancia/minuto, velocidad máxima y media, y número de sprints entre tareas. Las distancias/minuto significativamente más altas ($p < .001$; ES = 2.21 para los juegos de posesión; $p < .001$; ES = .62 para los juegos de partido) y las velocidades medias ($p < .001$; ES = 2.15 para los juegos de posesión; $p < .001$; ES = .65 para los juegos de partido) fueron confirmadas por la prueba *t* y el MBI tanto en los juegos de posesión como en los partidos simulados cuando la presión de tiempo era menor. La velocidad

máxima fue significativamente mayor en las tareas de posesión con menos presión de tiempo ($p < 0,001$; ES = 1.22), sin cambios significativos entre las condiciones en los partidos simulados. No se observaron diferencias significativas en el número de sprints entre condiciones en ninguna de las tareas. Estos resultados sugieren que las diferencias observadas entre las condiciones se producen en variables aeróbicas como la distancia/min y la velocidad media, con menos cambios en variables anaeróbicas como la velocidad máxima y el número de sprints.

Tabla 19

Una comparación de carga externa acorde al tiempo disponible por tipo de tarea

Variables	Posesión		Partido		
	Más tiempo	Menos tiempo	Más tiempo	Menos tiempo	
Distancia / minuto	M	97.55	82.15	101.95	95.38
	$\pm SD$	± 8.33	± 13.92	± 11.05	± 11.15
	t(p)	7.43(***)		5.02(***)	
	ES	-2.21		-.62	
	% (+/trivial/-)	0/0/100		0/0/100	
	QI	Muy cierto -		Muy cierto -	
Velocidad máxima	M	19.61	16.77	23.36	23.37
	$\pm SD$	± 2.46	± 2.46	± 2.76	± 2.74
	t(p)	5.86(***)		-17(.457)	
	ES	-1.22		.00	
	% (+/trivial/-)	0/0/100		51/0/49	
	QI	Muy cierto -		Incierto	
Velocidad media	M $\pm SD$	6.22 $\pm .50$	5.31 $\pm .89$	6.39 $\pm .64$	6.00 $\pm .68$
	t(p)	7.30(***)		4.90(***)	
	ES	-2.15		-.65	
	% (+/trivial/-)	0/0/100		0/0/100	
		QI	Muy cierto -		Muy cierto -
Sprints	M $\pm SD$.73 ± 1.20	.40 $\pm .90$	1.68 ± 1.87	1.95 ± 1.65
	t(p)	2.15(*)		-1.11(.215)	
	ES	.07		.19	
	% (+/trivial/-)	56/0/44		88/0/12	
		QI	Incierto		Incierto

Nota. * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$; ES = Tamaño del efecto; QI = Inferencia Cualitativa.

Discusión

Este estudio pretendía comprobar si el tiempo disponible de los futbolistas para resolver una tarea afecta a su carga mental y a su fatiga, así como a su carga de entrenamiento físico. Según los principales resultados del presente estudio, los jugadores de fútbol informaron de que las tareas con menos tiempo disponible eran más exigentes mentalmente. Además, cuando los jugadores tenían menos tiempo disponible para realizar las tareas, ellos incrementaban significativamente el RPE y descendía la frecuencia cardíaca y las distancias recorridas sin grandes cambios en los esfuerzos anaeróbicos. La hipótesis era que un menor tiempo disponible implicaría mayores valores de fatiga mental (Hipótesis 1). Aunque los valores de fatiga mental fueron más elevados tanto en los partidos de posesión como en los partidos simulados cuando disminuyó el tiempo disponible, no se observaron diferencias significativas entre las condiciones de tiempo disponible. Por lo tanto, la hipótesis 1 puede confirmarse. Los futbolistas consideraron que la tarea con menos tiempo disponible era significativamente más exigente desde el punto de vista mental, según los resultados obtenidos en la adaptación de la NASA-TXL. Como afirmaron Van Cutsem, Marcora, et al. (2017), la cognición y las emociones pueden causar demandas mentales en el deporte. En este caso, las demandas mentales producidas por un aumento de la presión del tiempo podrían conducir a un aumento de la complejidad cognitiva y la dificultad para controlar las emociones (i.e. el estrés o la frustración). De hecho, el diseño intrínseco de las tareas utilizadas, en las que el tiempo disponible se modificaba por un cambio en el estado del partido, puede provocar estados emocionales y cambios motivacionales en los jugadores (Englert et al., 2015). Como se ha explicado anteriormente, de acuerdo con la teoría del agotamiento del ego, las restricciones

incluidas en este diseño pueden causar un aumento significativo de la fatiga mental y perjudicar el rendimiento. En un estudio anterior, Sampaio et al. (2014) afirmaron que el estado del partido variaba el comportamiento colectivo de los jugadores de fútbol, y Ferraz et al. (2018) observaron un aumento en el ritmo cuando los jugadores tenían un tiempo limitado para revertir el marcador en partidos con pocos jugadores. Por lo tanto, la entropía de este cambio y la dificultad de estos nuevos comportamientos colectivos (i.e., la complejidad cognitiva) pueden aumentar la carga mental reportada por los jugadores. Aunque no se observaron diferencias significativas, los jugadores informaron de una mayor inseguridad e interacción cuando aumentó la presión del tiempo, lo que sugiere un posible papel de las emociones en los resultados descritos. Sin embargo, aunque la carga y la fatiga mental suelen estar asociadas, hay muchos factores que también pueden influir en la carga mental de los deportistas.

La fatiga mental podría depender de la dificultad de la tarea, el compromiso, el disfrute/aversión de la tarea o la duración de la tarea. Aunque en estas dos sesiones se utilizaron las mismas tareas, la presión temporal podría modificar cualquiera de estas variables, produciendo aumentos más pequeños de la fatiga mental que los resultados deseados según la carga mental informada. Por lo tanto, estos resultados sugieren que la presión del tiempo aumentó significativamente la carga mental declarada, que puede estar mediada por un aumento de la complejidad cognitiva y de las emociones. Sin embargo, el aumento de la fatiga mental asociado a esta limitación puede verse reducido por otros factores relacionados, como el compromiso (Van Cutsem & Marcora, 2021). Por el contrario, la frecuencia cardíaca media y la máxima mostraron valores significativamente superiores en las tareas con más tiempo disponible, mientras que la RPE fue mayor en las tareas con menos tiempo disponible. Se ha sugerido que un estado de partido negativo puede aumentar los esfuerzos físicos de los equipos

perdedores (Castellano et al., 2011; Sampaio et al., 2014). Sin embargo, también se ha demostrado que conocer la duración de la tarea puede disminuir los esfuerzos físicos de los jugadores porque desarrollan un perfil de esfuerzos para garantizar su rendimiento durante toda la tarea (Ferraz et al., 2018). Esta información sobre la duración de la tarea puede influir en los resultados obtenidos. Sin embargo, los resultados en RPE sugieren una influencia negativa de la carga mental y la fatiga en los esfuerzos físicos. En concreto, las percepciones de esfuerzo fueron mayores cuando hubo menos tiempo disponible, aunque las variables físicas internas (i.e., la frecuencia cardiaca media y máxima) fueron mayores cuando hubo más tiempo disponible. Van Cutsem, Marcora, et al. (2017) indicaron que los aumentos del RPE median la influencia negativa de la fatiga mental en el rendimiento físico deportivo. Según Marcora et al. (2009), estos valores significativamente más altos de fatiga mental pueden aumentar las percepciones de RPE, perjudicar el autocontrol y disminuir los esfuerzos físicos de los jugadores cuando disminuye el tiempo disponible. Con limitaciones de tiempo, la fatiga mental puede aumentar el RPE y, en consecuencia, disminuir el esfuerzo físico de los jugadores (e.g., la menor frecuencia cardiaca observada en la condición experimental). Por lo tanto, es esencial conocer cómo el tiempo disponible y la carga mental y la fatiga causadas por esta limitación afectan al rendimiento físico de los jugadores y a la sensación de esfuerzo físico. Por último, también planteamos la hipótesis de que menos tiempo disponible implicaría valores más altos de carga física externa (hipótesis 2b). Por el contrario, la distancia/minuto y la velocidad media disminuyeron significativamente cuando hubo menos tiempo disponible para resolver la tarea, sin cambios en la velocidad máxima (partidos insimulados) o sprints (en ambas tareas). Aunque en el párrafo anterior asociamos estos cambios a las conductas colectivas y al conocimiento de la duración de la tarea, estos resultados refuerzan la idea de la influencia de la fatiga

mental en el esfuerzo físico, ya que se ha demostrado que la fatiga mental influye en el rendimiento aeróbico sin modificar el rendimiento anaeróbico (Habay, Van Cutsem, et al., 2021). Por lo tanto, la carga mental y la fatiga causadas por esta restricción pueden reducir el esfuerzo físico de los jugadores durante estas tareas.

Trabajo Complementario 2

Díaz-García, J., Del Campo, V. L., Barbosa-Torres, C., González-Ponce, I., López-Gajardo, M.A., & García-Calvo (2023). Influence of punishments associated with tasks' outcomes in physical and mental efforts performed by semi-elite soccer players during training tasks. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, Under Review.

Objetivos específicos

En la actualidad, existen escasas pruebas sobre la contribución de la introducción de castigos asociados a los resultados de las tareas sobre la carga de trabajo físico y mental, así como sobre la fatiga mental percibida por los deportistas durante los programas de entrenamiento de los atletas. Como resultado, el papel de las emociones en el tratamiento de la experiencia ha sido frecuentemente excluido en el ámbito deportivo porque estas respuestas emocionales han sido percibidas como negativas por irracionales o instintivas (Hutto, 2012). Por lo tanto, sus efectos sobre las exigencias físicas y mentales del fútbol siguen sin estar claros. Esta información permite a los entrenadores disponer de datos contrastados sobre los efectos de los estímulos en la carga y la fatiga y utilizarlos en consecuencia, por ejemplo, Díaz-García, Pulido, et al. (2021) informaron de un aumento de la carga mental y física de los jugadores de fútbol durante una sesión de entrenamiento con estímulos verbales continuos proporcionados por el entrenador, en comparación con otra sesión con una actitud verbal pasiva del mismo entrenador. Los autores informaron que el uso de estímulo verbal causó aumentos significativos en la presión temporal (que puede estar relacionada con sentimientos de ansiedad o estrés) y la fatiga mental. Estos autores explicaron que los entrenadores son percibidos como jueces por los jugadores, y no recomiendan utilizar

esta limitación cerca de las competiciones buscando evitar los efectos negativos de la fatiga mental sobre el rendimiento.

Como se ha mencionado anteriormente, la pregunta de investigación del estudio era explorar los efectos del uso de castigos sobre la carga y la fatiga provocadas por las tareas de entrenamiento de fútbol. En conjunto, el objetivo de este estudio era doble: 1) explorar la relación entre los castigos (i.e., la restricción emocional) introducidos por los entrenadores y diferentes medidas físicas, mentales y oculares mostradas por los jugadores al realizar una sesión de entrenamiento con castigos asociados a los resultados de las tareas, y 2) comparar estas métricas de los jugadores al realizar otra sesión con las mismas tareas de entrenamiento pero sin introducir castigos tras ellas. Nuestra hipótesis era que las medidas físicas, mentales y oculares indicarían una mayor carga y fatiga tras los castigos asociados a los resultados de las tareas en comparación con la ausencia de castigos asociados a los resultados de las tareas.

Método

Participantes

Se realizó un análisis de potencia a priori, utilizando el software G*Power 3.1.9.2 (Faul et al., 2007), para abordar el número de participantes requeridos en el estudio para alcanzar un efecto verdadero asignando un 95% de potencia a $p < .05$, y un tamaño del efecto medio ($d = .50$) basado en los resultados reportados por estudios previos que analizan los efectos de diferentes restricciones sobre la carga y la fatiga en el fútbol (Díaz-García, Pulido, et al., 2021; García-Calvo et al., 2021). El tamaño mínimo requerido de la muestra fue de 34 participantes. En concreto, reclutamos a 40 jugadores de fútbol experimentados de dos equipos masculinos españoles ($M = 22.90$, $SD = 5.60$). En concreto, estos jugadores participaban en la tercera liga nacional española ($n = 20$), y en la primera liga nacional española sub-18 ($n = 20$). Todos los

participantes habían jugado al fútbol durante más de 10 años. Al inicio de este estudio, entrenaban cuatro sesiones por semana, con una duración de 90-100 minutos por sesión. Según el sistema de clasificación propuesto por Swann et al. (2014), los participantes eran jugadores de semi-élite porque competían a nivel nacional, pero no al máximo nivel de participación en el fútbol.

Además, 6 jugadores de fútbol de esta muestra de 40 participantes también realizaron la prueba inicial y final para el registro de las métricas oculares. Utilizamos un número reducido de participantes en esta prueba, debido a que esta prueba requiere mucho tiempo. El uso de un menor número de participantes nos permite evitar que los efectos de cada sesión sobre la carga física y mental y la fatiga pudieran desaparecer (i.e., la recuperación aguda) si los futbolistas esperaran mucho tiempo antes de comenzar la prueba ocular una vez finalizada la sesión. Todos los participantes tomaron parte voluntariamente en el estudio, dando su consentimiento informado previamente al inicio del mismo. El estudio se realizó según las normas éticas de investigación de la Universidad de acuerdo con la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el Comité Local de Ética de la Universidad (número de aprobación: 93/2020). Los participantes recibieron información general sobre el objetivo del estudio, pero desconocían las hipótesis.

Instrumentos

Sistema Polar Team Pro (Polar Electro, Finlandia, 2015). Polar Team Pro es un sistema GPS utilizado para cuantificar la carga física de las sesiones de entrenamiento en deportes de equipo. Esta tecnología utiliza sensores polares ofreciendo datos condicionales en tiempo real. En este estudio, se registraron la frecuencia cardíaca media y máxima, la distancia total, la velocidad media y el número de sprints. Para la

recogida de datos GPS se tuvieron en cuenta las recomendaciones de Malone et al. (2017).

Valoración del esfuerzo percibido. Para valorar la percepción del esfuerzo de los futbolistas, se utilizó la escala RPE (Impellizzeri et al., 2004). El RPE se corresponde con los valores de frecuencia cardiaca (Scantlebury et al., 2017). Estos valores de RPE oscilaron entre 0 (nada agotado) y 10 (agotamiento máximo).

NASA- TXL. Para cuantificar la carga mental se utilizó una adaptación del cuestionario NASA-TLX. Se preguntó a los futbolistas por el esfuerzo mental (i.e., “¿cuánto esfuerzo mental fue necesario durante la tarea?”), esfuerzo físico (i.e., “¿cuánto esfuerzo físico fue necesario durante la tarea?”), presión temporal (i.e., “¿qué presión temporal ha sentido debido al ritmo de desarrollo de la tarea?”), satisfacción con el rendimiento (i.e., “¿cómo de satisfecho está con su rendimiento durante la tarea?”), esfuerzo general (i.e., “¿cuánto esfuerzo general fue necesario?”), inseguridad (i.e., “¿cómo de insatisfecho se ha sentido?”) e interacción (i.e., “¿cómo de esforzada fue la interacción con sus compañeros de equipo durante la tarea?”) en una escala Likert de 0 (nada agotado) a 10 (agotamiento máximo). Este cuestionario fue utilizado en estudios previos sobre fútbol (García-Calvo et al., 2019; Ponce-Bordón et al., 2021). La consistencia interna (obtenida por el valor medio de estos dos tiempos) de esta escala fue aceptable ($\alpha = .78$) con una adecuada estabilidad temporal ($r = .89$).

VAS. La VAS100 es un instrumento para medir una característica o actitud que se cree que oscila a través de un continuo de valores clasificados de 0 (mínimo) a 100 (máximo). Se utilizó para cuantificar las percepciones de fatiga mental de los jugadores durante las tareas de entrenamiento: “¿cómo de fatigado mentalmente te sientes al realizar la última tarea?”. La investigación ha señalado esta medida como la más sensible para detectar niveles de fatiga mental (Smith et al., 2019).

Gafas de seguimiento ocular SMI 2w (SensoMotoric Instruments, SMI). Este dispositivo móvil proporcionó una grabación del comportamiento de la mirada de los futbolistas en tiempo real. Posteriormente, estas grabaciones se analizaron con el software SMI BeGaze (SensoMotoric Instruments, SMI), y se extrajeron diferentes métricas relacionadas con el comportamiento de la mirada de los futbolistas. El dispositivo de seguimiento ocular también garantizó que los participantes enfocaban inicialmente su mirada en la cruz central de la pantalla del ordenador, y antes de la aparición del estímulo en cada ensayo. En concreto, en este estudio se registraron el diámetro de la pupila y el número de sacadas y parpadeos realizados por los participantes. Así, se midió la latencia de las sacadas (i.e., el tiempo transcurrido entre la aparición del estímulo y el inicio de estos movimientos oculares) y su precisión. Estas mediciones se basaron en estudios anteriores, por ejemplo, para analizar la fatiga mental mediante métricas oculares (Bafna & Hansen, 2021).

Diseño

El estudio incluyó un diseño de investigación transversal en el que los participantes completaron dos sesiones de entrenamiento, separadas una semana de la otra, con las mismas cinco tareas planificadas por el equipo de investigación. Ambos entrenamientos se basaron en partidos de fútbol reducido para simular las exigencias de un partido de fútbol real, potenciando los cambios en los comportamientos tácticos de los jugadores, pero también las variaciones en su carga externa e interna (Hill-Haas et al., 2010). Variamos las condiciones de la tarea entre sesiones manipulando la presencia (i.e., la sesión de castigo o sesión P) o ausencia de castigos asociados a los resultados de cada tarea (i.e., la sesión de no castigo o sesión NP) (véase la Tabla 20). Los castigos fueron decididos por nueve expertos en la materia en una reunión previa: todos ellos eran profesores, tenían la licencia UEFA A y una experiencia mínima de 10 años

entrenando a clubes de alto nivel. Acordaron utilizar castigos de uso común que fueran representativos de los castigos utilizados como condicionantes en entrenamientos reales de fútbol con el objetivo de obtener datos útiles para entrenadores y equipos. Estas sesiones se contrabalancearon entre los dos equipos de fútbol para controlar los efectos de orden. Previamente al comienzo de ambas sesiones, se realizó un calentamiento de fútbol familiar de 20 minutos de duración. Este calentamiento fue el mismo antes de comenzar las dos sesiones. Hubo un tiempo de recuperación entre tareas de tres minutos.

Tabla 20*Descripción y orden de las tareas manipulando la presencia o ausencia de castigos*

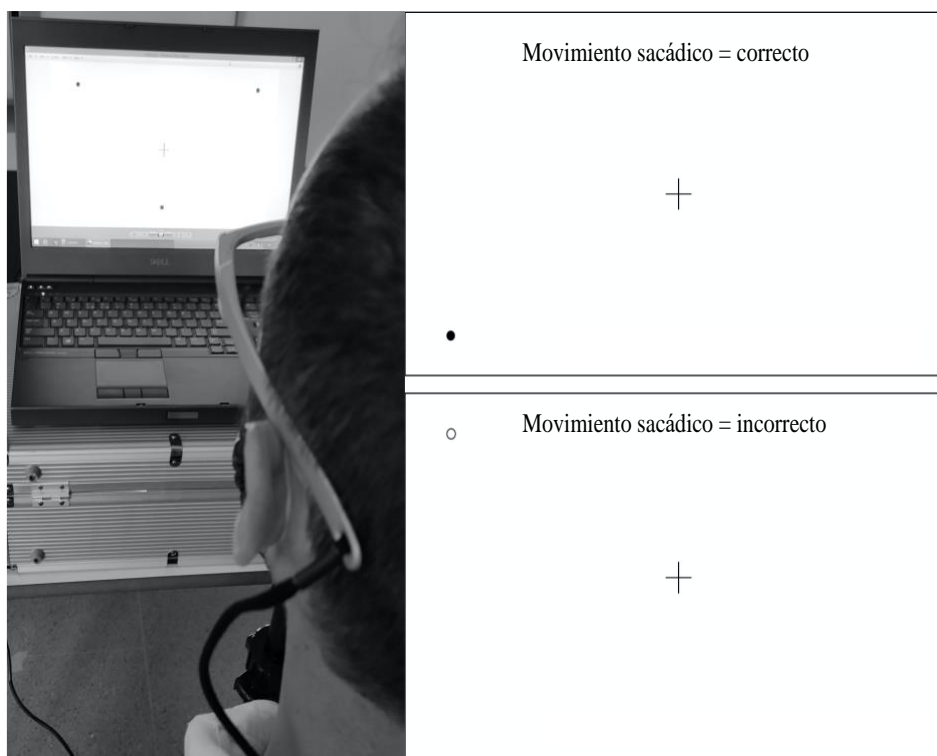
Tareas		P	NP
Tarea 1	Posesión no orientada. 4 vs. 4. Gol: 5 pases consecutivos. Tamaño 20 x 20 m. 5 min.	Equipo que pierde coge en hombros a los jugadores del equipo que gana	No castigo
Tarea 2	Posesión orientada. 4 vs. 4. Gol: cruzar una línea delimitada . Tamaño 20 x 20 m. 5 min.	Equipo que pierde 25 abdominales.	No castigo
Tarea 3	Posesión no orientada. 8 vs. 8. Gol: 8 pases consecutivos. Tamaño 50 x 30 m. 10 min.	Los jugadores del equipo que gana juegan tanda de penaltis y los jugadores del otro equipo realizan 10 min. carrera continua.	No castigo no penaltis.
Tarea 4	Posesión orientada. 8 vs. 8. Gol: cruzar una línea delimitada. Tamaño 50 x 30 m. 10 min.	“Paseillo” de collejas	No castigo
Tarea 5	Partido. 8 vs. 8. Tamaño 70 x 40 m. 12 min..	Equipo que pierde recoge material	Todos los jugadores recogen material

Nota. P = Sesión castigos; NP = Sesión sin castigos.

Las métricas oculares se midieron justo antes y después de cada sesión de entrenamiento en una sala cercana al campo de fútbol. Cada participante realizó 16 ensayos de una tarea modificada de "ir"/"no ir" sobre un estímulo visual periférico proyectado en una pantalla de ordenador, situada a 60 cm delante del participante. Los participantes debían fijarse inicialmente en una cruz central blanca. Tras un intervalo de tiempo de entre 2 y 5 s, aparecía un círculo de color durante 3 s en una de las cuatro esquinas de la pantalla del ordenador. El color del estímulo periférico se fijó aleatoriamente en blanco o negro. El color del estímulo visual determinaba si los participantes tenían que responder rápidamente moviendo la mirada hacia el círculo (i.e., la condición "ir") o manteniendo la mirada en la cruz central (i.e., la condición "no ir"). Es decir, los participantes tenían que realizar un movimiento ocular sacádico lo más rápido posible justo cuando percibían un círculo negro en una de las esquinas. En el caso de percibir un círculo blanco, los participantes tenían que mantener el desplazamiento de la mirada en la cruz central del ordenador; de lo contrario, la respuesta era incorrecta. Esta información se ha incluido en la Figura 10. Todos los participantes percibieron la misma secuencia aleatoria de ensayos, compuesta por cuatro círculos por esquina y ocho círculos blancos y negros. El orden de los ensayos entre la preprueba y la posprueba fue diferente para evitar sesgos de recuerdo.

Figura 10

Ejemplo de la tarea “ir” – “no ir”



Los jugadores utilizaron el tiempo de descanso entre las tareas de la sesión de entrenamiento para completar la VAS-100, la NASA-TLX y el RPE.

Análisis de datos

La prueba de Shapiro-Wilk reveló que los datos de la carga física y mental, la fatiga mental y las variables oculares no se distribuían normalmente. También se utilizó la interpretación visual de los histogramas para comprobar lo alejada que estaba la distribución de los datos de la distribución normal ideal de los valores. Por lo tanto, en este estudio se utilizaron análisis no paramétricos. La prueba U de Mann Whitney se utilizó para evaluar los efectos de los castigos (sesión P frente a sesión NP) después del entrenamiento sobre los esfuerzos físicos y mentales, pero también sobre las métricas oculares realizadas por los jugadores en cada tarea de entrenamiento. La prueba de Wilcoxon se realizó específicamente para comprobar las diferencias en las variables

oculares en la sesión P y en la sesión NP, antes y después del entrenamiento. Los niveles alfa para la significación estadística se fijaron en $p < .05$ para todos los análisis. El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico SPSS 25.0

Resultados

La Tabla 21 muestra una comparación de la carga física generada en cada tarea de entrenamiento al comparar ambas sesiones (entre sesión P vs sesión NP). En conjunto, todas las variables fueron sensibles a la manipulación del castigo ya que se encontraron algunas diferencias (e.g., $p = .02$ para la frecuencia cardiaca media, $p = .04$ para la distancia/minuto) excepto para el RPE que no mostró diferencias en ninguna tarea de entrenamiento entre sesiones ($p = .10$). Destacar que en aquellas tareas con diferencias significativas en las variables físicas, la sesión P mostró valores más altos en comparación con la sesión NP.

Tabla 21*Carga física interna y externa entre sesiones de entrenamiento y port areas*

Variables		Tarea 1		Tarea 2		Tarea 3		Tarea 4		Tarea 5		Media sesión	
		NP	P	NP	P	NP	P	NP	P	NP	P	NP	P
Frecuencia cardiaca media (latidos/min.)	<i>M</i>	156.54	158.85	158.70	160.94	160.02	163.43	158.27	161.56	160.70	164.33	156.62	157.22
	<i>SD</i>	±11.66	±12.22	±13.89	±29.04	±17.43	±14.14	±20.58	±12.88	±11.69	±14.04	±26.92	±33.57
	<i>Z (p)</i>	1.02 (.085)		3.06 (.020*)		2.99 (.022*)		2.96 (.022*)		3.03 (.015*)		2.99 (.016*)	
Frecuencia cardiaca máxima (latidos/min)	<i>M</i>	173.76	173.70	174.43	176.05	181.04	181.14	181.31	181.28	180.56	180.33	174.08	172.42
	<i>SD</i>	±18.94	±10.54	±14.03	±31.00	±9.86	±11.08	±13.59	±11.74	±11.09	±10.53	±29.50	±35.93
	<i>Z (p)</i>	.26 (.717)		3.06 (.014*)		.28 (.844)		.23 (.768)		.23 (.851)		.54 (.430)	
RPE	<i>M</i>	6.10	6.33	6.63	7.19	7.26	7.71	7.34	7.71	7.54	7.66	7.04	7.24
	<i>SD</i>	±1.72	±1.65	±1.63	±1.40	±1.80	±1.96	±1.30	±1.38	±1.36	±1.33	±1.63	±1.54
	<i>Z (p)</i>	.55 (.469)		1.02 (.141)		1.92 (.075)		.92 (.130)		.14 (.934)		1.04 (.097)	
Distancia/min. (m./min.)	<i>M</i>	84.51	88.95	86.38	99.43	93.47	100.59	86.40	94.17	86.65	95.38	90.85	131.36
	<i>SD</i>	±11.61	±11.57	±11.98	±21.86	±21.08	±20.78	±33.15	±25.34	±29.10	±17.88	±21.45	±29.24
	<i>Z (p)</i>	1.96 (.057)		4.57 (.000***)		3.96 (.000***)		4.31 (.000***)		4.19 (.000***)		2.14 (.037*)	
Velocidad máxima (Km./h.)	<i>M</i>	16.77	18.80	18.62	22.15	18.30	21.30	21.02	23.31	20.24	22.54	20.14	20.27
	<i>SD</i>	±3.31	±2.30	±3.18	±4.52	±2.31	±3.20	±2.07	±5.19	±6.61	±3.32	±5.06	±5.10
	<i>Z (p)</i>	3.25 (.005**)		4.08 (.000**)		3.02 (.016*)		2.65 (.033*)		2.57 (.033*)		.72 (.398)	
Velocidad media (Km./h.)	<i>M</i>	5.39	5.51	5.55	6.23	5.49	6.43	5.99	6.12	5.46	6.09	5.77	5.72
	<i>SD</i>	±.67	±.99	±.72	±1.36	±1.83	±1.04	±1.33	±.93	±1.82	±.56	±1.23	±1.52
	<i>Z (p)</i>	.62 (.304)		3.09 (.000***)		3.55 (.001**)		.51 (.517)		1.76 (.067)		.58 (.678)	
Número sprints	<i>M</i>	.62	1.03	.95	1.89	1.30	2.39	1.64	2.00	2.02	2.54	1.41	1.87
	<i>SD</i>	±.98	±1.36	±1.29	±1.91	±1.79	±2.44	±1.62	±2.21	±1.98	±2.38	±1.79	±2.04
	<i>Z (p)</i>	2.66 (.050*)		3.22 (.006**)		2.78 (.042*)		.68 (.394)		1.16 (.198)		1.52 (.074)	

Nota. P = Sesión castigos; NP = Sesión sin castigos; *** $p < .001$. ** $p < .01$. * $p < .05$.

La Tabla 22 muestra una comparación de las variables cognitivas reportadas por los futbolistas entre sesiones y específicamente para cada tarea de entrenamiento. Contrariamente a las variables físicas, los castigos no causaron ningún impacto en los esfuerzos mentales porque no se observaron diferencias significativas para la mayoría de las variables analizadas (e.g., $p = .12$ para la presión del tiempo, $p = .20$ para la fatiga mental), excepto para la inseguridad (tarea 4; $p < .001$), la interacción (tarea 3; $p = .03$) y la motivación (tarea 1; $p = .03$). En estas tareas, la sesión P volvió a mostrar valores más altos en comparación con la sesión NP. El valor medio de la motivación en todas las tareas de entrenamiento fue mayor en la sesión P que en la NP ($p = .03$).

Tabla 22

Carga mental y fatiga después de las tareas con y sin uso de castigos

Variables		Tarea 1		Tarea 2		Tarea 3		Tarea 4		Tarea 5		Media sesión	
		NP	P	NP	P	NP	P	NP	P	NP	P	NP	P
Esfuerzo mental	<i>M</i>	57.14	61.80	62.79	67.69	69.70	73.03	69.57	72.72	70.15	71.21	65.82	69.17
	<i>SD</i>	±19.30	±20.36	±18.51	±17.42	±20.34	±16.63	±16.60	±16.45	±17.74	±16.35	±19.04	±17.87
	<i>Z (p)</i>	1.46 (.240)		1.55 (.230)		.61 (.454)		.65 (.475)		.52 (.574)		1.98 (.051)	
Esfuerzo físico	<i>M</i>	51.34	53.33	55.44	61.09	62.05	65.39	61.72	64.79	63.18	65.91	58.70	61.94
	<i>SD</i>	±19.35	±21.11	±21.62	±19.08	±21.57	±20.00	±20.34	±20.80	±20.87	±18.56	±20.88	±20.29
	<i>Z (p)</i>	.52 (.661)		.69 (.463)		1.68 (.107)		1.32 (.209)		.46 (.626)		1.76 (.065)	
Presión temporal	<i>M</i>	57.00	58.89	60.14	64.85	64.26	67.58	64.29	67.42	63.79	67.12	61.87	65.06
	<i>SD</i>	±19.64	±22.30	±21.62	±17.52	±19.81	±15.72	±17.87	±18.21	±18.67	±15.66	±19.55	±18.22
	<i>Z (p)</i>	.51 (.644)		.72 (.432)		1.31 (.285)		.66 (.438)		.59 (.596)		1.45 (.117)	
Satisfacción rendimiento	<i>M</i>	61.11	62.00	61.76	64.12	65.29	66.97	62.86	67.73	68.64	67.63	63.87	65.65
	<i>SD</i>	±20.22	±19.18	±21.84	±21.86	±21.03	±13.86	±21.84	±14.37	±20.32	±16.11	±20.99	±17.34
	<i>Z (p)</i>	.16 (.979)		.19 (.931)		.26 (.892)		1.22 (.248)		.42 (.688)		.38 (.735)	
Esfuerzo general	<i>M</i>	61.29	63.47	63.24	67.50	68.97	71.97	67.00	71.67	67.58	70.30	65.58	68.88
	<i>SD</i>	±16.82	±22.55	±21.95	±15.34	±24.58	±15.76	±20.66	±16.33	±23.59	±15.91	±21.58	±17.57
	<i>Z (p)</i>	.70 (.481)		.49 (.639)		.66 (.355)		1.52 (.158)		.46 (.682)		.91 (.093)	
Insatisfacción	<i>M</i>	36.14	41.38	41.32	43.82	41.67	41.67	42.88	50.91	50.24	52.44	42.37	44.49
	<i>SD</i>	±23.70	±24.10	±23.97	±27.88	±24.77	±21.57	±25.77	±25.52	±22.26	±22.79	±24.26	±25.67
	<i>Z (p)</i>	.89 (.266)		.49 (.580)		.09 (.999)		4.06 (000***)		.52 (.557)		1.18 (.145)	
Interacción	<i>M</i>	54.71	56.11	56.91	59.71	57.21	63.64	59.14	63.64	58.53	63.03	57.25	61.12
	<i>SD</i>	±23.98	±24.32	±23.19	±25.76	±21.85	±23.59	±23.09	±23.99	±23.90	±23.08	±22.99	±24.08
	<i>Z (p)</i>	.56 (.505)		.16 (.952)		3.25 (.027*)		1.75 (.135)		.45 (.607)		1.79 (.062)	

Nota. P = Sesión castigos; NP = Sesión sin castigos; *** $p < .001$. ** $p < .01$. * $p < .05$.

Tabla 22*Continuación*

Fatiga mental	<i>M</i>	47.29	49.16	50.44	53.24	56.91	58.03	59.14	63.64	55.00	58.79	53.68	55.74
	<i>SD</i>	±21.40	±22.38	±23.24	±21.63	±19.81	±20.95	±23.09	±23.99	±26.72	±21.18	±22.62	±22.04
	<i>Z (p)</i>	.61 (.418)		.65 (.386)		.18 (.988)		.52 (.532)		.52 (.533)		1.33 (.201)	
Motivación	<i>M</i>	48.47	57.57	54.71	62.21	60.74	64.55	61.86	65.61	64.39	68.48	57.91	63.60
	<i>SD</i>	±20.76	±19.64	±23.29	±24.00	±23.71	±22.09	±22.17	±25.43	±25.30	±20.41	±23.51	±22.43
	<i>Z (p)</i>	3.19 (.026*)		.61 (.487)		.84 (.300)		1.02 (.153)		.35 (.869)		2.94 (.034*)	

Nota. P = Sesión castigos; NP = Sesión sin castigos; *** $p < .001$. ** $p < .01$. * $p < .05$.

La Tabla 23 muestra que los futbolistas mostraron, tras el entrenamiento, un número significativamente mayor de parpadeos y un diámetro pupilar medio con la sesión NP en comparación con la sesión P ($p < .001$). Por el contrario, durante esta última sesión los participantes realizaron un mayor número de movimientos oculares sacádicos ($p < .001$), la velocidad media de las sacadas ($p < .001$), y mostraron una mayor latencia de las sacadas que en la sesión NP ($p < .01$).

Tabla 23*Comparación de medidas oculares realizadas por los participantes entre sesiones*

Variables		NP		P		Entre sesiones
		Pre	Post	Pre	Post	
Latencia sacádica	<i>M</i>	297.33	342.67	331.67	350.00	<i>p</i> = .009**
	<i>SD</i>	±75.14	±102.62	±95.10	±99.08	
	<i>Z (p)</i>	4.01 (.000***)		2.19 (.02*)		
Precisión del sacádico	<i>M</i>	.83	.87	1.00	.96	<i>p</i> = .074
	<i>SD</i>	±.37	±.34	±.00	±.20	
	<i>Z (p)</i>	1.01 (.40)		3.39 (.004**)		
Diámetro pupila	<i>M</i>	2.97	2.83	2.58	2.57	<i>p</i> = .000***
	<i>SD</i>	±.44	±.37	±.31	±.30	
	<i>Z (p)</i>	3.65 (.000***)		.91 (.49)		
Velocidad del sacádico	<i>M</i>	143.78	133.23	135.81	165.04	<i>p</i> = .000***
	<i>SD</i>	±110.72	±13.17	±29.33	±38.38	
	<i>Z (p)</i>	1.66 (.19)		4.51 (.000**)		
Número de sacádicos	<i>M</i>	54.97	59.37	89.50	75.75	<i>p</i> = .000***
	<i>SD</i>	±16.33	±20.19	±90.87	±63.98	
	<i>Z (p)</i>	3.99 (.000***)		4.14 (.000***)		
Número de parpadeos	<i>M</i>	1.77	6.03	3.25	1.54	<i>p</i> = .000***
	<i>SD</i>	±1.36	±4.30	±4.16	±1.27	
	<i>Z (p)</i>	6.47 (.000***)		5.16 (.000***)		

Nota. P = Sesión castigos; NP = Sesión sin castigos; *** *p* < .001. ** *p* < .01. * *p* < .05.

Cuando esta comparación se realizó dentro de cada tipo de sesión (i.e., comparando el pre-entrenamiento frente al post-entrenamiento para la sesión NP y la sesión P), también se encontraron algunas diferencias significativas. Por ejemplo, los jugadores de fútbol mostraron mayores retrasos en las sacadas durante el post-entrenamiento en comparación con el pre-entrenamiento ($p < .001$ para la sesión NP; $p = .02$ para la sesión P). Un resultado que sólo se encontró durante la sesión NP fue que los jugadores mostraron un mayor diámetro pupilar medio antes del entrenamiento en comparación con después del mismo ($p < .001$). Para la sesión P, se produjeron dos hallazgos específicos porque los valores medios de velocidad ($p < .001$) y precisión de las sacadas ($p < .01$) fueron mayores durante la prueba ocular realizada antes del entrenamiento en comparación con la prueba después del entrenamiento. Por último, los jugadores lograron un mayor número de sacadas ($p < .001$) y parpadeos ($p < .001$) durante el post-entrenamiento en comparación con el pre-entrenamiento en la sesión NP, aunque, los participantes realizaron un gran número de estas métricas oculares durante el pre-entrenamiento en comparación con el post-entrenamiento.

Discusión

El objetivo de este estudio era evaluar los efectos de la introducción de castigos en los esfuerzos físicos y mentales de los jugadores de fútbol tras las tareas de entrenamiento. Para ello, los jugadores realizaron dos sesiones diferentes con los mismos partidos de fútbol reducido para promover conductas tácticas. Sin embargo, una sesión incluyó los castigos asociados a los resultados de la tarea (sesión P), y otra evitó el uso de esta restricción emocional (sesión NP). Los principales resultados del estudio fueron que los castigos provocaron aumentos significativos de la carga física y mayores esfuerzos basados en las métricas oculares, mientras que los castigos no tuvieron efectos sobre la carga mental y la fatiga percibida.

Los resultados revelaron que la presencia de castigos durante el entrenamiento aumentó los esfuerzos físicos de los jugadores, mostrando valores más altos en la mayoría de las variables relacionadas con la carga física durante la sesión P en comparación con la sesión NP. Estos resultados eran los esperados en la hipótesis. A modo de ejemplo, los jugadores alcanzaron: i) un mayor pico de velocidad en todas las tareas de entrenamiento realizadas, ii) una mayor frecuencia cardíaca media y distancia total/minuto realizada en cuatro de las cinco tareas, y iii) mayor número de sprints en tres de las cinco tareas. Estos hallazgos son congruentes con la suposición de que los castigos utilizados durante el entrenamiento podrían aumentar los esfuerzos de los jugadores para satisfacer el esfuerzo de las tareas (Kinoshita et al., 2020). Estudios anteriores mostraron que los esfuerzos físicos de los jugadores eran sensibles a otras limitaciones como el tamaño del terreno de juego (Dellal et al., 2012) o el número de jugadores (Sampaio et al., 2014). En concreto, los castigos utilizados en este estudio provocaron que los participantes reforzaran sus esfuerzos físicos para escapar de las consecuencias de la aplicación del castigo en caso de perder las tareas (i.e., si el otro grupo logra el objetivo de la tarea, entonces, se debe ejecutar un ejercicio físico extra). Esto es similar a los hallazgos de un estudio previo realizado en el marco ecológico-dinámico, que sugería que una puntuación adversa también aumentaba los esfuerzos físicos de los jugadores (García-Calvo et al., 2019). Se sugiere que los jugadores de fútbol aumentan sus demandas físicas en escenarios específicos de juego para evitar consecuencias negativas o por la incertidumbre del resultado. Esto supone también un avance en el conocimiento de la ecodinámica, debido a que esta restricción puede ser utilizada por los entrenadores cuando pretendan aumentar las demandas físicas de las tareas. De hecho, es la primera evidencia que concluye que este tipo de restricción

emocional asociada a los resultados de las tareas implicó una mayor carga física para los jugadores de fútbol en comparación con aquellas tareas de entrenamiento sin castigos.

Intrínsecamente, este mayor esfuerzo físico realizado por los jugadores durante las tareas que incluían castigos no fue percibido como más fatigante por ellos porque no se encontraron diferencias para la mayoría de las variables de carga mental y fatiga. Esto no era lo esperado en la hipótesis del estudio. Contrariamente a los resultados observados, Díaz-García, Pulido, et al. (2021) encontraron que los jugadores de fútbol aumentaron sus valores de satisfacción con el rendimiento, esfuerzo mental y valores de RPE, y disminuyeron los niveles de inseguridad cuando se enfrentaron a intervenciones de estímulo de los entrenadores. Del mismo modo, García-Calvo et al. (2019, 2021) mostraron que el estado de fatiga mental en los jugadores de fútbol se veía influido por las modificaciones del sistema de puntuación en los partidos de campo reducido y por el número de pases en los partidos de posesión. Como excepción, el valor medio de motivación para el total de tareas de entrenamiento fue significativamente mayor en la sesión P en comparación con la sesión NP. Sugerimos que estos mayores valores de motivación asociados a la aplicación del castigo pueden influir en la ausencia de cambios en los resultados de esfuerzo mental y fatiga entre sesiones de entrenamiento (aunque realizaron un mayor esfuerzo físico durante la sesión P) (Kerr et al., 2020). Este es un avance en la teoría ecológico-dinámica, debido a que los entrenadores pueden utilizar esta restricción para aumentar el compromiso de los jugadores en la tarea.

Razonamos que los castigos utilizados en este estudio tenían un impacto limitado en las variables de carga mental y fatiga porque no eran percibidos por los jugadores como un refuerzo negativo que implicaba quitarles un estímulo deseable después de no lograr el objetivo de la tarea (e.g., no realizar la siguiente tarea de entrenamiento después de perder la anterior). De hecho, diseñamos los castigos como

una estrategia, a nivel emocional, para comprometer a los jugadores hacia la consecución de los objetivos de las tareas en lugar de una estrategia para inducirles a un estado emocional aversivo como resultado de una amenaza (e.g., la emoción negativa como la ansiedad) (Eysenck & Calvo, 1992). Para ello, los entrenadores proporcionaron los objetivos y las consecuencias de no alcanzarlos en sus instrucciones iniciales. En este marco, los participantes aprendieron que la mejor forma de evitar un esfuerzo físico adicional después de cada tarea sería ganar el partido de lado pequeño contra el otro grupo (es decir, realizar conductas dirigidas a objetivos con mayores cantidades de esfuerzo físico).

Sin embargo, la mayoría de las métricas oculares medidas en los jugadores se vieron afectadas por la aplicación del castigo, como se esperaba en la hipótesis. Utilizamos los movimientos oculares en este estudio como un indicador objetivo fiable de la carga mental. Los resultados revelaron que las métricas oculares de los jugadores de fútbol se vieron influidas de forma diferente por la aplicación del castigo, ya que se encontraron diferencias específicas en cada sesión de entrenamiento. También se encontraron resultados diferenciados para la latencia sacádica, la precisión de las sacadas, el diámetro pupilar, la velocidad de las sacadas, el número de sacadas y los parpadeos al comparar ambas sesiones después del entrenamiento. Por lo tanto, las métricas oculares se vieron influidas por la aplicación del castigo durante el entrenamiento de fútbol. Estudios previos (Vater et al., 2016; Wilson et al., 2009) informaron que la restricción emocional de la ansiedad influyó en los comportamientos visuales de los jugadores de fútbol, realizando fijaciones visuales más largas en lugares específicos en condiciones de alta ansiedad. En concreto, los lanzadores de penaltis realizaban fijaciones más largas en el portero (Wilson et al., 2009), o los jugadores habilidosos mostraban una disminución del número de fijaciones (Vater et al., 2016), en

condiciones de alta ansiedad en comparación con situaciones de baja ansiedad. Los resultados sugieren que el indicador objetivo de carga mental se incrementó, por lo tanto, los entrenadores pueden tener cuidado de utilizar esta limitación cerca de las competiciones.

Los futbolistas realizaron un menor número y velocidad de sacadas, y una mayor latencia de sacadas tras realizar la sesión P, en comparación con los valores iniciales antes de comenzar esta sesión. También mostraron un menor número de parpadeos al comparar los valores antes frente a después de la sesión P, y la sesión P frente a la sesión NP. Estos datos parecen apuntar a un aumento de la carga mental de los jugadores al realizar tareas durante la sesión P frente a la sesión NP. Por ejemplo, Bachurina y Arsalidou (2022) mostraron que una disminución de la velocidad sacádica y de la tasa de parpadeo se relacionaba con mayores demandas atencionales y negativamente con la autocalificación de los esfuerzos mentales, o que se observó una disminución de la velocidad de las sacadas en jugadores de fútbol habilidosos después de realizar un esfuerzo físico agotador en relación con el estado pretest (Zwierko et al., 2019).

Tras el entrenamiento, los participantes mostraron un mayor número y velocidad de sacadas al realizar la sesión P, en comparación con la sesión NP. Estas métricas oculares parecerían indicar que los castigos crearon un estado de alerta en los jugadores durante las tareas de la sesión para evitar su aplicación, lo que resultó en valores más altos en este movimiento sacádico ocular al realizar la prueba ocular después de realizar la sesión de entrenamiento. Los jugadores también mostraron un menor diámetro pupilar en la sesión P en comparación con la sesión NP, y se observó una disminución en la precisión de las sacadas desde antes hasta después de la sesión P. Argumentamos que los participantes realizaron las tareas de la sesión P con un mayor esfuerzo físico

para evitar la aplicación del castigo, pero al hacerlo, su eficiencia de procesamiento se vio perjudicada al realizar la prueba ocular, lo que resultó en un aumento de la tasa de error de las sacadas. Previamente, la Teoría de la Eficiencia de Procesamiento afirmaba que la eficiencia de ejecución disminuiría en los participantes expuestos a condiciones de alta ansiedad en relación con situaciones de baja ansiedad (Eysenck & Calvo, 1992). En cuanto a la disminución de los diámetros pupilares con la sesión P en comparación con la sesión NP, afirmamos que los tamaños pupilares más pequeños reflejarían un rendimiento deficiente en la tarea (Hopstaken et al., 2016).

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Capítulo 5 – Discusión y conclusiones

En el presente capítulo se recuerdan los objetivos propuestos al principio de esta tesis doctoral, y se discute la consecución de los mismos. También se resaltan los hallazgos y avances más relevantes que se han conseguido con esta tesis doctoral. Posteriormente, se destacarán una serie de aplicaciones prácticas que surgen del conocimiento generado, así como se resaltan fortalezas y limitaciones de los estudios presentados y, también, se detallan propuestas de futuro que pueden ser de interés para el avance del tópico de investigación. Por último, se exponen las conclusiones extraídas de la presente tesis doctoral.

Discusión

Para conseguir avanzar en el tópico de la carga y la fatiga mental en el fútbol, el primer objetivo de la presente tesis doctoral era avanzar en el conocimiento existente sobre la valoración y cuantificación de la carga y la fatiga mental en el fútbol. El segundo objetivo era testar los efectos que causan diferentes constreñimientos específicos, y que son habitualmente utilizados en entrenamientos de fútbol, sobre la carga y la fatiga mental que causan las tareas de entrenamiento.

Para dar respuesta al primer objetivo, se han presentado dos artículos. En primer lugar, se realizó un estudio de revisión sistemática, en el que se pueden consultar todos los instrumentos que se han utilizado para cuantificar la carga y la fatiga mental, y clasificados en función del contexto en el que se utilizaron. Es decir, se realizó una revisión general, y no específica del deporte, en la que se incluyeron estudios que cuantificaban la carga y la fatiga mental en el ámbito laboral, escolar, por supuesto deportivo e, incluso, médico. El motivo por el cual se incluyeron instrumentos de todos los ámbitos estaba justificado porque la carga y la fatiga mental es un tópico aún emergente en el contexto deportivo, y por el que el interés de los investigadores de las

Ciencias de la Actividad Física y del Deporte resulta reciente (Cao et al., 2022; Thompson et al., 2021). Por tanto, el hecho de consultar cómo han actuado los investigadores de este tópico en otros contextos, los avances que se han producido en la cuantificación de estas variables en contextos en los que el tópico de la carga y la fatiga mental tiene mayor recorrido, e incluso, los errores que se han cometido podrían aportar ideas y líneas de actuación para su posterior aplicación en las Ciencias del Deporte (Ishii et al., 2014). A modo de pequeña reseña, las investigaciones de otros contextos muestran un interés emergente sobre estas variables, y una tendencia a utilizar escalas y cuestionarios para aproximarse de manera subjetiva, pero también sencilla, rápida y económica, a la valoración de la carga y la fatiga mental. Aun así, los expertos coinciden en la necesidad de avanzar en las medidas biológicas de estas variables.

Centrados en el contexto deportivo, los resultados mostraron que la cuantificación de la carga y la fatiga mental no ha sido de gran interés para los investigadores, ya que no existen numerosas publicaciones sobre ello. Además, los resultados indican que ha existido un mayor interés de los investigadores por cuantificar la fatiga mental en comparación con la carga mental. De hecho, esta situación ya había sido puesta de manifiesto previamente, y se había remarcado que, dentro del desinterés general que los científicos del deporte habían mostrado por cuantificar estas variables, las reducidas investigaciones que se habían realizado centraban su análisis en los outputs o consecuencias, que en este caso sería la fatiga mental, en lugar del origen de la misma (Pageaux & Lepers, 2018). Sin embargo, este desinterés por la carga mental supone limitar el estudio de estas variables y, especialmente, su aplicación en situaciones de entrenamiento.

La carga mental es, de hecho, la variable sobre la que los entrenadores tienen mayor control (Rubio-Morales et al., 2022). Es decir, la carga mental está determinada

por un conjunto de exigencias cognitivas y emocionales que los entrenadores pueden establecer, modular y adaptar mediante la utilización de estrategias específicas de entrenamiento (García-Calvo et al., 2019; Ponce-Bordón et al., 2022), y que son las causantes de la fatiga mental. Por contra, la fatiga mental depende de cada jugador y sus características individuales, hasta el punto de que una situación puede resultar como muy fatigante a nivel mental para uno de los componentes del equipo mientras que para otro componente del equipo sea una actividad que no le fatigue en exceso (Russell, Kelly, et al., 2020). Esta situación también ocurre para el entrenamiento de los aspectos físicos, donde los entrenadores y preparadores físicos utilizan los estudios y datos que analizan las demandas físicas de las situaciones de juego (i.e., carga física; Castellano et al., 2015; Pons et al., 2021), para diseñar situaciones de entrenamiento que representen estas demandas y en función de sus objetivos (Oliva-Lozano et al., 2023), pero teniendo en cuenta que la respuesta individual y la fatiga causada por el esfuerzo va a ser diferente y específica para cada sujeto (Malone et al., 2018).

Como se indicó, la fatiga mental presentaba derivaciones subjetivas, comportamentales y fisiológicas. En este sentido, y continuando entre los instrumentos utilizados en el contexto deportivo (y en línea con lo observado en otros contextos analizados), también se puede observar que la mayor parte de estos instrumentos se han centrado en la derivación subjetiva de la fatiga mental, con un interés menor pero creciente por los síntomas comportamentales. Además, ha existido poco interés o capacidad para cuantificar los síntomas fisiológicos, donde el número de estudios que se centran en esta derivación resulta residual todavía. Así, la escala VAS y el NASA-TXL han sido los instrumentos más empleados en el contexto deportivo para cuantificar la fatiga y la carga mental, respectivamente.

En este sentido, la ausencia de medidas fisiológicas responde, por un lado, a que los instrumentos que cuantifican los síntomas fisiológicos son poco accesibles, dado su elevado coste, y de difícil aplicación, ya que se requieren conocimientos específicos para manejar estos instrumentos y, sobre todo, tratar los datos y extraer conclusiones (Fink et al., 2018; Jeunet et al., 2020). Por otro lado, esto también ocurre por la gran cantidad de tiempo que requieren las mediciones fisiológicas, donde algunos artículos que cuantificaban variables tanto subjetivas como fisiológicas han tenido incluso que reducir el número de participantes involucrados en las medidas fisiológicas en comparación con el conjunto total que participaba en las mediciones subjetivas (Del Campo et al., 2023). Esto supone un gran impedimento para su aplicación en contextos deportivos específicos, ya que los entrenadores y jugadores de alto nivel buscan utilizar instrumentos que no les resten significativamente el tiempo efectivo de práctica en sus entrenamientos, y en los que la obtención de los resultados sea de manera inmediata o rápida, para que así pueda aplicarse dentro de las dinámicas semanales de los equipos (Russell, Jenkins, Smith, et al., 2019). Es decir, un entrenador no busca medir la fatiga mental de sus jugadores el día antes del partido y obtener las mediciones una semana después o a las 48 horas, sino que busca utilizar estas mediciones para tomar decisiones antes y durante ese mismo partido.

En definitiva, se puede afirmar que de la revisión sistemática presentada se destaca que la cuantificación de la carga y la fatiga mental ha resultado de poco interés para los investigadores del deporte hasta el momento, y que la reducida investigación realizada se ha centrado en la cuantificación de fatiga mental y, especialmente, de su derivación subjetiva.

En consecuencia, dado que la carga mental es una variable de mucha aplicación práctica en este contexto y que no existen instrumentos para cuantificar la carga mental

respondiendo a las necesidades propias del contexto del fútbol, en esta tesis doctoral se presentó, en segundo lugar, un estudio de diseño y validación de un instrumento para cuantificar la carga mental en los deportes de equipo, y por consiguiente, con aplicación directa al fútbol.

Este instrumento, denominado CCMDE, incluye un total de cuatro ítems que son: un ítem de carga física, un ítem de carga cognitiva, un ítem de carga emocional y un ítem de carga afectiva. El ítem de carga física fue incluido porque los esfuerzos físicos también repercuten en la carga y fatiga mental, ya que autorregularse el ritmo de movimiento, mantener la respiración, etc. son actividades que también causan un esfuerzo mental para los jugadores (Lopes et al., 2020; Meeusen et al., 2020). Además, al incluir un ítem de carga física, también se puede controlar si la fatiga mental influye en la carga física de las tareas de entrenamiento, que como ya se explicó anteriormente, es la principal influencia que ha quedado demostrada de la fatiga mental sobre el rendimiento deportivo (Filipas et al., 2021; Smith, Coutts, et al., 2016; Trecroci et al., 2020). El ítem de carga cognitiva, fue incluido en base al modelo de Smith et al. (2018), pero, y al igual que se definió en el modelo adaptado, también se han tenido en cuenta las emociones (Van Cutsem, Marcora, et al., 2017). En concreto, en el presente instrumento se diferenció entre demandas emocionales, que hace referencia a las demandas internas del sujeto consigo mismo como la gestión de los fallos o la ansiedad, pero también afectivas, que hacen referencia a las demandas emocionales asociadas a otros sujetos del entorno, como entrenadores, rivales o compañeros. En este artículo, la principal conclusión fue que el CCMDE fue validado de forma efectiva, y es válido, fiable y resulta de utilidad para medir la carga mental en el fútbol.

Una vez diseñado y validado el instrumento, se diseñó un artículo de corte longitudinal. En concreto, este artículo estudia la carga y la fatiga mental que causan los

entrenamientos y partidos de fútbol en jugadores durante una temporada competitiva, utilizando tanto el CCMDE, para la carga mental, como la VAS, para la fatiga mental. Este artículo contribuye al primer objetivo de esta tesis, ya que supone la aplicación directa y en contexto real del CCMDE para valorar la carga mental. Pero además, también contribuye al segundo objetivo de la tesis doctoral, como se explicará a continuación. Previos estudios ya habían estudiado la fatiga mental en jugadores de fútbol de forma longitudinal (Abbott et al., 2020; Thompson et al., 2019), pero no tenemos conocimientos de estudios previos que hayan analizado la carga mental en futbolistas a lo largo de temporadas competitivas. Probablemente, esto sea causado por la falta de instrumentos validados para tal propósito. En este estudio, se comprobó que la carga mental de entrenamiento puede ser modificada de manera intencional por los entrenadores, pero que las demandas mentales también se ven influenciadas por factores como la fase competitiva. La influencia de otros factores como los viajes (Thompson et al., 2019), o los resultados previos (Abbott et al., 2020), también han sido demostradas.

Centrados en dar respuesta a la manipulación de la carga y la fatiga mental, se diseñaron otros cuatro artículos de intervención. Como se explicó anteriormente, el artículo longitudinal también contribuyó a este objetivo, ya que se demostró que la fatiga mental fluctuaba a lo largo de la temporada. Esto quiere decir que los jugadores, de manera intrínseca e influenciado por otros factores como la temporada competitiva, pasar por momentos en los que tienen mayor fatiga mental y otros en los que tienen menor fatiga mental. Esto puede afectar al rendimiento, ya que los jugadores pueden sufrir una falta de estímulo de entrenamiento (i.e., entrenar con exigencias mentales menores a las requeridas por las competiciones) y que no les permita adaptarse a las demandas específicas del deporte (Russell, Jenkins, et al., 2020; Russell, Jenkins, Halson, Juliff, Connick, et al., 2022), o acumular un nivel muy elevado de fatiga mental

que les cause problemas en el rendimiento (Badin et al., 2016; Smith, Zeuwts, et al., 2016). En consecuencia, la conclusión que se puede extraer de este estudio longitudinal es que parece necesario que los entrenadores optimicen el nivel de carga y fatiga mental de sus entrenamientos. A ser posible, y como también se mencionó al principio del documento, este propósito debería cumplirse con la utilización de estrategias específicas de entrenamiento.

Estos cuatro estudios mencionados y con carácter semi-experimental analizaban los efectos del comportamiento verbal del entrenador, el sistema de puntuación, la presión temporal y el uso de los castigos sobre la carga y la fatiga mental. De hecho, el procedimiento de estos artículos fue muy similar. Así, se escogió un constreñimiento y se definieron diferentes variables de aplicación de este. Para el comportamiento verbal del entrenador se escogió la instrucción de ánimo general vs la presencia pero no participación verbal del entrenador. Para el sistema de puntuación se escogió el sistema de puntuación tradicional (1 gol = 1 gol) vs el valor doble de los goles en tiempo reducido (1 gol = 1 gol al principio de la tarea + 1 gol = 2 goles en los último cuatro minutos) vs el valor doble de los goles en tiempo extendido (1 gol = 1 gol al principio de la tarea + 1 gol = 2 goles en los último ocho minutos). Para la presión temporal se utilizaron tareas con mayor y menor tiempo disponible para conseguir el objetivo. Por último, se diseñó una sesión con uso de castigos y otra en la que los resultados de las tareas no iban asociados a castigos. Para testar la influencia de las diferentes variantes se realizaron sesiones con las mismas tareas de entrenamiento, pero en las que, de forma contrabalanceada, se introdujeron las diferentes variantes de cada constreñimiento. Así, mediante el registro de la escala VAS, el CCMDE, y la utilización de los sistemas GPS y la escala RPE se pudieron comparar la carga y fatiga mental y física de las diferentes variantes.

En cuanto a los resultados, por un lado, se muestra que la participación del entrenador a través de la instrucción de ánimo general provoca una mayor fatiga mental reportada que la presencia, pero no participación del entrenador. De hecho, un estudio previo indicaba que la presencia del entrenador ya producía una mayor fatiga mental entre sus jugadores (Falces-Prieto et al., 2015). Esto parece ser causado porque los jugadores perciben a sus entrenadores como jueces, que tienen decisiones sobre sus comportamientos (e.g., titularidad o suplencia) y, por tanto, su presencia y participación influye sobre sus demandas mentales. En el caso de la instrucción de ánimo general, que implica mensajes de ánimo como ¡vamos! ó ¡continúa!, y que no tienen dirección positiva o negativa, este artículo demostró que también causan fatiga mental entre los jugadores. Además, este incremento de la fatiga mental causó un menor esfuerzo físico en los jugadores, dados los resultados mostrados en las variables de carga física interna. Esto podría ser causado por los efectos negativos que causa la fatiga mental en el rendimiento físico (Van Cutsem, Marcora, et al., 2017) o, también, porque los jugadores tiendan a participar menos en el juego, buscando posiciones de seguridad, y así evitar recibir comportamientos verbales (i.e., negativos) de su entrenador.

Por otro lado, los resultados mostraron que la modificación del sistema de puntuación causó una mayor fatiga mental que la utilización del sistema de puntuación tradicional. De hecho, la versión corta de la modificación (i.e., la de cuatro minutos) supuso una mayor fatiga mental que la versión larga (i.e., la de ocho minutos). Esto podría ser causado por la presión temporal causada por la tarea, que parece ser mayor en la versión corta, dado que se ha comprobado previamente que esta variable está asociada al incremento de la fatiga mental (Ponce-Bordón et al., 2022). Además, la modificación del sistema de puntuación también fue asociado a incrementos en la carga física y una tendencia a jugar de forma más directa. Estos resultados estarían asociados

a los cambios en los estilos de juego que se suelen asociar al resultado, y sus consecuencias sobre la carga física, ya que en estudios previos se ha demostrado que los equipos tienden a jugar de forma más directa cuando tienen que revertir un resultado en contra y en periodo de tiempo corto (Lago-Peñas et al., 2011; Lago, 2009).

Por último, y como ya se ha mencionado, también quedo demostrado que el aumento de la presión temporal y el uso de castigos está asociado a una mayor carga y fatiga mental que la menor presión temporal para conseguir los objetivos y la no utilización de los castigos.

En definitiva, los resultados de estos estudios muestran que estos constreñimientos tienen incidencia sobre los esfuerzos mentales así como los comportamientos físicos y mentales. Basados en las recomendaciones de Van Cutsem y Marcora (2021) tanto las versiones modificadas del sistema de puntuación, cómo la instrucción de ánimo general del entrenador, el aumento de la presión temporal y el uso de los castigos deberían ser utilizadas con cautela en los entrenamientos próximos a la competición, dado su carácter mentalmente fatigante. Por el contrario, su uso sería muy recomendable en entrenamientos lejanos a la competición y buscando desarrollar adaptaciones contra la fatiga mental y sus consecuencias.

Fortalezas, limitaciones y perspectivas de futuro

Consideramos que la información que se ha expuesto en esta tesis doctoral trata un tema innovador, novedoso y, además, puede resultar de interés y aplicación para los entrenadores de fútbol. En concreto, consideramos que la mayor fortaleza de la tesis doctoral es la gran validez ecológica de los estudios presentados, ya que, al margen de la revisión sistemática, todos los estudios se han realizado en contextos y equipos de fútbol reales y durante sus temporadas competitivas. Consideramos, además, que el carácter práctico-aplicado es la otra gran fortaleza de la investigación. En el Artículo 2 se diseñó y validó un instrumento que permite analizar la carga mental de manera rápida y específica, y en el Artículo 3 se demuestra su aplicación en un contexto real. Además, en el Artículo 3 se aporta información en la que se compara la naturaleza mentalmente fatigante de la fase de temporada regular y la fase de play-offs, que es una situación que ocurre en muchos equipos a lo largo del año, mientras que en los Artículos 4 y 5 y complementarios se testan estrategias específicas de entrenamiento. Esta información es, por tanto, de aplicación práctica, y accesible y con posibilidades de ser llevada a cabo por los entrenadores. En gran medida, una de las cuestiones que se le ha criticado a la ciencia en el deporte es su poca visibilidad y accesibilidad desde el punto de vista práctica, algo que no ocurre con los trabajos que se han presentado en esta tesis doctoral.

A pesar de ello, también consideramos que la información y estudios presentados cuentan con limitaciones que deben ser tenidas en cuenta a la hora de interpretar la información expuesta. Y es que, de hecho, la alta validez ecológica y el carácter práctico de los estudios conlleva una serie de limitaciones implícitas. Esto es, una mayor falta de control sobre las variables externas sobre el control que se puede ejercer sobre las mismas en las investigaciones experimentales de laboratorio. Por

ejemplo, la temperatura del campo de fútbol no es modulable, como sí puede realizarse en un laboratorio, o el resultado o desarrollo de una tarea, que influyen sobre la carga y la fatiga mental, y no se pueden predecir como sí se puede modular el Test de Stroop Incongruente. Además, los estudios se han centrado en su mayoría en jugadores masculinos semi-profesionales, por lo que hay que ser cuidadosos a la hora de extrapolar los datos y las conclusiones a muestras de equipos femeninos y, también, de niveles más elevados. Tampoco hemos contado para los estudios cuasi-experimentales con muestras muy elevadas. En sí, es difícil que los equipos y entrenadores accedan a realizar estudios que implican la manipulación de sus entrenamientos, por lo que este hecho nos hace recomendar ciertos cuidados a la hora de extrapolar la información. Además, la carga y la fatiga mental han sido analizadas exclusivamente con cuestionarios y escalas, por lo que no hemos podido llegar a indagar sobre fenómenos fisiológicos y procesos cerebrales implicados en estos procedimientos. El principal motivo por el que no se han utilizado los electroencefalogramas, entre otros, es el tiempo tan elevado que implican estas medidas, lo que dificulta su aplicación en contextos ecológicos donde los descansos entre tareas son cortos (e.g., tres minutos) o los efectos de los constreñimientos son, a veces, agudos.

En consecuencia, y para dar respuesta a estas limitaciones, se recomienda que futuros estudios utilicen muestras más variadas, con un especial foco en fútbol de formación, fútbol femenino y alto nivel, así como en otros deportes. Aun así, se debería seguir indagando en estudios ecológicos, que sean de acceso y aplicación para los entrenadores en contextos reales. Además, los investigadores tendrían que seguir formándose en el manejo de variables objetivas, como pupilometría y electroencefalografías, para que su aplicación este cada vez más presente en este tópico de investigación y en contextos reales. También es necesario seguir indagando en otros

factores intrínsecos del fútbol y sus efectos sobre la carga y la fatiga mental. En esta tesis doctoral se ha indagado sobre la fase competitiva, pero otras variables, como el resultado del partido anterior o la dificultad del próximo partido, todavía no se han analizado y sería interesante conocer su influencia sobre la carga y la fatiga mental. Además, existen muchos otros constreñimientos por analizar su influencia sobre la carga y la fatiga mental, lo cual parece necesario para diseñar entrenamientos que sean óptimos desde el punto de vista de la carga y la fatiga mental, en base al momento de la temporada y el estado del equipo.

Aplicaciones prácticas

La información que se ha presentado en esta tesis doctoral destaca que la carga y la fatiga mental son variables que deberían tenerse en cuenta por científicos y entrenadores de fútbol. Toda esta información da lugar a una serie de aplicaciones prácticas que pueden ser de interés para entrenadores, equipos técnicos y jugadores de fútbol.

A los científicos, y como ya se explicó en el apartado anterior, se les recomienda seguir investigando sobre el desarrollo de instrumentos y técnicas para valorar la carga y la fatiga mental respetando las peculiaridades del fútbol, así como evaluar los efectos de diferentes constreñimientos sobre estas variables.

A los entrenadores y equipos técnicos se les recomienda incluir e integrar medidas de carga y fatiga mental tanto en los partidos como en los entrenamientos para controlar los niveles de estas variables entre sus jugadores. Para ello, los clubes deben favorecer la obtención de materiales y la creación de instalaciones que permitan un adecuado control y cuantificación de la carga y fatiga mental. Además, se recomienda que los entrenadores incluyan en las planificaciones de carga de trabajo apartados específicos para organizar los niveles de carga mental de sus entrenamientos con los objetivos de: i. desarrollar tolerancia contra la fatiga mental, ii. evitar efectos negativos de la sobrecarga de fatiga mental sobre el rendimiento, iii. optimizar los niveles de fatiga mental para cada momento competitivo. Para ello, es necesario utilizar de manera lógica y basada en la evidencia científica los diferentes constreñimientos testados, como el comportamiento verbal del entrenador, los sistemas de puntuación, la presión temporal o el uso de los castigos. Además, se debería tratar de poner el foco en el post-entrenamiento y partido en la recuperación de la fatiga mental, de igual forma que se

trata la recuperación de la fatiga física. Tanto la administración de la carga de entrenamiento mental como la recuperación de estas variables debería individualizarse.

A los jugadores se les recomienda ser responsables con las actividades previas a los entrenamientos y partidos, teniendo en cuenta los efectos que estas actividades tienen sobre la fatiga mental y sus correspondientes efectos en el rendimiento. Aquí se incluye el uso del móvil, la decisión sobre tomar la siesta o no, o actividades sociales como el uso de la play. Además, se les recomienda comunicar sus sensaciones de fatiga mental de manera honesta para realizar una mejor aproximación desde los entrenadores.

Conclusiones finales

Las principales conclusiones derivadas de la presente tesis doctoral son:

- La valoración y cuantificación de la carga y la fatiga mental no ha sido de especial interés para investigadores en el contexto deportivo en comparación con otros contextos como la psicología del trabajo y las organizaciones o el ámbito sanitario.
- La mayoría de los instrumentos que se han utilizado en el contexto deportivo para cuantificar la carga y la fatiga mental se han centrado en la fatiga mental y en su derivación subjetiva (76% de los estudios) en comparación con las derivaciones comportamentales (12,5% de los estudios) y fisiológicas (12,5% de los estudios).
- El CCMDE es un instrumento que cumple con los criterios mínimos y establecidos por la comunidad científica de validez y fiabilidad para valorar la carga mental en los deportes de equipo y, por tanto, con aplicabilidad al fútbol y atendiendo a las especificidades de este constructo en el contexto específico.
- Los entrenadores suelen diseñar los entrenamientos que más carga mental generan en los días principales de desarrollo de la semana (MD-4 o MD-3), mientras que el día posterior o anterior al partido suelen diseñarse con menores valores de carga mental planificada.
- La fatiga mental reportada por los jugadores es significativamente mayor durante la fase de play-offs en comparación con la fase regular. Esto ocurre, incluso, en presencia de valores similares de carga mental planificada.

- Planificar y modular de manera intencional la carga y la fatiga mental de los entrenamientos parece importante para controlar los niveles de estas variables y sus efectos sobre el rendimiento.
- El comportamiento verbal del entrenador, el sistema de puntuación, la presión temporal y el uso de los castigos son estrategias específicas de entrenamiento que los entrenadores pueden utilizar para modular de manera consciente y planificada la carga y la fatiga mental de los jugadores en entrenamientos reales de fútbol.
- Respecto al comportamiento verbal del entrenador, el uso de la instrucción de ánimo general genera un incremento de la carga y la fatiga mental reportada por los jugadores de fútbol en comparación con la ausencia de comportamiento verbal por parte del entrenador.
- En relación al sistema de puntuación, la modificación del sistema tradicional de puntuación, donde un gol es igual a un punto en el marcador, y su sustitución por un aumento en el valor de los goles, causa un incremento en la fatiga y la carga mental en comparación con la condición tradicional.
- Aquellas modificaciones del sistema de puntuación que causan un mayor incremento de la presión temporal están asociadas a mayores incrementos de la carga y la fatiga mental.
- El aumento de la presión temporal y el uso de castigos también son estrategias eficaces para aumentar la carga y la fatiga mental en comparación con la disminución de la presión temporal y el no utilizar castigos asociados a los resultados de las tareas.

- Los cambios de la carga y la fatiga mental asociadas a estos constreñimientos tienen también influencia sobre la carga y fatiga física y sobre los comportamientos tácticos de los jugadores.

Final conclusions

The main conclusions derived from this Phd are:

- The assessment and quantification of mental load and mental fatigue has not been of special interest to researchers in the sports context compared to other contexts such as work and organizational psychology or the health field.
- Most of the instruments that have been used in the sport context to quantify mental load and fatigue have focused on mental fatigue and its subjective derivation (76% of studies) compared to behavioral (12.5% of studies) and physiological (12.5% of studies) derivations.
- The CCMDE is an instrument that meets the minimum criteria established by the scientific community of validity and reliability to assess mental load in team sports and, therefore, with applicability to soccer and taking into account the specificities of this construct in the specific context.
- Coaches tend to design trainings that generate the most mental load on the main development days of the week (MD-4 or MD-3), while the day after or before the game is usually designed with lower planned mental load values.
- Mental fatigue reported by players is significantly higher during the play-off phase compared to the regular phase. This occurs even in the presence of similar values of planned mental load.
- Intentionally planning and modulating training load and mental fatigue is important to control the levels of these variables and their effects on performance.
- Coach verbal behavior, the scoring system, time pressure and the use of punishments are specific coaching strategies that coaches can use to

consciously and planned modulate the load and mental fatigue of players in real soccer training.

- Regarding verbal behavior of the coach, the use of general encouragement instruction generates increased load and mental fatigue reported by soccer players compared to the absence of verbal behavior by the coach.
- Regarding the scoring system, the modification of the traditional scoring system, where one goal equals one point on the scoreboard, and its replacement by an increase in the value of goals, causes an increase in fatigue and mental workload compared to the traditional condition.
- Those scoring system modifications that cause greater increases in time pressure are associated with greater increases in mental load and fatigue.
- Increasing time pressure and using punishments are also effective strategies for increasing mental load and fatigue compared to decreasing time pressure and not using punishments associated with task outcomes.
- The changes in load and mental fatigue associated with these constraints also have an influence on the physical load and fatigue and tactical behaviors of the players.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



Referencias bibliográficas

- Abbott, W., Brownlee, T. E., Naughton, R. J., Clifford, T., Page, R., & Harper, L. D. (2020). Changes in perceptions of mental fatigue during a season in professional under-23 English Premier League soccer players. *Research in Sports Medicine*, 28(4), 529–539. <https://doi.org/10.1080/15438627.2020.1784176>
- Abma, F. I., Van Der Klink, J. J., & Bültmann, U. (2013). The Work Role Functioning Questionnaire 2.0 (Dutch Version): Examination of its reliability, validity and responsiveness in the general working population. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 23(1), 135–147. <https://doi.org/10.1007/s10926-012-9379-8>
- Bachurina, V., & Arsalidou, M. (2022). Multiple levels of mental attentional demand modulate peak saccade velocity and blink rate. *Heliyon*, 8(1), e08826. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08826>
- Badin, O., Smith, M. R., Conte, D., & Coutts, A. J. (2016). Mental fatigue impairs technical performance in small-sided soccer games. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(8), 1100–1105. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0710>
- Bafna, T., & Hansen, J. P. (2021). Mental fatigue measurement using eye metrics: A systematic literature review. *Psychophysiology*, e13828. <https://doi.org/10.1111/psyp.13828>
- Barte, J. C. M., Nieuwenhuys, A., Geurts, S. A. E., & Kompier, M. A. J. (2019). Motivation counteracts fatigue-induced performance decrements in soccer passing performance. *Journal of Sports Sciences*, 37(10), 1189–1196. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1548919>
- Bates, D., Machler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1–48.

<https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>

- Batterham, A. M., & Hopkins, W. G. (2006). Making meaningful inferences about magnitudes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *1*(1), 50–57. <https://doi.org/10.1123/ijsp.1.1.50>
- Bertram, D. A., Hersey, C. O., Opila, D. A., & Quirin, O. (1990). A measure of physician mental work load in internal medicine ambulatory care clinics. *Medical Care*, *28*(5), 458–467.
- Bian, C., Ali, A., Nassis, G. P., & Li, Y. (2022). Repeated interval Loughborough Soccer Passing tests: An ecologically valid motor task to induce mental fatigue in soccer. *Frontiers in Physiology*, *12*, 1–11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.803528>
- Booth, A. (2012). The pros and pros of registration on PROSPERO. *BJOG: An International Journal of Obstetrics and Gynaecology*, *119*(8), 904–905. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.2011.03242.x>
- Booth, A., Clarke, M., Dooley, G., Ghersi, D., Moher, D., Petticrew, M., & Stewart, L. (2013). PROSPERO at one year: an evaluation of its utility. *Systematic Reviews*, *2*(1), 4–11. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-2-4>
- Brandes, M., & Elvers, S. (2017). Elite youth soccer players' physiological responses, time-motion characteristics, and game performance in 4 vs. 4 small-sided games: The influence of coach feedback. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *31*(10), 2652–2658. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001717>
- Buchheit, M., Lacombe, M., Cholley, Y., & Simpson, B. M. (2018). Neuromuscular responses to conditioned soccer sessions assessed via GPS-Embedded accelerometers: Insights into tactical periodization. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *13*(5), 577–583. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017->

[0045](#)

- Burke, S. E., Samuel, I. B. H., Zhao, Q., Cagle, J., Cohen, R. A., Kluger, B., & Ding, M. (2018). Task-based cognitive fatigability for older adults and validation of mental fatigability subscore of pittsburgh fatigability scale. *Frontiers in Aging Neuroscience, 10*, 1–7. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2018.00327>
- Cao, S., Geok, S. K., Roslan, S., Sun, H., Lam, S. K., & Qian, S. (2022). Mental fatigue and basketball performance: A systematic review. *Frontiers in Psychology, 12*(1), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.819081>
- Cárdenas, D., Cárdenas, D., Conde-González, J., & Perales, J. C. (2015). El papel de la carga mental en la planificación del entrenamiento deportivo. *Revista de Psicología Del Deporte, 24*(1), 91–100.
- Castellano, J., Blanco Villaseñor, A., & Alvarez, D. (2011). Contextual variables and time-motion analysis in soccer. *International Journal of Sports Medicine, 32*, 415–421. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1271771>
- Castellano, J., Puente, A., Echeazarra, I., & Casamichana, D. (2015). Influence of the number of players and the relative pitch area per player on heart rate and physical demands in youth soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research, 29*(6), 1683–1691. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000788>
- Ceballos-Vásquez, P., Rolo-González, G., Hernández-Fernaudo, E., Díaz-Cabrera, D., Paravic-Klijn, T., Burgos-Moreno, M., & Barriga, O. (2016). Validation of the Subjective Scale of Mental Workload (ESCAM) in health professionals in Chile. *Universitas Psychologica, 15*(1), 261–270. <https://doi.org/10.11144/javeriana.upsy15-1.vsnw>
- Chalmers, I., & Altman, D. G. (1995). *Systematic reviews* (1st ed.). BMJ Publications.
- Chilcot, J., Norton, S., Kelly, M. E., & Moss-Morris, R. (2016). The Chalder Fatigue

- Questionnaire is a valid and reliable measure of perceived fatigue severity in multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*, 22(5), 677–684. <https://doi.org/10.1177/1352458515598019>
- Chiu, H. Y., Li, W., Lin, J. H., Su, Y. K., Lin, E. Y., & Tsai, P. S. (2018). Measurement properties of the Chinese version of the Mental Fatigue Scale for patients with traumatic brain injury. *Brain Injury*, 32(5), 652–664. <https://doi.org/10.1080/02699052.2018.1432893>
- Cho, H. J., Costa, E., Menezes, P. R., Chalder, T., Bhugra, D., & Wessely, S. (2007). Cross-cultural validation of the Chalder Fatigue Questionnaire in Brazilian primary care. *Journal of Psychosomatic Research*, 62(3), 301–304. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2006.10.018>
- Chuang, L. L., Chuang, Y. F., Hsu, M. J., Huang, Y. Z., Wong, A. M., & Chang, Y. J. (2018). Validity and reliability of the traditional Chinese version of the multidimensional fatigue inventory in general population. *PLoS ONE*, 13(5), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189850>
- Chung, K. F., Yu, B. Y. M., Yung, K. P., Yeung, W. F., Ng, T. H., & Ho, F. Y. Y. (2014). Assessment of fatigue using the Multidimensional Fatigue Inventory in patients with major depressive disorder. *Comprehensive Psychiatry*, 55(7), 1671–1678. <https://doi.org/10.1016/j.comppsy.2014.06.006>
- Cimprich, B., Visovatti, M., & Ronis, D. L. (2011). The attentional function index—a self-report cognitive measure. *Psycho-Oncology*, 20(2), 194–202. <https://doi.org/10.1002/pon.1729>
- Clemente-Suárez, V. J., & Diaz-Manzano, M. (2019). Evaluation of central fatigue by the critical flicker fusion threshold in cyclists. *Journal of Medical Systems*, 43(3), 61. <https://doi.org/10.1007/s10916-019-1170-3>

- Cohen, J. (1968). Weighted kappa: nominal scale agreement with provision for scaled disagreement or partial credit. *Psychological Bulletin*, 70(4), 213–220.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1037/h0026256>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd Ed.)
Routledge.
- Cook, C. J., & Crewther, B. T. (2014). The social environment during a post-match video presentation affects the hormonal responses and playing performance in professional male athletes. *Physiology and Behavior*, 130, 170–175.
<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.04.001>
- Costa, J., Brito, J., Nakamura, F. Y., Figueiredo, P., & Rebelo, A. (2022). Using the Rating of Perceived Exertion and heart rate to quantify training intensity in female soccer players: Validity and utility. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(1), 201–206. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003407>
- Coutinho, D., Gonçalves, B., Travassos, B., Wong, D. P., Coutts, A. J., & Sampaio, J. E. (2017). Mental fatigue and spatial references impair soccer players' physical and tactical performances. *Frontiers in Psychology*, 8, 1645–1657.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01645>
- Coutinho, D., Gonçalves, B., Wong, D. P., Travassos, B., Coutts, A. J., & Sampaio, J. (2018). Exploring the effects of mental and muscular fatigue in soccer players' performance. *Human Movement Science*, 58, 287–296.
<https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.03.004>
- Coutts, A. J., & Duffield, R. (2010). Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13, 133–135. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.09.015>
- Couvy-Duchesne, B., Davenport, T. A., Martin, N. G., Wright, M. J., & Hickie, I. B.

- (2017). Validation and psychometric properties of the Somatic and Psychological Health REport (SPHERE) in a young Australian-based population sample using non-parametric item response theory. *BMC Psychiatry*, *17*(1), 1–24. <https://doi.org/10.1186/s12888-017-1420-1>
- Crocetta, T. B., Viana, R. L., Silva, D. E., Monteiro, C. B. D. M., Arab, C., & Andrade, A. (2014). Validade de software para medição do tempo de reação total com estímulo simples-TRT_S. *Journal of Human Growth and Development*, *24*(3), 295–303. <https://doi.org/10.7322/jhdg.88963>
- Cronbach, L. (1990). *Essentials of psychological testing (5th Ed.)*. Harper & Row.
- Dallaway, N., Lucas, S., Marks, J., & Ring, C. (2023). Prior brain endurance training improves endurance exercise performance. *European Journal of Sport Science*, *0*, 1–10. <https://doi.org/10.1080/17461391.2022.2153231>
- Dallaway, N., Lucas, S. J. E., & Ring, C. (2021). Concurrent brain endurance training improves endurance exercise performance. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *24*(4), 405–4011. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.10.008>
- Davids, K., Araújo, D., Correia, V., & Vilar, L. (2013). How small-sided and conditioned games enhance acquisition of movement and decision-making skills. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, *41*(3), 154–161. <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e318292f3ec>
- Dębska, G., Wilczek-Ruzyczka, E., Foryś, Z., & Małgorzata, P. (2013). Psychometric properties assessment of the Meister questionnaire (Polish version) used in evaluating mental load among nurses. *Medycyna Pracy*, *64*(3), 349–358.
- Dellal, A., Owen, A., Wong, D. P., Krustup, P., van Exsel, M., & Mallo, J. (2012). Technical and physical demands of small vs. large sided games in relation to playing position in elite soccer. *Human Movement Science*, *31*(4), 957–969.

<https://doi.org/10.1016/j.humov.2011.08.013>

- Del Campo, V. L., Morenas-Martín, J., León-Llamas, J.L., Ortega-Morán, J.F., Díaz-García, J., & García-Calvo, T., (2023). Influence of the time-task constraint on ocular metrics of semi-elite soccer players. *Science and Medicine in Football*, 00, 1–8. <https://doi.org/10.1080/24733938.2023.2172203>
- Di Stasi, L. L., Renner, R., Catena, A., Cañas, J. J., Velichkovsky, B. M., & Pannasch, S. (2012). Towards a driver fatigue test based on the saccadic main sequence: A partial validation by subjective report data. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 21(1), 122–133. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2011.07.002>
- Díaz-García, J., Filipas, L., La Torre, A., Gómez-Rivera, J., Rubio-Morales, A., & García-Calvo, T. (2023). Mental fatigue changes from regular season to play-offs in semiprofessional soccer: A comparison by training days. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 0, 0-0. <https://doi.org/10.1111/sms.14301>
- Díaz-García, J., González-Ponce, I., Ponce-Bordón, J. C., López-Gajardo, M. A., & García-Calvo, T. (2021). Diseño y Validación del Cuestionario para valorar la Carga Mental en los Deportes de Equipo (CCMDE). *Cuadernos de Psicología Del Deporte*, 21(2), 138–145. <https://doi.org/10.6018/cpd.464951>
- Díaz-García, J., González-Ponce, I., Ponce-Bordón, J. C., López-Gajardo, M. A., Ramírez-Bravo, I., Rubio-Morales, A., & García-Calvo, T. (2022). Mental load and fatigue assessment instruments: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1), 1–16. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010419>
- Díaz-García, J., López-Gajardo, M. Á., Ponce-Bordón, J. C., & Pulido, J. J. (2021). Is motivation associated with mental fatigue during padel trainings? A pilot study. *Sustainability*, 13(10), 5755. <https://doi.org/10.3390/su13105755>

- Díaz-García, J., Pulido, J. J., Ponce-Bordón, J. C., Cano-Prado, C., López-Gajardo, M. A., & García-Calvo, T. (2021). Coach encouragement during soccer practices can influence players' mental and physical load. *Journal of Human Kinetics*, *79*, 235–243. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0079>
- Dinges, D. F., & Powell, J. W. (1985). Microcomputer analyses of performance on a portable, simple visual RT task during sustained operations. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, *17*, 652–655. <https://doi.org/10.3758/BF03200977>
- Dixon, M., Turner, M. J., & Gillman, J. (2017). Examining the relationships between challenge and threat cognitive appraisals and coaching behaviours in football coaches. *Journal of Sports Sciences*, *35*(24), 2446–2452. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1273538>
- Donnachie, C., Wyke, S., & Hunt, K. (2018). Men's reactions to receiving objective feedback on their weight, BMI and other health risk indicators. *BMC Public Health*, *18*(1), 291. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5179-1>
- Duan, W., & Mu, W. (2018). Validation of a Chinese version of the stress overload scale-short and its use as a screening tool for mental health status. *Quality of Life Research*, *27*(2), 411–421. <https://doi.org/10.1007/s11136-017-1721-3>
- Eather, N., Jones, B., Miller, A., & Morgan, P. J. (2020). Evaluating the impact of a coach development intervention for improving coaching practices in junior football (soccer): The “MASTER” pilot study. *Journal of Sports Sciences*, *38*(11–12), 1441–1453. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1621002>
- Elbers, R. G., van Wegen, E. E. H., Verhoef, J., & Kwakkel, G. (2012). Reliability and structural validity of the Multidimensional Fatigue Inventory (MFI) in patients with idiopathic Parkinson's disease. *Parkinsonism and Related Disorders*, *18*(5),

532–536. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2012.01.024>

Englert, C. (2019). The self-regulation of human performance: A critical discussion and future directions for self-control research. *Performance Enhancement & Health*, 6(3-4), 156-157. <https://doi.org/10.1016/j.peh.2019.04.001>

Eysenck, M. W., & Calvo, M. G. (1992). Anxiety and performance: The processing efficiency theory. *Cognition and Emotion*, 6, 409–434. <http://dx.doi.org/10.1080/02699939208409696>

Falces-Prieto, M., Casamichana, D., Sáez-Sáez De Villarreal, E., Requena-Sánchez, B., Carling, C., & Suárez-Arronez, L. J. (2015). The presence of the head coach during a small-sided game: Effects on players' internal load and technical performance. *RICYDE: Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*, 11(41), 245–257. <https://doi.org/10.5232/ricyde2015.04104>

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39, 175–191. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>

Ferraz, R., Gonçalves, B., Coutinho, D., Marinho, D. A., Sampaio, J., & Marques, M. C. (2018). Pacing behaviour of players in team sports: Influence of match status manipulation and task duration knowledge. *PLoS ONE*, 13(2), e0192399. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192399>

Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. SAGE Publications Inc.

Filipas, L., Borghi, S., La Torre, A., & Smith, M. R. (2021). Effects of mental fatigue on soccer-specific performance in young players. *Science and Medicine in Football*, 5(2), 150–157. <https://doi.org/10.1080/24733938.2020.1823012>

Filipas, L., Martin, K., Northey, J. M., La Torre, A., Keegan, R., & Rattray, B. (2020).

- A 4-week endurance training program improves tolerance to mental exertion in untrained individuals. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(12), 1215–1219. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.04.020>
- Fink, A., Rominger, C., Benedek, M., Perchtold, C. M., Papousek, I., Weiss, E. M., Seidel, A., & Memmert, D. (2018). EEG alpha activity during imagining creative moves in soccer decision-making situations. *Neuropsychologia*, 114, 118–124. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.04.025>
- Fleay, B., Joyce, C., Banyard, H., & Woods, C. T. (2018). Manipulating field dimensions during smallsided games impacts the technical and physical profiles of Australian footballers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(7), 2039–2044. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002423>
- Fong, T. C., Chan, J. S., Chan, C. L., Ho, R. T., Ziea, E. T., Wong, V. C., Ng, B. F., & Ng, S. M. (2015). Psychometric properties of the Chalder Fatigue Scale revisited: An exploratory structural equation modeling approach. *Quality of Life Research*, 24(9), 2273–2278. <https://doi.org/10.1007/s11136-015-0944-4>
- Fortes, L. S., De Lima-Junior, D., Fiorese, L., Nascimento-Júnior, J. R. A., Mortatti, A. L., & Ferreira, M. E. C. (2020). The effect of smartphones and playing video games on decision-making in soccer players: A crossover and randomised study. *Journal of Sports Sciences*, 38(5), 552–558. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1715181>
- Friedrich, M., Nowe, E., Hofmeister, D., Kuhnt, S., Leuteritz, K., Sender, A., Stobel-Richer, Y., & Geue, K. (2018). Psychometric properties of the fatigue questionnaire EORTC QLQ-FA12 and proposal of a cut-off value for young adults with cancer. *Health and Quality of Life Outcomes*, 16(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12955-018-0949-0>

- Fuentes-García, J. P., Villafaina, S., Collado-Mateo, D., de la Vega, R., Olivares, P. R., & Clemente-Suárez, V. J. (2019). Differences between high vs. low performance chess players in heart rate variability during chess problems. *Frontiers in Psychology, 10*, 409. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00409>
- García-Calvo, T., González-Ponce, I., Ponce-Bordón, J. C., Tomé-Lourido, D., & Vales-Vázquez, Á. (2019). Incidence of the tasks scoring system on the mental load in football training. *Journal of Sport Psychology, 28*(4), 79–86.
- García-Calvo, T., Pulido, J. J., Ponce-Bordón, J. C., López-Gajardo, M. A., Teoldo, I., & Díaz-García, J. (2021). Can rules in technical-tactical decisions influence on physical and mental load during soccer training? A pilot study. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 18*(4313), 1–8. <https://doi.org/10.3390/ijerph18084313>
- Gentile, S., Delaroziere, J. C., Favre, R., Sambuc, R., & San Marco, J. L. (2003). Validation of the French “multidimensional fatigue inventory” (MFI 20). *European Journal of Cancer Care, 12*(1), 58–64.
- Gharagozlou, F., Saraji, G. N., Mazloumi, A., Nahvi, A., Nasrabadi, A. M., Foroushani, A. R., Kheradmand, A., Ashouri, M., & Samavati, M. (2015). Detecting driver mental fatigue based on EEG Alpha power changes during simulated driving. *Iranian Journal of Public Health, 44*(12), 1693–1700.
- Gough, D., Oliver, S., & Thomas, J. (2012). *An Introduction to Systematic Reviews* (2nd ed.). SAGE.
- Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information and Libraries Journal, 26*(2), 91–108. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- Habay, J., Proost, M., De Wachter, J., Díaz-García, J., De Pauw, K., Meeusen, R., Van

- Cutsem, J., & Roelands, B. (2021). Mental fatigue-associated decrease in table tennis performance: Is there an electrophysiological signature? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(24), 12906. <https://doi.org/10.3390/ijerph182412906>
- Habay, J., Van Cutsem, J., Verschueren, J., De Bock, S., Proost, M., De Wachter, J., Tassignon, B., Meeusen, R., & Roelands, B. (2021). Mental fatigue and sport-specific psychomotor performance: A systematic review. *Sports Medicine*, 51(7), 1527–1548. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01429-6>
- Hagelin, C., Wengström, Y., Runesdotter, S., & Fürst, C. (2007). The psychometric properties of the Swedish Multidimensional Fatigue Inventory MFI-20 in four different populations. *Acta Oncologica*, 46(1), 97–104. <https://doi.org/10.1080/02841860601009430>
- Hands, D. E., & Janse de Jonge, X. (2020). Current time-motion analyses of professional football matches in top-level domestic leagues: A systematic review. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 20(5), 747–765. <https://doi.org/10.1080/24748668.2020.1780872>
- Herlambang, M. B., Cnossen, F., & Taatgen, N. A. (2021). The effects of intrinsic motivation on mental fatigue. *PloS one*, 16(1), e0243754. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243754>
- Herlambang, M. B., Taatgen, N. A., & Cnossen, F. (2019). The role of motivation as a factor in mental fatigue. *Human Factors*, 61(7), 1171–1185. <https://doi.org/10.1177/0018720819828569>
- Hill-Haas, S., Coutts, A. J., Dawson, B. T., & Rowsell, G. J. (2010). Time-motion characteristics and physiological responses of small-sided games in elite youth players: The influence of player number and rule changes. *The Journal of Strength*

- & *Conditioning Research*, 24, 2149–2156.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181af5265>
- Hill-Haas, S., Dawson, B., Impellizzeri, F., & Coutts, A. (2011). Physiology of small-sided games training in football. *Journal of Sports Medicine*, 41(3), 199–220.
<https://doi.org/10.2165/11539740-000000000-00000>
- Hopkins, W. G. (2017). *Spreadsheets for analysis of controlled trials, crossovers and time series*. <https://www.sportsci.org/2017/wghxls.htm>
- Hopstaken, J. F., Van der Linden, D., Bakker, A. B., Kompier, M. A. J., & Leung, Y. K. (2016). Shifts in attention during mental fatigue: Evidence from subjective, behavioral, physiological, and eye-tracking data. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 42(6): 878889.
<https://doi.org/10.1037/xhp0000189>
- Huggins, R. A., Giersch, G. E., Belval, L. N., Benjamin, C. L., Curtis, R. M., Sekiguchi, Y., Peltonen, J., & Douglas, J. (2020). The validity and reliability of Global Positioning System units for measuring distance and velocity during linear and team sport simulated movements. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(11), 3070–3077. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003787>
- Hutto, D. D. (2012). Truly enactive emotion. *Emotion Review*, 4(2), 176–181.
<https://doi.org/10.1177/1754073911430134>
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(6), 1042–1047.
<https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000128199.23901.2F>
- Ishii, A., Tanaka, M., & Watanabe, Y. (2014). Neural mechanisms of mental fatigue. *Reviews in the Neurosciences*, 25(4), 469–479. <https://doi.org/10.1515/revneuro->

[2014-0028](#)

- Jeunet, C., Tonin, L., Albert, L., Chavarriaga, R., Bideau, B., Argelaguet, F., Millán, J. del R., Lécuyer, A., & Kulpa, R. (2020). Uncovering EEG correlates of covert attention in soccer goalkeepers: Towards innovative sport training procedures. *Scientific Reports*, *10*, 1705. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58533-2>
- Jollant, F., Kordsmeier, N. C., Carbajal, J. M., Turecki, G., Rock, L., & Brook, S. (2019). A visual analogue scale to measure psychological and physical pain. *Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry*, *90*, 55–61. <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2018.10.018.A>
- Kauffman, B. Y., Garey, L., Nordan, A., Jardin, C., Mayorga, N. A., Robles, Z., & Zvolensky, M. J. (2019). The development and initial validation of the Fatigue Sensitivity Questionnaire. *Cognitive Behaviour Therapy*, *48*(5), 419–429. <https://doi.org/10.1080/16506073.2018.1533580>
- Kerr, G., Battaglia, A., Stirling, A., & Bandy, A. (2020). Examining coaches' perspectives on the use of exercise as punishment. *International Sport Coaching Journal*, *7*, 1–11. <https://doi.org/10.1123/iscj.2018-0100>.
- Key, A. P., Gustafson, S. J., Rentmeester, L., Hornsby, B. W. Y., & Bess, F. H. (2017). Speech-processing fatigue in children: Auditory event-related potential and behavioral measures. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *60*(7), 2090–2104. https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-H-16-0052
- Kinoshita, K., MacIntosh, E., & Sato, S. (2020). The relationship between avoidance goals and goal attainment: A moderated mediation analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *91*(3), 394–404. <https://doi.org/10.1080/02701367.2019.1676370>
- Kmet, L. M., & Lee, R. C. (2004). Standard quality assessment criteria for evaluating

- primary research papers from a variety of fields. *Edmonton: Alberta Heritage Foundation for Medical Research*, 2, 1.
- Knobel, H., Loge, J. H., Brenne, E., Fayers, P., Hjermland, M. J., & Kaasa, S. (2003). The validity of EORTC QLQ-C30 fatigue scale in advanced cancer patients and cancer survivors. *Palliative Medicine*, 17(8), 664–672. <https://doi.org/10.1191/0269216303pm841oa>
- Krell, M. (2017). Evaluating an instrument to measure mental load and mental effort considering different sources of validity evidence. *Cogent Education*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2017.1280256>
- Kumamoto, K., & Arai, Y. (2004). Validation of “personal strain” and “role strain”: Subscales of the short version of the Japanese version of the Zarit Burden Interview (J-ZBI_8). *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 58(6), 606–610. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1819.2004.01310.x>
- Kunrath, C. A., Cardoso, F. da S. L., García-Calvo, T., & Teoldo da Costa, I. (2020). Mental fatigue in soccer: A systematic review. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 26(2), 172–178. <https://doi.org/10.1590/1517-869220202602208206>
- Lago-Peñas, C., & Dellal, A. (2010). Ball possession strategies in elite soccer according to the evolution of the match-score: The influence of situational variables. *Journal of Human Kinetics*, 25(1), 93–100. <https://doi.org/10.2478/v10078-010-0036-z>
- Lago-Peñas, C., Lago-Ballesteros, J., & Rey, E. (2011). Differences in performance indicators between winning and losing teams in the UEFA Champions League. *Journal of Human Kinetics*, 27, 135–146. <https://doi.org/10.2478/v10078-011-0011-3>
- Lago, C. (2009). The influence of match location, quality of opposition, and match status on possession strategies in professional association football. *Journal of*

- Sports Sciences*, 27(13), 1463–1469. <https://doi.org/10.1080/02640410903131681>
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: Explanation and elaboration. *PLoS Medicine*, 6(7), 339. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>
- Lin, Y., & Cai, H. (2009). A method for building a real-time cluster-based continuous mental workload scale. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 10(6), 531–543. <https://doi.org/10.1080/14639220902836547>
- Liu, J., Gardi, A., Ramasamy, S., Lim, Y., & Sabatini, R. (2016). Cognitive pilot-aircraft interface for single-pilot operations. *Knowledge-Based Systems*, 112, 37–53. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2016.08.031>
- Lopes, T. R., Oliveira, D. M., Simurro, P. B., Akiba, H. T., Nakamura, Fá. Y., Okano, A. H., Dias, Á. M., & Silva, B. M. (2020). No sex difference in mental fatigue effect on high-level runners' aerobic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 52(10), 2207–2216. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002346>
- Los Arcos, A., Mendez-Villanueva, A., & Martínez-Santos, R. (2017). In-season training periodization of professional soccer players. *Biology of Sport*, 34(2), 149–155. <https://doi.org/10.5114/biolport.2017.64588>
- Machado, J. C., Ribeiro, J., Palheta, C. E., Alcântara, C., Barreira, D., Guilherme, J., Garganta, J., & Scaglia, A. J. (2019). Changing rules and configurations during soccer small-sided and conditioned games. How does it impact teams' tactical behavior? *Frontiers in Psychology*, 10, 1554. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01554>

- Malone, J. J., Lovell, R., Varley, M. C., & Coutts, A. J. (2017). Unpacking the black box: Applications and considerations for using gps devices in sport. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *12*, 2, 18–26. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0236>
- Malone, S., Owen, A., Newton, M., Mendes, B., Tiernan, L., Hughes, B., & Collins, K. (2018). Wellbeing perception and the impact on external training output among elite soccer players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *21*(1), 29–34. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.03.019>
- Marcora, S. M., Staiano, W., & Manning, V. (2009). Mental fatigue impairs physical performance in humans. *Journal of Applied Physiology*, *106*(3), 857–864. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.91324.2008>
- Marcora, S. M., Staiano, W., & Merlini, M. (2015). A randomized controlled trial of Brain Endurance Training (BET) to reduce fatigue during exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *45*(5S), 198. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000476967.03579.44>
- Martin, K., Meeusen, R., Thompson, K. G., Keegan, R., & Rattray, B. (2018). Mental fatigue impairs endurance performance: A physiological explanation. *Sports Medicine*, *48*(9), 2041–2051. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0946-9>
- Martin, K., Staiano, W., Menaspà, P., Hennessey, T., Marcora, S., Keegan, R., Thompson, K. G., Martin, D., Halson, S., & Rattray, B. (2016). Superior inhibitory control and resistance to mental fatigue in professional road cyclists. *PLoS ONE*, *11*(7), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159907>
- Mason, R. J., Farrow, D., & Hattie, J. A. C. (2020). Sports coaches' knowledge and beliefs about the provision, reception, and evaluation of verbal feedback. *Frontiers in Psychology*, *11*, 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.571552>

- Mason, R. J., Farrow, D., & Hattie, J. A. C. (2021). An exploratory investigation into the reception of verbal and video feedback provided to players in an Australian Football League club. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 16(1), 181–191. <https://doi.org/10.1177/1747954120951080>
- McCormick, A., Meijen, C., & Marcora, S. (2015). Psychological determinants of whole-body endurance performance. *Sports Medicine*, 45, 997–1015. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0319-6>
- McHugh, M. L. (2012). Interrater reliability: The kappa statistic. *Biochemia Medica*, 22(3), 276–282.
- MeAuley, E., & Courneya, K. S. (1994). The Subjective Exercise Experiences Scale (SEES): Development and preliminary validation. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 16(2), 163–177. <https://doi.org/10.1123/jsep.16.2.163>
- Meeusen, R., Van Cutsem, J., & Roelands, B. (2020). Endurance exercise-induced and mental fatigue and the brain. *Experimental Physiology*, 3189, 1–5. <https://doi.org/10.1113/EP088186>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *BMJ*, 339 (7716), 332–336. <https://doi.org/10.1136/bmj.b2535>
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2005). Fatigue in soccer: A brief review. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 593–599. <https://doi.org/10.1080/02640410400021286>
- Munch, T. N., Strömgen, A. S., Pedersen, L., Petersen, M. A., Hoermann, L., & Groenvold, M. (2006). Multidimensional measurement of fatigue in advanced cancer patients in palliative care: An application of the Multidimensional Fatigue Inventory. *Journal of Pain and Symptom Management*, 31(6), 533–541.

<https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2005.11.012>

- Neal, A., Hannah, S., Sanderson, P., Bolland, S., Mooij, M., & Murphy, S. (2014). Development and validation of a multilevel model for predicting workload under routine and nonroutine conditions in an air traffic management center. *Human Factors*, 56(2), 287–305. <https://doi.org/10.1177/0018720813491283>
- Nedelec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2012). Recovery in Soccer: Part I-post-match fatigue and time course of recovery. *Sports Medicine*, 42(12), 997–1015. <https://doi.org/10.2165/11635270-000000000-00000>
- Oliva-Lozano, J. M., Riboli, A., Fortes, V., & Muyor, J.M. (2023). Monitoring physical match performance relative to peak locomotor demands: implications for training professional soccer players. *Biology of Sport*, 40(2), 553–560. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2023.116450>
- Olthof, S. B. H., Frencken, W. G. P., & Lemmink, K. A. P. M. (2018). Match-derived relative pitch area changes the physical and team tactical performance of elite soccer players in small-sided soccer games. *Journal of Sports Sciences*, 36(14), 1557–1563. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1403412>
- Ometto, L., Vasconcellos, F. V., Cunha, F. A., Teoldo, I., Souza, C. R. B., Dutra, M. B., O’Sullivan, M., & Davids, K. (2018). How manipulating task constraints in small-sided and conditioned games shapes emergence of individual and collective tactical behaviours in football: A systematic review. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 13(6), 1200–1214. <https://doi.org/10.1177/1747954118769183>
- Pageaux, B., & Lepers, R. (2018). The effects of mental fatigue on sport-related performance. *Progress in Brain Research*, 240, 291–315. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2018.10.004>

- Patel, A. N., Howard, M. D., Roach, S. M., Jones, A. P., Bryant, N. B., Robinson, C. S. H., Clark, V. P., & Pilly, P. K. (2018). Mental state assessment and validation using personalized physiological biometrics. *Frontiers in Human Neuroscience*, *12*, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00221>
- Pol, R., Balagué, N., Ric, A., Torrents, C., Kiely, J., & Hristovski, R. (2020). Training or Synergizing? Complex systems principles change the understanding of sport processes. *Sports Medicine - Open*, *6*(1), 28. <https://doi.org/10.1186/s40798-020-00256-9>
- Polit, D., & Hungler, B. (2000). *Investigación científica en Ciencias de la Salud* (6^a ed.). McGraw-Hill.
- Ponce-Bordón, J. C., García-Calvo, T., López-Gajardo, M. Á., Díaz-García, J., & González-Ponce, I. (2022). How does the manipulation of time pressure during soccer tasks influence physical load and mental fatigue? *Psychology of Sport and Exercise*, *63*, 102253. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2022.102253>
- Ponce-Bordón, J. C., López-Gajardo, M. Á., Leo, F. M., Pulido, J. J., & García-Calvo, T. (2020). Effect of training-task orientation in women's football. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Física y El Deporte*, *21* (84), 713-727. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2021.84.006>
- Pons, E., García-Calvo, T., Resta, R., Blanco, H., López-del Campo, R., Díaz-García, J., & Pulido, J. J. (2019). A comparison of a GPS device and a multi-camera video technology during official soccer matches: Agreement between systems. *PLoS ONE*, *14*(8), e0220729. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220729>
- Pons, E., Ponce-Bordón, J. C., Díaz-García, J., Del Campo, R. L., Resta, R., Peirau, X., & García-Calvo, T. (2021). A longitudinal exploration of match running

- performance during a football match in the spanish la liga: A four-season study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3), 1133. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031133>
- Porro, B., Michel, A., Zinzindohoué, C., Bertrand, P., Monrigal, E., Trentini, F., Baussard, L., & Cousson-Gélie, F. (2019). Quality of life, fatigue and changes therein as predictors of return to work during breast cancer treatment. *Scandinavian Journal of Caring Sciences*, 33, (2), 467-477. <https://doi.org/10.1111/scs.12646>
- Price, E., Moore, G., Galway, L., & Linden, M. (2017). Validation of a smartphone-based approach to in situ cognitive fatigue assessment. *JMIR MHealth and UHealth*, 5(8), e125. <https://doi.org/10.2196/mhealth.6333>
- Proost, M., Habay, J., De Wachter, J., De Pauw, K., Rattray, B., Meeusen, R., Roelands, B., & Van Cutsem, J. (2022). How to tackle mental fatigue: A systematic review of potential countermeasures and their underlying mechanisms. *Sports Medicine*, 52, 2129–2158. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01678-z>
- Puspasari, M. A., Iridiastadi, H., Sitalaksana, I. Z., & Sjafruddin, A. (2017). Effect of driving duration on EEG fluctuations. *International Journal of Technology*, 8(6), 1089–1096. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v8i6.716>
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Abt, G., Chamari, K., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2007). Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 659–666. <https://doi.org/10.1080/02640410600811858>
- Rubio-Morales, A., Díaz-García, J., Barbosa, C., Habay, J., López-Gajardo, M. A., & García-Calvo, T. (2022). Do cognitive, physical, and combined tasks induce similar levels of mental fatigue? Testing the effects of different moderating

- variables. *Motor Control*, 0, 1–19. <https://doi.org/https://doi.org/10.1123/mc.2022-0042>
- Russell, S., Jenkins, D. G., Halson, S. L., Juliff, L. E., Connick, M. J., & Kelly, V. G. (2022). Mental fatigue over 2 elite netball seasons: A case for mental fatigue to be included in athlete self-report measures. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(2), 160–169. <https://doi.org/https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0028>
- Russell, S., Jenkins, D. G., Halson, S. L., Juliff, L. E., & Kelly, V. G. (2022). How do elite female team sport athletes experience mental fatigue? Comparison between international competition, training and preparation camps. *European Journal of Sport Science*, 22, 877–887. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1897165>
- Russell, S., Jenkins, D., Halson, S., & Kelly, V. (2020). Changes in subjective mental and physical fatigue during netball games in elite development athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(6), 615–620. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.12.017>
- Russell, S., Jenkins, D., Rynne, S., Halson, S. L., & Kelly, V. (2019). What is mental fatigue in elite sport? Perceptions from athletes and staff. *European Journal of Sport Science*, 19(10), 1367–1376. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1618397>
- Russell, S., Jenkins, D., Smith, M. R., Halson, S., & Kelly, V. (2019). The application of mental fatigue research to elite team sport performance: New perspectives. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(6), 723–728. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.12.008>
- Russell, S., Kelly, V. G., Halson, S. L., & Jenkins, D. G. (2020). Cognitive load in sport. In Salmon, P.M., McLean, S., Dallat, C., Mansfield, N., Solomon, C., &

- Hulme, A. (Eds.), *Human Factors and Ergonomics in Sport* (pp. 181–200). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781351060073-14>
- Sampaio, J. E., Lago, C., Gonçalves, B., Maçãs, V. M., & Leite, N. (2014). Effects of pacing, status and unbalance in time motion variables, heart rate and tactical behaviour when playing 5-a-side football small-sided games. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *17*, 229–233. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.04.005>
- Scantlebury, S., Till, K., Atkinson, G., Sawczuk, T., & Jones, B. (2017). The within-participant correlation between s-RPE and heart rate in youth sport. *Sports Medicine International Open*, *1*(6), 195–199. <https://doi.org/10.1055/s-0043-118650>
- Schubart, J. R., Schaefer, E., Hakim, A. J., Francomano, C. A., & Bascom, R. (2019). Use of cluster analysis to delineate symptom profiles in an Ehlers-Danlos Syndrome patient population. *Journal of Pain and Symptom Management*, *58*(3), 427–436. <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2019.05.013>
- Shuman-Paretsky, M., Zemon, V., Foley, F. W., & Holtzer, R. (2017). Development and validation of the State-Trait Inventory of Cognitive Fatigue in community-dwelling older adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *98*(4), 766–773. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2016.07.024>
- Silva, J. R., Rumpf, M. C., Hertzog, M., Castagna, C., Farooq, A., Girard, O., & Hader, K. (2018). Acute and residual soccer match-related fatigue: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, *48*(3), 539–583. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0798-8>
- Smith, M. R., Chai, R., Nguyen, H. T., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Comparing the effects of three cognitive tasks on indicators of mental fatigue. *Journal of Psychology: Interdisciplinary and Applied*, *153*(8), 759–783.

<https://doi.org/10.1080/00223980.2019.1611530>

Smith, M. R., Coutts, A. J., Merlini, M., Deprez, D., Lenoir, M., & Marcora, S. M. (2016). Mental fatigue impairs soccer-specific physical and technical performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(2), 267–276. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000762>

Smith, M. R., Fransen, J., Deprez, D., Lenoir, M., & Coutts, A. J. (2017). Impact of mental fatigue on speed and accuracy components of soccer-specific skills. *Science and Medicine in Football*, 1(1), 48–52. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1252850>

Smith, M. R., Thompson, C., Marcora, S. M., Skorski, S., Meyer, T., & Coutts, A. J. (2018). Mental fatigue and soccer: Current knowledge and future directions. *Sports Medicine*, 48(7), 1525–1532. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0908-2>

Smith, M. R., Zeuwts, L., Lenoir, M., Hens, N., De Jong, L. M. S., & Coutts, A. J. (2016). Mental fatigue impairs soccer-specific decision-making skill. *Journal of Sports Sciences*, 34(14), 1297–1304. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1156241>

Smith, R. E., Smoll, F. L., & Hunt, E. (1977). A system for the behavioral assessment of athletic coaches. *Research Quarterly of the American Alliance for Health, Physical Education and Recreation*, 48(2), 401–407. <https://doi.org/10.1080/10671315.1977.10615438>

Staiano, W., Merlini, M., Romagnoli, M., Kirk, U., Ring, C., & Marcora, S. (2022). Brain Endurance Training improves physical, cognitive, and multitasking performance in professional football players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(12), 1732–1740. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2022-0144>

- Sullivan, C., Bilsborough, J. C., Cianciosi, M., Hocking, J., Cordy, J., & Coutts, A. J. (2014). Match score affects activity profile and skill performance in professional Australian Football players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(3), 326–331. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.05.001>
- Sun, Y., Lim, J., Meng, J., Kwok, K., Thakor, N., & Bezerianos, A. (2014). Discriminative analysis of brain functional connectivity patterns for mental fatigue classification. *Annals of Biomedical Engineering*, 42(10), 2084–2094. <https://doi.org/10.1007/s10439-014-1059-8>
- Swann, C., Moran, A., & Piggott, D. (2015). Defining elite athletes: Issues in the study of expert performance in sport psychology. *Psychology of Sport and Exercise*, 16(1), 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.07.004>
- Thompson, C. J., Fransen, J., Skorski, S., Smith, M. R., Meyer, T., Barrett, S., & Coutts, A. J. (2019). Mental fatigue in football: Is it time to shift the goalposts? An evaluation of the current methodology. *Sports Medicine*, 49(2), 177–183. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-1016-z>
- Thompson, C. J., Noon, M., Towlson, C., Perry, J., Coutts, A. J., Harper, L. D., Skorski, S., Smith, M. R., Barrett, S., & Meyer, T. (2020). Understanding the presence of mental fatigue in English academy soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 38(13), 1524–1530. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1746597>
- Thompson, C. J., Smith, A., Coutts, A. J., Skorski, S., Datson, N., Smith, M. R., & Meyer, T. (2021). Understanding the presence of mental fatigue in elite female football. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 15, 1–12. <https://doi.org/10.1080/02701367.2021.1873224>
- Trecroci, A., Boccolini, G., Duca, M., Formenti, D., & Alberti, G. (2020). Mental fatigue impairs physical activity, technical and decision-making performance

- during small-sided games. *PLoS ONE*, *15*, 1–12.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238461>
- Valles, M. (2003). *Técnicas cualitativas de investigación social: Reflexión metodológica y práctica profesional*. Síntesis.
- Van Cutsem, J., De Pauw, K., Buyse, L., Marcora, S., Meeusen, R., & Roelands, B. (2017). Effects of mental fatigue on endurance performance in the heat. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *49*(8), 1677–1687.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001263>
- Van Cutsem, J., De Pauw, K., Marcora, S., Meeusen, R., & Roelands, B. (2018). A caffeine-maltodextrin mouth rinse counters mental fatigue. *Psychopharmacology*, *235*(4), 947–958. <https://doi.org/10.1007/s00213-017-4809-0>
- Van Cutsem, J., De Pauw, K., Vandervaeren, C., Marcora, S., Meeusen, R., & Roelands, B. (2019). Mental fatigue impairs visuomotor response time in badminton players and controls. *Psychology of Sport and Exercise*, *45*, 1–8.
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2019.101579>
- Van Cutsem, J., & Marcora, S. (2021). The effects of mental fatigue on sport performance. In Englert, C. & Taylor, I. (Eds.), *Motivation and self-regulation in sport and exercise* (pp. 134–148). Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9781003176695>
- Van Cutsem, J., Marcora, S., De Pauw, K., Bailey, S., Meeusen, R., & Roelands, B. (2017). The effects of mental fatigue on physical performance: A systematic review. *Sports Medicine*, *47*(8), 1569–1588. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0672-0>
- Van Cutsem, J., Roelands, B., Pluym, B., Tassignon, B., Verschueren, J. O., De Pauw, K., & Meeusen, R. (2020). Can creatine combat the mental fatigue-associated

- decrease in visuomotor skills? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 52(1), 120–130. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002122>
- Van Cutsem, J., Van Schuerbeek, P., Pattyn, N., Raeymaekers, H., De Mey, J., Meeusen, R., & Roelands, B. (2022). A drop in cognitive performance , whodunit ? Subjective mental fatigue , brain deactivation or increased parasympathetic activity ? It ' s complicated ! *CORTEX*, 155, 30–45. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2022.06.006>
- Van Hoye, K., Boen, F., & Lefevre, J. (2015). The impact of different degrees of feedback on physical activity levels: A 4-week intervention study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(6), 6561–6581. <https://doi.org/10.3390/ijerph120606561>
- Vater, C., Roca, A., & Williams, A. M. (2016). Effects of anxiety on anticipation and visual search in dynamic, time-constrained situations. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, 5(3), 179–192. <https://doi.org/10.1037/spy0000056>
- Verschueren, J. O., Tassignon, B., Proost, M., Teugels, A., Van Cutsem, J., Roelands, B., Verhagen, E., & Meeusen, R. (2020). Does mental fatigue negatively affect outcomes of functional performance tests? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 52(9), 2002–2010. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002323>
- Vilar, L., Esteves, P., Travassos, B., Passos, P., Lago-Peñas, C., & Davids, K. (2014). Varying numbers of players in small-sided soccer games modifies action opportunities during training. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 9(5), 1007–1018. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.9.5.1007>
- Visser-Keizer, A. C., Hogenkamp, A., Westerhof-Evers, H. J., Egberink, I. J., & Spikman, J. M. (2015). Dutch multifactor fatigue scale: A new scale to measure the different aspects of fatigue after acquired brain injury. *Archives of Physical*

Medicine and Rehabilitation, 96(6), 1056–1063.

<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.12.010>

Wilson, M. R., Wood, G., & Vine, S. J. (2009). Anxiety, attentional control, and performance impairment in penalty kicks. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 31, 761–775. <https://doi.org/10.1123/jsep.31.6.761>

Yang, C. M., & Wu, C. H. (2005). The Situational Fatigue Scale: A different approach to measuring fatigue. *Quality of Life Research*, 14(5), 1357–1362. <https://doi.org/10.1007/s11136-004-5680-0>

Zhang, M., Sparer, E. H., Murphy, L. A., Dennerlein, J. T., Fang, D., Katz, J. N., & Caban-Martinez, A. J. (2015). Development and validation of a Fatigue Assessment Scale for U.S. construction workers. *American Journal of Industrial Medicine*, 58(2), 220–228. <https://doi.org/10.1007/s10741-014-9462-7>

Zwierko, T., Jedziniak, W., Florkiewicz, B., Stępiński, M., Buryta, R., Kostrzewa-Nowak, D., Nowak, R., Popowczak, M., & Woźniak, J. (2019). Oculomotor dynamics in skilled soccer players: The effects of sport expertise and strenuous physical effort. *European Journal of Sport Science*, 19(5), 612–620. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1538391>

Anexos

ANEXOS



CONSENTIMIENTO INFORMADO



Modelo de consentimiento informado

MODELO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL DEPORTISTA

Proyecto: Análisis de la carga y fatiga mental en el fútbol

Investigador: Jesús Díaz García

POR FAVOR, LEA DETENIDAMENTE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO Y ASEGÚRESE QUE ENTIENDE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN. POR FAVOR SI ESTÁ DE ACUERDO EN PARTICIPAR EN ESTE ESTUDIO, FIRME ESTE DOCUMENTO. POR SU FIRMA RECONOCE QUE HA SIDO INFORMADO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO, DE SUS REQUISITOS Y SUS RIESGOS Y QUE ACEPTA LIBREMENTE PARTICIPAR EN ÉL. UNA COPIA DEL PRESENTE DOCUMENTO LE SERÁ ENTREGADA.

OBJETO DEL ESTUDIO.

Ha sido invitado/a a participar en un estudio de investigación dirigido a jugadores de fútbol.

PROCEDIMIENTOS Y DURACIÓN DEL ESTUDIO.

El único procedimiento al que será sometido/a será a la realización de un dossier de cuestionarios. Los datos que cede serán utilizados exclusivamente con finalidad de investigación sin ánimo de lucro.

RESULTADOS DEL ESTUDIO.

Se tratarán con total confidencialidad de acuerdo con la Declaración de Helsinki y la Ley 14/2007, de Investigación biomédica.

RIESGOS DERIVADOS DE LA PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO.

No existe ningún tipo de riesgo en la realización de este proyecto.

BENEFICIOS.

La participación en el proyecto no será recompensada económicamente. Aparte de lo comentado anteriormente, se estima que el desarrollo del estudio en el que participará comportará conocimiento sobre la carga y la fatiga mental en el fútbol.

COSTES.

El coste de los desplazamientos a cada uno de los equipos deportivos serán cubiertos por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte gracias al contrato pre-doctoral FPU. Su participación no le supondrá ningún coste

El investigador principal, puede ser contactado en cualquier momento en el siguiente teléfono, 689914911, a fin de recabar información acerca del proyecto y en la siguiente dirección:

Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal

Facultad de Ciencias del Deporte (Cáceres)

Av. Universidad s/n

10003 Cáceres

CONFIDENCIALIDAD DE SU MUESTRA.

De acuerdo con la normativa legal vigente, los resultados de las muestras se tratarán con total confidencialidad. El protocolo de recogida de datos será archivado, y a cada participante se le asignará una clave de tal modo que no pueda relacionarse los datos de los cuestionarios con la identidad del sujeto. Los datos serán anonimizados, asegurando la imposibilidad de inferir su identidad, para su estudio y potencial análisis ulterior.

El investigador principal del proyecto se compromete a que la confidencialidad de los datos que se puedan obtener en dicho proyecto será escrupulosamente observada, y que los datos personales de los sujetos participantes no serán conocidos por los investigadores del proyecto.

El investigador principal del proyecto se compromete a no utilizar los datos para otros estudios diferentes a los de este proyecto y a no traspasar los datos a otros posibles proyectos o equipos de investigación.

Para todo lo no previsto en este documento, se aplicará la legislación vigente sobre protección de datos de carácter personal (Ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica, BOE 274 de 15 de noviembre de 2002; Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal; BOE 298 de 14 de diciembre de 1999; Real Decreto 1720/2007, de 21 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de protección de datos de carácter personal, BOE 17 de 19 de enero de 2008), sobre investigación biomédica (Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación biomédica; BOE 159 de 4 de julio de 2007) y cualquier otra que resultara aplicable. Los resultados del estudio pueden ser publicados en revistas científicas o publicaciones de carácter general.

No obstante, la información concerniente a su participación será mantenida como confidencial.

Recibirá una copia de esta hoja de información y del consentimiento informado firmado por usted.

DECLARACIÓN DEL PADRE/MADRE/ TUTOR/A.

He sido informado por el personal relacionado con el proyecto mencionado:

- De las ventajas e inconvenientes de este procedimiento.
- Del fin para el que se utilizarán los datos rellenados por mi hijo/a
- Que los datos serán proporcionados de forma anónima a los investigadores del proyecto.
- Que en cualquier momento puedo solicitar información genérica sobre los estudios para los que se han utilizado los datos
- Que he comprendido la información recibida y he podido formular todas las preguntas que he creído oportunas.

Usted tiene derecho de dejar participar o no en la investigación y de retirar su consentimiento en cualquier momento.

SE ME HA PROPORCIONADO COPIA DEL PRESENTE DOCUMENTO.
ACEPTO QUE MI HIJO/A PARTICIPE EN ESTE ESTUDIO.

Nombre:..... Firma:

- Declaración del investigador principal que ha informado debidamente al padre, madre, tutor/a

Nombre: Jesús Díaz García

Firma:

ARTÍCULOS





Systematic Review

Mental Load and Fatigue Assessment Instruments: A Systematic Review

Jesús Díaz-García ¹, Inmaculada González-Ponce ^{2,*}, José Carlos Ponce-Bordón ¹,
Miguel Ángel López-Gajardo ¹, Iván Ramírez-Bravo ¹, Ana Rubio-Morales ¹ and Tomás García-Calvo ¹

¹ Faculty of Sport Sciences, University of Extremadura, 10003 Cáceres, Spain; jdiaz@unex.es (J.D.-G.); jponcebo@gmail.com (J.C.P.-B.); malopezgajardo@unex.es (M.Á.L.-G.); ivannramirez@gmail.com (I.R.-B.); anarubmor94@gmail.com (A.R.-M.); tgarcia@unex.es (T.G.-C.)

² Faculty of Education, University of Extremadura, 06006 Badajoz, Spain

* Correspondence: ingopo@unex.es

Abstract: Mental load and fatigue are important causes of performance decreases and accidents in different activities. However, a robust systematic review, detailing the instruments used to quantify them, is currently lacking. The purpose of this study was to summarize and classify by derivations the validated instruments used to quantify mental load and fatigue. The most representative electronic databases in the scope of this review, PubMed, WOS, Scopus, SPORTDiscus, and PsycINFO (until September 2020) were searched for studies that included instruments to analyze mental load and fatigue. The quality of the selected studies was scored using a quality assessment checklist. A total of 40 papers were included. Most of the papers used subjective scales (75%) to quantify mental load and fatigue, with a small presence of behavioral ($n = 5$) and objective techniques ($n = 5$). Less is known about the analysis of mental load and fatigue using a combination of derivations. Despite the high cost and complexity of objective techniques, research that applies these measures is important for further analysis of brain processes in mental load and fatigue. The design of a battery of tests that include the three types of derivations also seems necessary.

Keywords: cognitive fatigue; mental health; assessment procedure; measurement; validity



Citation: Díaz-García, J.; González-Ponce, I.; Ponce-Bordón, J.C.; López-Gajardo, M.Á.; Ramírez-Bravo, I.; Rubio-Morales, A.; García-Calvo, T. Mental Load and Fatigue Assessment Instruments: A Systematic Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 419. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010419>

Academic Editor: Paul B. Tchounwou

Received: 19 October 2021
Accepted: 28 December 2021
Published: 31 December 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

Fatigue can be caused by excessive mental and/or physical demands, but the analysis of fatigue has focused on physical aspects [1]. Physical fatigue causes impairments in the traditional physiological variables (i.e., heart rate, blood lactate, or oxygen uptake). Contrary to physical fatigue, mental fatigue is not associated with these impairments, although the specific role of the brain has been demonstrated in mental fatigue [2]. Mental fatigue is apparently caused by excessive mental demands [3], and some authors have used the term “mental load” to refer to it [4]. Mental load and fatigue have been widely associated with specific performance decreases or an increase in the risk of accidents [1,5]. Although the impairments caused by mental aspects reveal the importance of quantifying these variables, a robust systematic review of the available instruments used to quantify mental load and fatigue is currently lacking. This information may enhance the importance of controlling these variables and facilitate experts' choices of the most adequate instrument according to their needs.

Mental fatigue represents a psychobiological state with subjective (e.g., an increase in feelings of tiredness), behavioral (e.g., motivation decrease or reaction time increase), and physiological (e.g., alterations in the electroencephalogram signal) derivations in humans [6]. This psychobiological state is caused by brain-demanding tasks (i.e., mental load), with a relevant role of emotional (e.g., anxiety or stress) and cognitive (e.g., working memory or cognitive flexibility) aspects [6]. This should be considered in the analysis of mental load and fatigue, although most of the studies performed have used the cognitive

aspects of mental fatigue [6]. For example, the case of Simon Biles or the different episodes observed during the COVID-19 are examples of how emotional aspects may impair health and performance.

Specifically, it has been observed that mental load and fatigue may impair human physical performance [6]. Some authors have stated that this phenomenon occurs through the increase in the subjective Ratio of Perceived Exertion, whereas other performance indicators, such as accuracy, tactical decisions, or reaction time, may be impaired by excessive accumulation of mental fatigue [1]. These impairments have been observed in different contexts such as medical surgery, construction work, or athletic settings [1]. Although the accumulation of extracellular adenosine or impairments in cognitive functions are possible explanations of this phenomenon, more studies are necessary to clarify the causes underlying these impairments.

However, it is difficult to analyze the causes and consequences of mental fatigue. Several covariables influence the mental fatigue induced by task performance, such as task difficulty, engagement, duration, or enjoyment/aversion [7]. In addition, a large number of individual differences could explain why the same task does not induce the same level of mental fatigue in different subjects or why mental fatigue manifests with different derivations (i.e., subjective, behavioral, or physiological) among participants [8]. Van Cutsem and Marcora [7] strongly recommend the use of a combination of several derivations (i.e., subjective, behavioral, and physiological) of mental fatigue as the best approach to identify its presence. Changes in all three areas do not necessarily appear in mentally fatiguing conditions, and they could depend on the subjects' individual characteristics. For example, cognitive performance does not necessarily decline in presence of mental fatigue due to the effect of the compensatory effort system [6–9]. Therefore, the use of different measures of mental fatigue may identify the causes of mental fatigue or explain why mental fatigue impairs performance.

Despite these recommendations, few existing procedures allow experts to assess mental load and fatigue, making them difficult to control [3]. On the one hand, different instruments have been used for this purpose indirectly, subjectively, and behaviorally. For mental load, we find the (i) NASA Task Load Index [10], (ii) the Subjective Mental Workload Scale (SCAM) developed by Ceballos-Vásquez et al. [11], or (iii) the “StuMMBE-Q” [12], among others. For mental fatigue, the subjectively reported Visual Analogue Scale (VAS) has been the most used instrument. Despite the high reliability and validity of these instruments, information about brain processes is lacking. On the other hand, objective instruments have also been used for this purpose. Pupil dilation [13], eye tracking [10], and different electrophysiological indicators such as electroencephalography (EEG; [14]) or brain functional connectivity patterns [15] have been recommended by authors to quantify mental load and fatigue. Although these measures are necessary to increase the quality of the data of mental fatigue, the high cost and the low ecological validity of the data extracted (e.g., EEG requires a sedentary activity to perform the measures; therefore, in a sport-specific context, experts cannot quantify the mental activity) of many of these instruments makes their use difficult.

The Present Study

Consequently, although the importance of mental variables in daily activities, work, or sports has increased because of the negative consequences of mental load and fatigue, it is difficult to choose a valid instrument to assess mental load and fatigue considering the different derivations caused by mental fatigue. Therefore, the first research question of this study is: What instruments exist to quantify mental load and mental fatigue? Consequently, the main purpose of this study was to summarize the instruments used to quantify mental load and fatigue. The second research question is: What instruments are more adequate to quantify each specific derivation of mental fatigue? Hence, we have also classified them by the type of derivation quantified to allow experts to choose the most adequate

single instrument or battery of instruments, following the recommendations of using a combination of instruments for different derivations.

2. Materials and Methods

With this systematic review, we methodologically and comprehensively searched, appraised, and synthesized research evidence [16] for studies, aiming to identify the instruments used to quantify mental load and fatigue. This research was developed following the Preferred Report Elements for systematic reviews and meta-analyses (PRISMA) recommendations for systematic reviews [17] and the elements chosen for review [18]. Furthermore, this review was preregistered using the international prospective register of Systematic Reviews and Meta-analysis (PROSPERO [19,20]; registration: CRD42020167775).

2.1. Eligibility Criteria and Search Strategy

We followed the systematic review procedure suggested by Grant and Booth [16]. We included original empirical research papers published each year until September 2020 (i.e., we did not specify the start of the year, including all articles published until September 2020). Papers selected for analysis were found through searches of the most representative electronic databases for the scope of this review: PsycINFO, PubMed, Scopus, SPORTDiscus, and Web of Science. To identify the studies that used instruments to analyze mental load and mental fatigue, the authors used broad inclusion criteria, and all relevant research was included in the present study [21]. The following search terms were used to explore electronic journals: (i) mental load or mental fatigue; (ii) assessment OR measurement OR instrument; and (iii) validation. In each of the databases, the advanced search option was used to obtain the best combination and to access all possible research within our study framework. For example, in the Web of Science database, the following search was performed: TS = (“mental load” OR “mental fatigue”) AND TS = (“assessment” OR “measurement” OR “instrument”) AND TS = (“validation”). In addition to the search carried out in the databases, we performed a manual search to identify additional works to include in the study.

Before beginning the investigation, the inclusion and exclusion criteria were established to correctly define the objectives of this systematic review. Considering the search terms, we decided to include all the available works in each database, including all the languages present in each investigation. In addition, all articles published at any time before September 2020 were included. Another inclusion criterion was that all documents were original, with the full text available for analysis [22]. Articles with some measure or validity instrument on mental load or mental fatigue were also included.

2.2. Study Selection and Data Collection Process

Within the screening system, after reading the title and summary, the full text of the articles that were considered suitable for the review was selected to be evaluated and introduced into the study. The PRISMA flowchart (Figure 1) represents the filtering system for the final collection of the selected sample to complete the preparation of the current review. An expert meeting was held at each of the filters to determine the inclusion or exclusion of the different works previously analyzed. Figure 1 also shows the number of documents included and excluded in each of the phases of the screening process.

At the end of the search in the different databases, a total of 327 potential studies was obtained, of which 94 were eliminated for duplication and 158 due to the topic. Subsequently, 21 studies were eliminated for lack of the full text, and 14 because they did not meet the established quality criteria. After this selection process, a total of 40 articles was obtained.

All these steps were performed independently by two researchers following the same criteria. Kappa statistic (k) was employed to test the percentage of interrater agreement, indicating strong agreement between the two raters ($k = 0.85$, [23,24]). Discrepancies were discussed with a third reviewer until 100% consensus was reached.

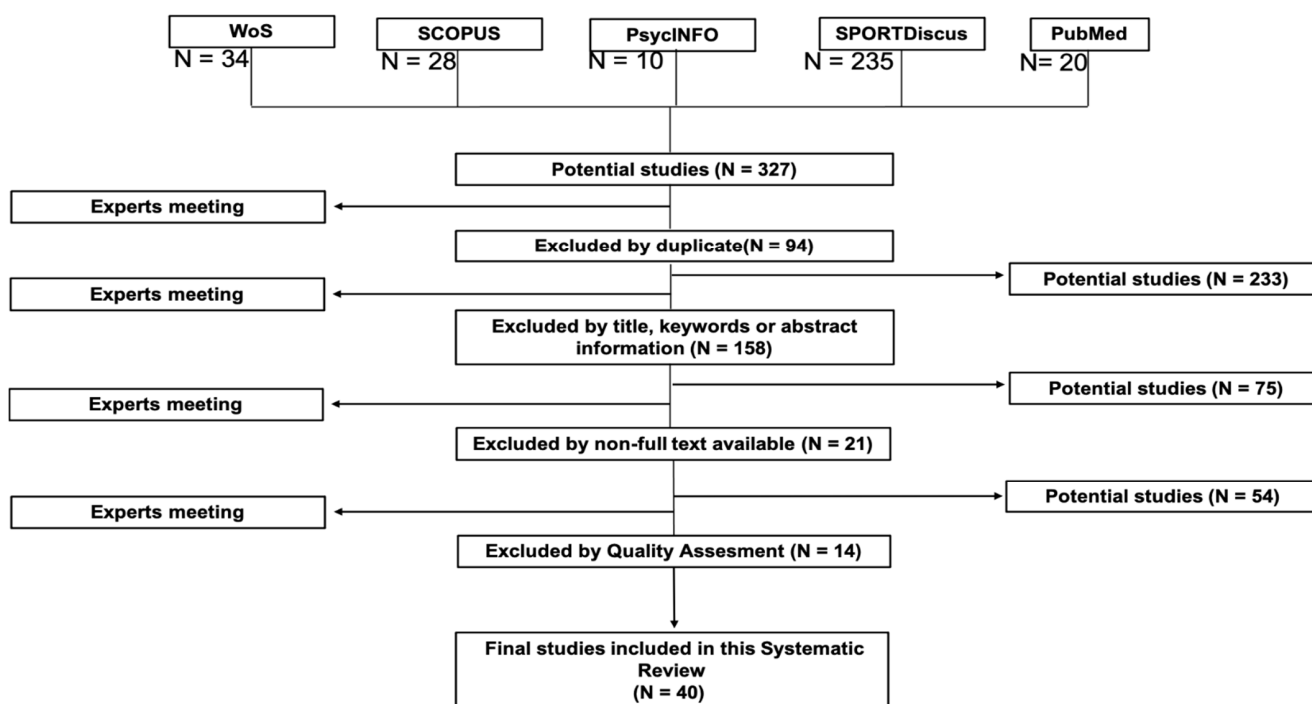


Figure 1. Process followed for the systematic review to classify by areas the validated instruments used to quantify mental load and fatigue.

2.3. Data Synthesis

Once the definitive studies were selected, a synthesis of the information and the most important characteristics of each article were extracted. Data relating to the instrument used, authors and year of publication, sample characteristics (i.e., number of volunteers, sex, age), and other instruments used for comparison were extracted. The results and conclusions to analyze the validity and reliability were collected. Thus, the studies were overviewed and compared, allowing us to evaluate the current state of research on mental load and mental fatigue assessment, which was divided into different sections. Due to the diversity of derivations through which mental load or mental fatigue was assessed, each document was assigned to one of the three subsequently established categories: (i) mental load and fatigue assessment instruments for subjective derivations; (ii) mental load and fatigue assessment instruments for behavioral derivations; (iii) mental load and fatigue assessment instruments for physiological derivations.

2.4. Quality Assessment

The quality of all studies was evaluated using the quantitative assessment tool ‘Qual-Syst’ [25]. This validated checklist consists of 14 sections, each assessing a different measurement property (see Table 1). Each item within a section is scored on a three-point scale depending on the degree to which the specific criteria were met (yes = 2, partial = 1, no = 0). A score of >0.75 indicated strong quality, a score between 0.75 and 0.50 indicated moderate quality, and a score <0.50 indicated weak quality. The term “NA” was used for those items without a particular study design, which were excluded from the calculation of the summary score. This process was carried out by two reviewers (M.A.L.G. and J.C.P.B.), and discrepancies were discussed with a third reviewer (J.D.G.) until 100% consensus was reached. Likewise, the Kappa statistic (k) was employed to test the percentage of interrater reliability [26]. These steps were performed by two reviewers. The agreement between researchers reflected in the kappa coefficient ($\kappa = 0.84$, $k = 0.85$) indicated a strong initial agreement between the two raters [23,24]. Regarding quality assessments within individual studies, the kappa coefficient ($\kappa = 0.91$) indicated a strong initial agreement between the two raters [23,24]. Quality assess-

ment of these 40 selected articles showed that 30 articles were of strong quality, 8 articles were of moderate quality, and 2 articles were of weak quality (see Table 1).

Table 1. Quality assessment ‘Qualsyst’.

Study	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Quality Score	Quality Classification
Chilcot et al. (2016) [27]	2	1	2	1	N/A	N/A	N/A	2	1	2	2	N/A	2	2	0.77	Strong
Cho et al. (2007) [28]	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	2	2	1	1	N/A	2	1	0.77	Strong
Chiu et al. (2018) [29]	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	2	1	2	1	2	2	2	0.91	Strong
Duan and Mu (2018) [30]	2	2	2	2	0	N/A	0	2	2	2	2	N/A	2	2	0.83	Strong
Fong et al. (2015) [31]	2	2	2	2	1	N/A	N/A	2	2	2	2	N/A	2	2	0.95	Strong
Visser-Keizer et al. (2015) [32]	2	2	N/A	2	N/A	N/A	N/A	2	N/A	2	2	N/A	2	2	1	Strong
Friedrich et al. (2018) [33]	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	2	2	2	2	N/A	2	2	1	Strong
Knobel et al. (2003) [34]	2	2	2	2	2	N/A	N/A	2	2	2	2	2	2	2	1	Strong
Porro et al. (2019) [35]	2	2	1	1	N/A	N/A	N/A	2	1	2	2	N/A	2	2	0.85	Strong
Zhang et al. (2015) [36]	2	2	1	2	N/A	N/A	0	0	1	2	N/A	N/A	1	2	0.65	Moderate
Kauffman et al. (2019) [37]	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	2	2	2	2	N/A	2	2	1	Strong
Kumamoto and Arai (2004) [38]	2	2	1	1	N/A	N/A	N/A	2	1	1	2	N/A	1	2	0.75	Strong
Debska et al. (2013) [39]	2	2	1	1	N/A	0	0	1	2	2	0	N/A	2	2	0.75	Strong
Bertram et al. (1990) [40]	2	2	1	1	N/A	N/A	N/A	2	1	2	2	N/A	2	2	0.85	Strong
Chuang et al. (2018) [41]	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	2	2	2	2	N/A	2	2	1	Strong
Chung et al. (2014) [42]	2	2	2	2	2	N/A	N/A	2	2	2	2	1	2	2	0.96	Strong
Elbers et al. (2012) [43]	2	2	2	2	2	N/A	N/A	2	1	2	2	1	2	2	0.92	Strong
Hagelin et al. (2007) [44]	2	2	2	1	1	N/A	N/A	2	2	2	2	1	2	1	0.83	Strong
Gentile et al. (2003) [45]	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	1	2	2	2	N/A	2	2	1	Strong
Munch et al. (2006) [46]	2	2	2	1	N/A	N/A	N/A	2	2	2	2	N/A	2	2	0.95	Strong
Schubart et al. (2019) [47]	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	2	2	2	2	N/A	2	2	1	Strong
Burke et al. (2018) [48]	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	2	2	2	0	N/A	2	2	0.90	Strong
Krell (2017) [12]	N/A	2	2	2	N/A	N/A	N/A	2	2	2	2	N/A	2	2	0.90	Strong
Lin and Cai, (2009) [49]	2	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0	0	0.30	Weak
Yang and Wu (2005) [50]	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	2	2	2	N/A	N/A	2	2	0.90	Strong
Couvy-Duchesne et al. (2017) [51]	2	2	2	1	2	N/A	N/A	1	2	2	1	1	2	2	0.83	Strong
Shuman-Paretsky et al. (2017) [52]	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	2	2	2	2	N/A	2	2	1	Strong
Ceballos-Vásquez et al. (2016) [11]	2	1	2	2	N/A	N/A	N/A	1	2	1	0	N/A	2	2	0.75	Moderate
MeAuley and Courneya (1994) [53]	1	2	2	2	N/A	N/A	N/A	1	2	1	2	N/A	2	2	0.85	Strong
Abma et al. (2013) [54]	2	2	2	0	N/A	0	N/A	2	2	2	N/A	N/A	2	2	0.80	Strong
Cimprich et al. (2011) [55]	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	1	2	2	2	N/A	2	2	0.79	Strong
Di Stasi et al. (2012) [56]	2	1	1	2	0	0	0	0	0	2	0	N/A	2	2	0.46	Weak
Puspasari et al. (2017) [57]	2	2	1	1	0	0	0	2	1	2	1	N/A	2	2	0.62	Moderate
Price et al. (2017) [58]	1	2	2	2	2	0	2	2	0	2	1	N/A	2	2	0.77	Strong
Crocetta et al. (2014) [59]	2	1	2	2	N/A	N/A	N/A	2	2	2	2	N/A	2	2	0.95	Strong
Neal et al. (2014) [60]	2	2	1	2	0	0	0	2	1	2	2	N/A	2	2	0.69	Moderate
Liu et al. (2016) [61]	2	2	N/A	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2	N/A	N/A	2	2	0.69	Moderate
Gharagozlou et al. (2015) [62]	2	2	2	1	N/A	0	0	0	1	2	0	N/A	2	2	0.58	Moderate
Patel et al. (2018) [25]	2	2	1	1	0	0	0	1	1	2	1	N/A	1	2	0.54	Moderate
Sun et al. (2014) [15]	1	N/A	N/A	2	N/A	N/A	N/A	2	N/A	2	2	N/A	2	2	0.59	Moderate

Note. Articles were presented in the same order as the Tables’ results. Criteria = 1. Alphabetical order of the instrument; 2. Alphabetical order of the authors. Punctuations: Yes = 0; partial =1, no =0. Variables: A = Question described; B = Appropriate study design; C = Appropriate subject selection; D = Characteristics described; E = Random allocation; F = Researchers blinded; G = Subjects blinded; H = Outcome measures well defined and robust against bias; I = Sample size appropriate; J = Analytic methods well described; K = Estimate of variance reported; L = Controlled for confounding variables; M = Results reported details; N = Conclusions reported by results.

3. Results

3.1. Mental Load and Mental Fatigue Assessment Instruments for Subjective Derivations

Table 2 shows the studies ($n = 31$) that have used and tested instruments for the subjective derivation of mental load and fatigue. Of these studies, 75% focused on subjective derivation. However, we observed that most of these instruments focused on terms related to mental load and fatigue but not on these specific terms. These related terms are, for example, job-related stress (e.g., Mental Workload Instrument or Fatigue Assessment Scale for Construction Workers), or chronic fatigue syndrome. Concerning the variables and instruments used to validate these instruments, most of these studies used other related scales such as the Ratio of Perceived Exertion to compare the results obtained. Some authors used the behavioral consequences of mental fatigue, such as sleep (i.e., PSQI), in comparison with the CFS and biological parameters (i.e., ECG). The population used to validate these instruments ranged from school and university students to workers and clinical patients.

Table 2. Mental load and mental fatigue assessment instruments for subjective derivations.

Mental Load or Fatigue Instrument	Authors	Sample	Instruments Used to Compare	Results	Conclusions
Chalder Fatigue Questionnaire (CFQ)	Chilcot et al. (2016)	444 participants with multiple sclerosis ($M = 45.15$, $SD = 12.35$).	<ol style="list-style-type: none"> 1. CFQ 2. Work and Social Adjustment Scale (WSAS) 3. Multidimensional Fatigue Inventory (MFI) 4. Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS). 	Reliability coefficients for mental and physical subscales were both 0.96.	CFQ is a valid and reliable instrument to measure fatigue severity in people with multiple sclerosis.
	Cho et al. (2007)	207 primary care patients, between 18 and 45 years old.	<ol style="list-style-type: none"> 1. 12-item General Health Questionnaire (GHQ-12) 2. Revised Clinical Interview Schedule (CIS-R). 	The Brazilian CFQ's internal consistency improved slightly from the pilot study to the validation study: Cronbach's alpha from 0.86 to 0.88.	Brazilian CFQ had good reliability and validity, which have improved during the intercultural adaptation and validation process.
Chinese Mental Fatigue Scale (CMFS)	Chiu et al. (2018)	150 traumatic brain-injured adults for 6 months ($M = 50.90$).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clinical Useful Depression Outcome Scale Chinese version (CUDOS) 	Correlations between the items and the total scores ranged from 0.48 to 0.81 for the 13-item MFS (all $p < 0.001$).	CMFS has satisfactory statistical properties to quantify mental fatigue in traumatic brain-injured patients.
Chinese version of Stress Overload Scale-Short(SOS-SC)	Duan and Mu (2018)	1364 adults ($M = 40.00$; $SD = 7.60$).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Multidimensional Scale of Perceived Social Support 2. Depression Anxiety Stress Scale 3. Brief Inventory of Thriving. 	Personal vulnerability and workload were positively and significantly correlated with the score of SOS-SC.	SOS-SC can be used to measure stress and mental health status in the Chinese population.
Chronic Fatigue Syndrome (CFS) Chinese Version	Chiu et al. (2018)	150 traumatic brain-injured adults for 6 months ($M = 50.90$).	<ol style="list-style-type: none"> 1. CUDOS 	Correlations between the items and the total scores ranged from 0.39 to 0.81 for the 14-item CMFS ($p < 0.001$)	CFS has satisfactory statistical properties to quantify mental fatigue in traumatic brain-injured patients.
	Fong et al. (2015)	1259 adults from different jobs ($M = 43.0$, $SD = 8.0$).	<ol style="list-style-type: none"> 1. 4-point Chinese Hospital Anxiety Depression Scale 2. 19-item Chinese Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) 3. 12-item Chinese Short-Form Health Survey. 	Three factors of CFS (physical fatigue, low energy, and mental fatigue) were positively correlated with anxiety ($r = 0.32-0.47$, $p < 0.01$), depression ($r = 0.31-0.50$, $p < 0.01$), and exhaustion ($r = 0.41-0.59$, $p < 0.01$), and weakly correlated with sleep disorders ($r = 0.21-0.30$, $p < 0.01$).	CFS is a valid measure of fatigue symptoms in the general population.
Dutch Multifactor Fatigue Scale	Visser-Keizer et al. (2015)	148 participants, 9 with stroke, 5 with traumatic brain injury, 55 with ischemic stroke, 22 with hemorrhagic stroke, 22 with acquired brain injury, and 35 with traumatic brain injury.	No	Good reliability is shown for mental fatigue ($ICC > 0.80$). Patients without injuries reported significantly greater mental fatigue than patients with injury.	This questionnaire diagnoses fatigue.

Table 2. Cont.

Mental Load or Fatigue Instrument	Authors	Sample	Instruments Used to Compare	Results	Conclusions
	Friedrich et al. (2018)	577 participants ($M = 30.3$, $SD = 6.1$).	1. EORTC QLQ-C30 questionnaire. 2. HADS. 3. Supportive Care Needs Short Form 34 items.	The cognitive fatigue items' reliability ranged from 0.45 to 0.73. The correlations between the three scales ranged between 0.63 and 0.70. Cronbach's alpha for cognitive fatigue was 0.73.	This instrument can discriminate between physical, emotional, and cognitive fatigue.
EORTC QLQ-FA12 quality of life questionnaire	Knobel et al. (2003)	238 advanced cancer patients and 128 cancer survivors ($M = 52.50$).	1. Fatigue Questionnaire (FQ)	FA scale correlated between 0.49 and 0.75 at all assessment points with the Physical Fatigue (PF) and Mental Fatigue (MF) scales of the FQ.	EORTC QLQ C30 fatigue scale measures fatigue as part of an overall fatigue assessment.
	Porro et al. (2019)	68 breast cancer patients ($M = 46.97$, $SD = 6.92$).	1. MFI-20.	Univariate analyzes showed Return To Work (RTW) probability was reduced by high scores for mental fatigue, $r = 0.85$, $p < 0.05$. Only the change in mental fatigue during treatment influenced the RTW probability.	Attention should be paid to the use of validated scales to evaluate mental constructs.
Fatigue Assessment Scale for Construction Workers (FASCW).	Zhang et al. (2015)	144 unionized construction workers in New England, from 19 to 60 years ($M = 42.4$; $SD = 10.3$).	1. Ratio of Perceived Exertion (RPE) 2. Profile of Mood States (POMS).	Results indicated significant high correlations between FASCW and the Fatigue subscale of POMS and the measure of RPE.	FASCW is a promising instrument for assessing a general concept of fatigue.
Functional Status Questionnaire	Kauffman et al. (2019)	1287 undergraduate students ($M = 21.68$, $SD = 4.54$).	1. Anxiety Sensitivity Index 2. Inventory of Depression and Anxiety Symptoms 3. Positive and Negative Affect Schedule (PANAS).	FSQ had excellent internal consistency ($\alpha = 0.92$). Total FSQ score was positively associated with anxiety sensitivity ($r = 0.49$), general depression ($r = 0.37$), social anxiety ($r = 0.40$), panic ($r = 0.43$), and negative affectivity ($r = 0.37$).	FSQ may be a valid and promising approach to better understand the implications of fatigue in real-world contexts (e.g., primary care).
J-ZBI-8 Questionnaire	Kumamoto and Arai (2004)	315 subjects who lived with primary caregivers ($M = 81.2$, $SD = 7.5$).	No	No clear relationship between the nursing care load and nursing time was found. This relationship is significantly related to the attention load.	The J-ZBI _ 8 questionnaire has two subscales whose factorial structure is clearly defined.
Meister Questionnaire	Dębska et al. (2013)	211 nurses ($M = 43.1$, $SD = 7.26$).	1. Maslach Burnout Inventory.	Cronbach's alpha was 0.83 for the total score.	Meister questionnaire meets the psychometric criteria of reliability and validity to assess mental load in nurses.
Mental WorkLoad Instrument.	Bertram et al. (1990)	48 patients admitted to clinical care, between 31 and 45 years old.	No	Significant correlations were observed between the work demand, satisfaction, and self-perceived performance.	Mental workload correlated directly and inversely with both satisfaction and the self-rated quality of the patient care provided.
MFI	Chuang et al. (2018)	123 participants (43 males and 80 females; $M = 46.12$, $SD = 18.40$).	1. PSQI 2. Survey of Short Format Health (SF-36-T) questionnaire.	Results showed moderate convergent validity by correlating fatigue with quality of life, including sleep.	Results support the use of the MFI traditional Chinese version as an integral instrument to measure specific fatigue aspects.

Table 2. Cont.

Mental Load or Fatigue Instrument	Authors	Sample	Instruments Used to Compare	Results	Conclusions
MFI	Chung et al. (2014)	137 major depressive disorder (MDD) patients ($M = 49.6$, $SD = 9.6$).	<ol style="list-style-type: none"> Scale to assess the severity of Major Depression and Associated Symptoms (HDRS) HADS, Insomnia Symptom Self-Assessment Scale (ISI) SF-36. 	MFI-20 has good internal consistency (Cronbach's $\alpha = 0.89$). Suitable concurrent validity, significant correlations between MFI-20 scores and depressive and anxiety symptoms, general health, and quality of life.	MFI-20 is a valid and reliable instrument to assess fatigue in MDD patients with residual symptoms.
	Elbers et al. (2012)	153 patients diagnosed with Parkinson's disease ($M = 67.07$, $SD = 7.54$).	No	All subscales showed suitable internal consistency reflected by a Cronbach range of 0.74 to 0.92.	MFI is a reliable and valid instrument to evaluate the multidimensional aspects of fatigue in Parkinson patients.
	Hagelin et al. (2007)	594 cancer patients ($M = 59.50$).	<ol style="list-style-type: none"> Borg Scale (CR-10). 	Cronbach values in the MFI-20 ranged between 0.67 and 0.94. The correlation between the MFI-20 subscales and the CR-10 scores ranged between 0.37 and 0.74.	MFI-20 Swedish version is a valid and reliable instrument for measuring fatigue in different patient populations and in healthy individuals.
	Gentile et al. (2003)	225 participants ($M = 52$, $SD = 15$).	<ol style="list-style-type: none"> VAS 	Correlations between each subscale and VAS are highly significant ($p < 0.001$).	MFI French version shows that this instrument is valid for clinical application.
	Munch et al. (2006)	278 advanced cancer patients ($M = 64$).	<ol style="list-style-type: none"> HADS. 	The two psychological subscales of MFI-20, Mental Fatigue and Reduced Motivation, were significantly associated with each other. Only General Fatigue and Mental Fatigue correlated significantly with the HADS Anxiety subscale.	MFI-20 may be a useful tool for further research on fatigue etiology.
	Schubart et al. (2019)	175 patients with Ehlers-Danlos Syndromes ($M = 42.40$).	<ol style="list-style-type: none"> Wisconsin Brief Pain Inventory Epworth Sleepiness Scale (ESS) PSQI Beighton Score Psychological Inventory (SCL-90) Sleep Medicine Associates of Maryland 	Mental fatigue was correlated with pain ($r = 0.16$), night sleep ($r = 0.20$), daily sleep ($r = 0.35$), and dysautonomia ($r = 0.36$).	This research shows the relation between mental fatigue and other constructs.
Pittsburgh Fatigability Scale (PFS).	Burke et al. (2018)	35 healthy old people ($M = 73.77$, $SD = 5.9$).	<ol style="list-style-type: none"> MFIS HADS PSQI ESS Montreal Cognitive Assessment (MOCA) Operation Span Task (OSPAN) 	PFS mental fatigue subscores highly correlated with the EES scores ($\rho = 0.63$, $p < 0.001$). PFS mental fatigue scores also correlated with the MFIS cognitive score ($\rho = 0.36$, $p < 0.05$).	The lack of correlation between task-based fatigability measures and the PFS Mental subscale may indicate that mental fatigue is difficult to capture using questions about fatigue based on previous or imaginary experiences.
Mental Load (ML) and Mental Effort (ME) Questionnaire of Students in Biology Education (StuMMBE-Q).	Krell (2017)	602 students (9 and 10 school grades; from 13 to 18 years old; 52% females).	No	Results suggest that StuMMBE-Q classifies students who report low, medium, and high levels of ML and ME.	Findings suggest that the questionnaire measures two theoretically established cognitive load dimensions (mental load and mental effort) well.
Rating Scale Mental Effort (RSME)	Lin and Cai (2009)	Drivers.	<ol style="list-style-type: none"> Electrocardiogram (ECG) Continuous Mental Workload Scale (CBC-MWL). 	Correlation coefficient between RSME and ECG is 0.85. ECG and CBC-MWL measurement show a high correlation with the RSME score.	Proposed method is consistent with the RSME method but RSME cannot be completed in real time.

Table 2. Cont.

Mental Load or Fatigue Instrument	Authors	Sample	Instruments Used to Compare	Results	Conclusions
Situational Fatigue Scale	Yang and Wu (2005)	96 patients ($M = 31.10$, $SD = 10.0$) and 62 university students ($M = 21.0$, $SD = 1.99$).	1. Fatigue Assessment Instrument 2. Mental Fatigue Subscale 3. Physical Fatigue Subscale (PFSubscale)	Cronbach coefficients indicated good internal consistency for the global scale (0.90), as well as for the PFSubscale (0.88) and the MFS (0.89).	SFS presents a new way to measure fatigue dimension that is different from what is measured with conventional fatigue rating scales.
Somatic and Psychological Health Report.	Couvy-Duchesne et al. (2017)	5148 participants ($M = 15.52$; $SD = 0.75$).	No	Questionnaire could be reduced to 21 items.	This questionnaire could be relevant to assess anxiety, depression, and chronic fatigue.
State-Trait Inventory for Cognitive Fatigue (STI-CF).	Shuman-Paretsky et al. (2017)	175 participants, over 65 years old ($M = 77.35$, $SD = 6.91$).	1. Brief Fatigue Inventory 2. Geriatric Depression Scale 3. Trail Making Test RBANS	The 4 components (cognitive fatigue, mental effort, motivation, and boredom) had good reliability. Strong positive relationship between cognitive fatigue and a subjective measure of general fatigue ($p < 0.001$).	The STI-CF had significant relationships in the expected direction with several variables of cognitive and health outcomes.
Subjective Exercise Experiences Scale (SEES).	MeAuley and Courneya (1994)	454 university students ($M = 20.78$; $SD = 2.18$).	No	The comparison between the three scales of SEES showed their reliability: Positive Well-Being (PWB) $\alpha = 0.36$, Psychological Distress (PD) $\alpha = 0.25$, and Fatigue $\alpha = 0.88$.	Three dimensions of the SEES provide initial support for the multidimensional measurement of the capacity of psychological response to the properties of exercise stimulus: Positive well-being, psychological distress, and fatigue.
Subjective Scale of Mental Workload (SCA)	Ceballos-Vásquez et al. (2016)	379 workers ($M = 37.36$; $SD = 10.53$) of Critical Patient Units (UPC) of three Chilean hospitals.	1. SUSESO-ISTAS 21 questionnaire.	There are positive and significant correlations between the global mental load scores and all the psychosocial dimensions of the SUSESO-ISTAS 21 ($p < 0.05$).	SCAM presents high reliability and suitable validity in a Chilean sample for mental load evaluation.
WRFQ	Abma et al. (2013)	553 workers between 18 and 64 years old who worked 12 h weekly.	1. Endicott Work Productivity Scale 2. Physical Component Summary Short Form—12 3. Checklist Individual Strength 4. Need for Recovery Subscale 5. Job Content Questionnaire 6. Work Ability Index 7. Utrecht Work Engagement Scale 8. Work Involvement Scale.	Cronbach's alpha coefficients were calculated for each WRFQ subscale and the total score (ideal, between 0.70 and 0.95).	WRFQ 2.0 is a reliable and valid instrument to measure the health-related work functioning in the working population in general.

3.2. Mental Load and Fatigue Assessment Instruments for Behavioral Derivations

Table 3 presents five studies that used instruments to analyze the behavioral derivations of mental load and fatigue. Of these works, 12.5% focused on these derivations. Cognitive functioning, using attention, eye movement, accuracy, performance drive, or reaction time, was analyzed in this type of derivation of mental fatigue. To validate these instruments for the analysis of the behavioral derivations of mental fatigue, they were compared both with scales and questionnaires (e.g., MFS or CFS), other behavioral consequences (i.e., sleep), and physiological derivations (i.e., EEG). Most of these studies were performed with healthy participants, university students, or clinical patients, showing a higher variety of population than in the validation of the previously analyzed subjective scales.

Table 3. Mental load and mental fatigue assessment instruments for behavioral derivations.

Mental Load or Fatigue Instrument	Authors	Sample	Instruments Used to Compare	Results	Conclusions
Attentional Function Index (AFI)	Cimprich et al. (2011)	172 women diagnosed with breast cancer. Ages between 27 and 86 years old.	No	Internal consistency coefficient (Cronbach's α) for the revised 13-item scale was 0.92, indicating satisfactory reliability.	Findings indicate that AFI is a valid and reliable measure to assess the perceived detrimental effects of cognitive dysfunction in chronic and life-threatening diseases, such as breast cancer.
Eyelink 1000 Remote Eye Tracking System	Di Stasi et al. (2012)	10 healthy volunteers. Five women and five men ($M = 23.9$, $SD = 4.9$).	1. SIRCA Simulator 2. Groningen Sleep Quality Scale 3. Stanford Sleepiness Scale 4. CFS 5. Mental Workload Test	The peak velocity of saccadic eye movements decreased after driving ($p < 0.05$), due to mental fatigue.	Saccadic eye parameters, particularly the peak velocity, are a sensitive indicator of mental fatigue.
Logitech Driving Simulator with Citycar Driving software	Puspasari et al. (2017)	Seven commercial drivers, between 25 and 35 years old.	1. Electroencephalogram (EEG) 2. Karolinska Sleepiness Scale	All measured parameters showed significant changes related to driving duration ($p < 0.05$).	Results show alpha, beta, theta, and delta bands are significantly different before and after driving, with an increase in the theta-delta band and a decrease in the alpha-beta band. These correlate with poor driving performance.
Psychomotor Vigilance Test (PVT)	Price et al. (2017)	21 participants ($M = 22$, $SD = 4$).	1. Mental Arithmetic Test 2. Spatial Span Test 3. MFS	Only the mobile test PVT is valid and reliable to assess cognitive accuracy. The arithmetic test does not show a strong correlation with MFS.	The mobile application is considered a potentially effective tool for the individual assessment of cognitive fatigue levels. More continuity in time is needed and the test must be carried out daily.
TRT_S software	Crocetta et al. (2014)	216 university students, between 17 and 45 years old ($M = 24$, $SD = 6$).	1. Vienna Test System (VTS)	Intraclass coefficient correlation of TRT in young adults showed a strong correlation between Simple TRT and VTS ($r = 0.72$).	Results confirmed the TRT_S 2012 software's validity, as a reliable cognitive test to assess the influence of mental fatigue on cognitive performance.

3.3. Mental Load and Fatigue Assessment Instruments for Physiological Derivations

Finally, Table 4 presents a total of five studies that designed a battery of tests or instruments to analyze the physiological derivations of mental fatigue. Of these studies, 12.5% focused on such derivations. The main instrument used for these derivations was the EEG. Concerning the comparison of instruments, some of these investigations used behavioral responses to compare the instruments, for example, a comparison of VAS and EEG. Samples of workers and healthy patients were used in these studies.

Table 4. Mental load and mental fatigue assessment instruments for objective derivations.

Mental Load or Fatigue Instrument	Authors	Sample	Instruments Used to Compare	Results	Conclusions
Air Traffic Workload Input Technique	Neal et al. (2014)	16 licensed air traffic controllers.	1. Task Load Metrics.	The model explained 42% of the variance in workload after controlling for differences among raters.	The final model provided a reasonable fit to the data, despite including only five predictors. It can thus be considered a multilevel unified dynamic density model.
Cognitive Pilot-Aircraft Interface (CPAI) procedures.	Liu et al. (2016)	Airplane pilots.	No	Higher heart rates are related to higher fatigue levels and the flickering speed demonstrates a similar relationship. For mental fatigue, the heart rate is more important than the blink rate.	Simulation results demonstrate a preliminary validity of CPAI system for this purpose. Estimated human cognitive states are consistent both with external conditions and physiological states.
EEG	Gharagozlou et al. (2015)	12 healthy male drivers ($M = 23.8$, $SD = 1.44$; from 20 to 30 years old). Subjects had a valid driver's license with at least 2 years driving experience and had no brain injuries history.	1. VAS.	Significant increase in absolute alpha power ($p = 0.006$), as well as in F-VAS scores were observed during the final driving section ($p = 0.001$).	The study suggested that variations in alpha power could be a good indicator of drivers' mental fatigue.
	Patel et al. (2018)	18 participants of different jobs	1. ECG.	The use of EEG spectral power in all bands obtains better performance for mental fatigue assessment ($p < 0.001$).	The use of EEG spectral power characteristics across the entire range of physiological bands allows a better representation of all mental states.
	Sun et al. (2014)	26 right-handed and neurologically normal participants ($M = 22.20$; $SD = 1.53$).	No	Few functional connections were significantly associated with mental fatigue ($p > 0.05$).	Viability demonstration of a method of assessing mental fatigue based on functional connectivity.

4. Discussion

The aim of the present study was to summarize the different mental load and fatigue assessment instruments used, as well as to show their accuracy, reliability, and validity according to the derivation of mental load or fatigue analyzed by these instruments. The main results showed that there is a prevalence of subjective scales to measure mental load and fatigue. However, the use of electroencephalograms appears as an emergent form to understand the biological mechanisms of mental load and fatigue.

4.1. Mental Load and Mental Fatigue Assessment Instruments for Subjective Derivations

Our results showed that 75% of the instruments included in the present study focused on the subjective derivations of mental load and fatigue. These results indicated a tendency to use self-reported questionnaires or scales in the analysis of mental load and fatigue. The extended use of these types of instruments may be explained by the high validity and usefulness of their measurements [63]. However, experts should take into account the context involved to choose the most valid instrument, according to the data to be extracted. Previously, Russell et al. [8] defined the complex nature of human factors, which could explain why, when analyzing mental fatigue, experts also analyzed other psychological factors. Indeed, work settings and hospitals were the main contexts where these instruments have been used, whereas in other contexts, such as schools or sports, where

mental fatigue is present [64,65], few papers have analyzed the validity and reliability of these instruments [7]. As mentioned, these types of instruments are useful in the research of students and athletes because these populations usually have little time to answer our research questions [1]. The main interest of these instruments is the individualization of the feelings of mental fatigue [8]. Such individualization of the context is important from a clinical and practical viewpoint. For example, in a sports context, one task may significantly increase the mental fatigue of a certain athlete, while this same task will not change the mental fatigue of another athlete. This may be extended to hospital patients, students, or workers because mental fatigue has a subjective derivation, among others. Indeed, this situation justifies the use of these scales. However, although these types of instruments have highlighted the role of mental fatigue and promoted the study of this variable, a great number of experts have declared that further analysis of the physiological mechanisms is needed to explain mental load and fatigue [1].

4.2. Mental Load and Fatigue Assessment Instruments for Behavioral Derivations

Our results show that 12.5% of the instruments included in the present study focused on the behavioral derivations of mental load and fatigue. These variables allow experts to determine how mental fatigue may influence performance indicators in each context. Russell et al. [66] asked an athletic population about their symptoms in the presence of mental fatigue. These athletes felt slower, with poor reaction times and decreased accuracy. Moreover, a great number of papers have demonstrated the relationship between an increase in the feelings of mental fatigue and a decrease in the specific behavioral performance in different areas [34,52,67]. On the contrary, the results of the present study suggest that few instruments have been validated for this purpose from a behavioral perspective. From a clinical and practical point of view, this implies a limitation in the analysis of the negative effects of mental fatigue. Mental fatigue is important because of its negative consequences in surgeons, athletes, or performance and health drivers. More studies designing instruments for behavioral derivations or examining the effects of mental fatigue in human behavior are necessary to further analyze the importance of mental fatigue.

4.3. Mental Load and Fatigue Assessment Instruments for Physiological Derivations

Finally, our results show that 12.5% of the instruments included in the present study focused on the physiological derivations of mental load and fatigue. The influence of the brain in mental fatigue has been demonstrated; indeed, this influence has allowed researchers to differentiate the mental and physical nature of fatigue [2]. Whereas physical fatigue is normally caused by an impairment in the traditional physiological systems, such as heart rate or blood lactate, impairments in these systems have not been observed in the performance-related decreases in mental fatigue [2]. This shows that less is known about the psychobiological processes involved in mental fatigue. Although the complexity of these instruments (price, complexity, time . . .) could explain the few papers published about these instruments, this information would allow researchers to understand the mechanisms that underly the presence of mental fatigue and its consequences [7]. This information is interesting from a clinical and practical viewpoint. For example, it would be useful to know how mental fatigue can be manipulated, how recovery strategies can be used, or how to maintain performance in presence of mental fatigue. Indeed, as mentioned, a large number of experts support the importance of further analysis of this derivation to advance in this topic.

5. Strengths and Limitations

This investigation presents a series of noteworthy strengths. Firstly, to our knowledge, no previous studies have studied the instrument used to analyze mental load and fatigue. Indeed, no previous studies have classified the instruments used to analyze mental fatigue according to the type of derivation.

The present research also presents some limitations that should be mentioned. The main limitation of this systematic review is the difficulty to obtain definitive conclusions, based on the heterogeneity of the type of instruments (e.g., scales, EEG, questionnaires).

6. Practical Applications and Future Research

The main practical application of this investigation is that these data could allow experts to choose an adequate instrument to analyze mental fatigue according to their needs. Experts could even design a battery of instruments to analyze mental fatigue from a global perspective.

For future research, we highlight the need to design specific instruments to quantify mental load and fatigue in sports or education. In addition, the use of behavioral and objective measures (e.g., blood sample or EEG) would allow further analysis of the causes and consequences of mental load and fatigue.

7. Conclusions

Of the studies included, 76% focused on the subjective derivation of mental fatigue. Therefore, we can conclude that most of the existing instruments to analyze mental load and fatigue are subjective questionnaires and scales. Furthermore, 12.5% analyzed the behavioral derivation, and 12.5% analyzed the physiological derivation of mental load and fatigue. Thus, few studies have designed instruments to quantify these variables from behavioral and physiological derivations. The scales have allowed experts to highlight the role of mental fatigue, which is important to assess the individual effect of mental load and fatigue in each subject. However, experts also stress the need to study the mechanisms involved in mental load and fatigue, analyzing the physiological mechanisms. More information is also necessary for sports and schools to analyze mental fatigue because most of these works were carried out with hospital patients and workers.

Author Contributions: Conceptualization, J.D.-G., I.G.-P., A.R.-M. and T.G.-C.; methodology, J.C.P.-B., M.Á.L.-G. and I.R.-B.; formal analysis, J.D.-G., J.C.P.-B., M.Á.L.-G. and I.R.-B.; investigation, I.G.-P.; resources, T.G.-C.; data curation, J.C.P.-B., M.Á.L.-G. and I.R.-B.; writing—original draft preparation, J.D.-G.; writing—review and editing, J.C.P.-B., M.Á.L.-G. and I.R.-B.; visualization, A.R.-M.; supervision, I.G.-P. and T.G.-C. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This work was supported by the Assistance to Research Groups (GR18102) of the Junta de Extremadura (Ministry of Employment and Infrastructure); with the contribution of the European Union through the European Regional Development Funds (ERDF). This research was also supported by an FPU PhD candidate grant from the Government of Spain (Ministry of Education, Culture, and Sports) to Díaz, J. (FPU18/03660).

Institutional Review Board Statement: Not applicable.

Informed Consent Statement: Not applicable.

Data Availability Statement: Not applicable.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. Ishii, A.; Tanaka, M.; Watanabe, Y. Neural mechanisms of mental fatigue. *Rev. Neurosci.* **2014**, *25*, 469–479. [[CrossRef](#)]
2. Van Cutsem, J.; Roelands, B.; Pluym, B.; Tassignon, B.; Verschueren, J.O.; De Pauw, K.; Meeusen, R. Can creatine combat the mental fatigue-associated decrease in visuomotor skills? *Med. Sci. Sports Exerc.* **2020**, *52*, 120–130. [[CrossRef](#)]
3. Pageaux, B.; Lepers, R. The effects of mental fatigue on sport-related performance. *Prog. Brain Res.* **2018**, *240*, 291–315. [[PubMed](#)]
4. Hopstaken, J.F.; van der Linden, D.; Bakker, A.B.; Kompier, M.A. A multifaceted investigation of the link between mental fatigue and task disengagement. *Psychophysiology* **2015**, *52*, 305–315. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
5. Tran, Y.; Craig, A.; Craig, R.; Chai, R.; Nguyen, H. The influence of mental fatigue on brain activity: Evidence from a systematic review with meta-analyses. *Psychophysiology* **2020**, *57*, e13554. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
6. Van Cutsem, J.; Marcora, S.; De Pauw, K.; Bailey, S.; Meeusen, R.; Roelands, B. The effects of mental fatigue on physical performance: A systematic review. *Sport Med.* **2017**, *47*, 1569–1588. [[CrossRef](#)]

7. Van Cutsem, J.; Marcora, S. The effects of mental fatigue on sport performance. In *Motivation and Self-Regulation in Sport and Exercise*; Routledge: London, UK, 2021; pp. 134–148.
8. Russell, S.; Kelly, V.G.; Halson, S.L.; Jenkins, D.G. *Cognitive load in sport. Human Factors and Ergonomics in Sport: Applications and Future Directions*; CRC Press: London, UK, 2020; pp. 181–200.
9. McMorris, T. Cognitive fatigue effects on physical performance: The role of interoception. *Sport Med.* **2020**, *50*, 1703–1708. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
10. Li, J.; Li, H.; Wang, H.; Umer, W.; Fu, H.; Xing, X. Evaluating the impact of mental fatigue on construction equipment operators' ability to detect hazards using wearable eye-tracking technology. *Autom. Constr.* **2019**, *105*, 102835. [[CrossRef](#)]
11. Ceballos-Vásquez, P.; Rolo-González, G.; Hernández-Fernaund, E.; Díaz-Cabrera, D.; Paravic-Klijn, T.; Burgos-Moreno, M.; Barriga, O. Validation of the Subjective Scale of Mental Workload (ESCAM) in health professionals in Chile. *Univ. Psychol.* **2016**, *15*, 261–270.
12. Krell, M. Evaluating an instrument to measure mental load and mental effort considering different sources of validity evidence. *Cogent Educ.* **2017**, *4*, 1280256. [[CrossRef](#)]
13. Sampei, K.; Ogawa, M.; Torres, C.; Sato, M.; Miki, N. Mental fatigue monitoring using a wearable transparent eye detection system. *Micromachines* **2016**, *7*, 20. [[CrossRef](#)]
14. Käthner, I.; Wriessnegger, S.C.; Müller-Putz, G.R.; Kübler, A.; Halder, S. Effects of mental workload and fatigue on the P300, alpha and theta band power during operation of an ERP (P300) brain-computer interface. *Biol. Psychol.* **2014**, *102*, 118–129. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
15. Sun, Y.; Lim, J.; Meng, J.; Kwok, K.; Thakor, N.; Bezerianos, A. Discriminative analysis of brain functional connectivity patterns for mental fatigue classification. *Ann. Biomed. Eng.* **2014**, *42*, 2084–2094. [[PubMed](#)]
16. Grant, M.J.; Booth, A. A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated method-ologies. *Health Inf. Libr. J.* **2009**, *26*, 91–108. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
17. Liberati, A.; Altman, D.G.; Tetzlaff, J.; Mulrow, C.; Gøtzsche, P.C.; Ioannidis, J.P.A.; Clarke, M.; Devereaux, P.J.; Kleijnen, J.; Moher, D. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: Explanation and elaboration. *J. Clin. Epidemiol.* **2009**, *62*, e1–e34. [[CrossRef](#)]
18. Moher, D.; Liberati, A.; Tetzlaff, J.; Altman, D.G. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *BMJ* **2009**, *339*, 332–336. [[CrossRef](#)]
19. Booth, A. The pros and pros of registration on PROSPERO. *BJOG Int. J. Obstet. Gynaecol.* **2012**, *119*, 904–905.
20. Booth, A.; Clarke, M.; Dooley, G.; Ghersi, D.; Moher, D.; Petticrew, M.; Stewart, L. PROSPERO at one year: An evaluation of its utility. *Syst. Rev.* **2013**, *2*, 4–11. [[CrossRef](#)]
21. Gough, D.; Oliver, S.; Thomas, J. *An Introduction to Systematic Reviews*, 2nd ed.; SAGE: London, UK, 2012.
22. Chalmers, I.; Altman, D.G. *Systematic Reviews*, 1st ed.; BMJ Publications: London, UK, 1995.
23. Cohen, J. Weighted kappa: Nominal scale agreement with provision for scaled disagreement or partial credit. *Psychol. Bull.* **1968**, *70*, 213–220. [[CrossRef](#)]
24. McHugh, M.L. Interrater reliability: The kappa statistic. *Biochem. Med.* **2012**, *22*, 276–282. [[CrossRef](#)]
25. Patel, A.N.; Howard, M.D.; Roach, S.M.; Jones, A.P.; Bryant, N.B.; Robinson, C.S.H.; Clark, V.P.; Pilly, P.K. Mental state assessment and validation using personalized physiological biometrics. *Front. Hum. Neurosci.* **2018**, *12*, 221. [[PubMed](#)]
26. Kmet, L.M.; Lee, R.C. *Standard Quality Assessment Criteria for Evaluating Primary Research Papers from a Variety of Fields*; Edmont Alberta Heritage Foundation for Medical Research: Edmonton, AB, Canada, 2004.
27. Chilcot, J.; Norton, S.; Kelly, M.E.; Moss-Morris, R. The Chalder Fatigue Questionnaire is a valid and reliable measure of perceived fatigue severity in multiple sclerosis. *Mult. Scler. J.* **2016**, *22*, 677–684. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
28. Cho, H.J.; Costa, E.; Menezes, P.R.; Chalder, T.; Bhugra, D.; Wessely, S. Cross-cultural validation of the Chalder Fatigue Questionnaire in Brazilian primary care. *J. Psychosom. Res.* **2007**, *62*, 301–304. [[PubMed](#)]
29. Chiu, H.Y.; Li, W.; Lin, J.H.; Su, Y.K.; Lin, E.Y.; Tsai, P.S. Measurement properties of the Chinese version of the Mental Fatigue Scale for patients with traumatic brain injury. *Brain Inj.* **2018**, *32*, 652–664. [[PubMed](#)]
30. Duan, W.; Mu, W. Validation of a Chinese version of the stress overload scale-short and its use as a screening tool for mental health status. *Qual. Life Res.* **2018**, *27*, 411–421. [[PubMed](#)]
31. Fong, T.C.; Chan, J.S.; Chan, C.L.; Ho, R.T.; Ziea, E.T.; Wong, V.C.; Ng, B.F.; Ng, S.M. Psychometric properties of the Chalder Fatigue Scale revisited: An exploratory structural equation modeling approach. *Qual. Life Res.* **2015**, *24*, 2273–2278. [[PubMed](#)]
32. Visser-Keizer, A.C.; Hogenkamp, A.; Westerhof-Evers, H.J.; Egberink, I.J.; Spikman, J.M. Dutch multifactor fatigue scale: A new scale to measure the different aspects of fatigue after acquired brain injury. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* **2015**, *96*, 1056–1063. [[CrossRef](#)]
33. Friedrich, M.; Nowe, E.; Hofmeister, D.; Kuhnt, S.; Leuteritz, K.; Sender, A.; Stobel-Richer, Y.; Geue, K. Psychometric properties of the fatigue questionnaire EORTC QLQ-FA12 and proposal of a cut-off value for young adults with cancer. *Health Qual. Life Outcomes* **2018**, *16*, 125. [[CrossRef](#)]
34. Knobel, H.; Loge, J.H.; Brenne, E.; Fayers, P.; Hjermstad, M.J.; Kaasa, S. The validity of EORTC QLQ-C30 fatigue scale in advanced cancer patients and cancer survivors. *Palliat. Med.* **2003**, *17*, 664–672. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
35. Porro, B.; Michel, A.; Zinzindohoué, C.; Bertrand, P.; Monrigal, E.; Trentini, F.; Baussard, L.; Cousson-Gélie, F. Quality of life, fatigue and changes therein as predictors of return to work during breast cancer treatment. *Scand. J. Caring Sci.* **2019**, *33*, 467–477. [[PubMed](#)]

36. Zhang, M.; Sparer, E.H.; Murphy, L.A.; Dennerlein, J.T.; Fang, D.; Katz, J.N.; Caban-Martinez, A.J. Development and validation of a Fatigue Assessment Scale for U.S. construction workers. *Am. J. Ind. Med.* **2015**, *58*, 220–228. [[CrossRef](#)]
37. Kauffman, B.Y.; Garey, L.; Nordan, A.; Jardin, C.; Mayorga, N.A.; Robles, Z.; Zvolensky, M.J. The development and initial validation of the Fatigue Sensitivity Questionnaire. *Cogn. Behav. Ther.* **2019**, *48*, 419–429. [[CrossRef](#)]
38. Kumamoto, K.; Arai, Y. Validation of “personal strain” and “role strain”: Subscales of the short version of the Japanese version of the Zarit Burden Interview (J-ZBI_8). *Psychiatry Clin. Neurosci.* **2004**, *58*, 606–610. [[CrossRef](#)]
39. Dębska, G.; Wilczek-Ruzyczka, E.; Foryś, Z.; Małgorzata, P. Psychometric properties assessment of the Meister questionnaire (Polish version) used in evaluating mental load among nurses. *Med. Pracy* **2013**, *64*, 349–358. [[CrossRef](#)]
40. Bertram, D.A.; Hersey, C.O.; Opila, D.A.; Quirin, O. A measure of physician mental work load in internal medicine ambulatory care clinics. *Med. Care* **1990**, *28*, 458–467. [[CrossRef](#)]
41. Chuang, L.L.; Chuang, Y.F.; Hsu, M.J.; Huang, Y.Z.; Wong, A.M.; Chang, Y.J. Validity and reliability of the traditional Chinese version of the multidimensional fatigue inventory in general population. *PLoS ONE* **2018**, *13*, e0189850. [[CrossRef](#)]
42. Chung, K.F.; Yu, B.Y.M.; Yung, K.P.; Yeung, W.F.; Ng, T.H.; Ho, F.Y.Y. Assessment of fatigue using the Multidimensional Fatigue Inventory in patients with major depressive disorder. *Compr. Psychiatry* **2014**, *55*, 1671–1678. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
43. Elbers, R.G.; van Wegen, E.E.H.; Verhoef, J.; Kwakkel, G. Reliability and structural validity of the Multidimensional Fatigue Inventory (MFI) in patients with idiopathic Parkinson’s disease. *Park. Relat. Disord.* **2012**, *18*, 532–536. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
44. Hagelin, C.; Wengström, Y.; Runesdotter, S.; Fürst, C. The psychometric properties of the Swedish Multidimensional Fatigue Inventory MFI-20 in four different populations. *Acta Oncol.* **2007**, *46*, 97–104. [[PubMed](#)]
45. Gentile, S.; Delarozziere, J.C.; Favre, R.; Sambuc, R.; San Marco, J.L. Validation of the French “multidimensional fatigue inventory” (MFI 20). *Eur. J. Cancer Care* **2003**, *12*, 58–64. [[CrossRef](#)]
46. Munch, T.N.; Strömngren, A.S.; Pedersen, L.; Petersen, M.A.; Hoermann, L.; Groenvold, M. Multidimensional measurement of fatigue in advanced cancer patients in palliative care: An application of the Multidimensional Fatigue Inventory. *J. Pain Symptom Manag.* **2006**, *31*, 533–541. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
47. Schubart, J.R.; Schaefer, E.; Hakim, A.J.; Francomano, C.A.; Bascom, R. Use of cluster analysis to delineate symptom profiles in an Ehlers-Danlos Syndrome patient population. *J. Pain Symptom Manag.* **2019**, *58*, 427–436. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
48. Burke, S.E.; Samuel, I.B.H.; Zhao, Q.; Cagle, J.; Cohen, R.A.; Kluger, B.; Ding, M. Task-based cognitive fatigability for older adults and validation of mental fatigability subscore of pittsburgh fatigability scale. *Front. Aging Neurosci.* **2018**, *10*, 327. [[PubMed](#)]
49. Lin, Y.; Cai, H. A method for building a real-time cluster-based continuous mental workload scale. *Issues Erg. Sci.* **2009**, *10*, 531–543.
50. Yang, C.M.; Wu, C.H. The Situational Fatigue Scale: A different approach to measuring fatigue. *Qual. Life Res.* **2005**, *14*, 1357–1362.
51. Couvy-Duchesne, B.; Davenport, T.A.; Martin, N.G.; Wright, M.J.; Hickie, I.B. Validation and psychometric properties of the Somatic and Psychological Health Report (SPHERE) in a young Australian-based population sample using non-parametric item response theory. *BMC Psychiatry* **2017**, *17*, 279. [[CrossRef](#)]
52. Shuman-Paretsky, M.; Zemon, V.; Foley, F.W.; Holtzer, R. Development and validation of the State-Trait Inventory of Cognitive Fatigue in community-dwelling older adults. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* **2017**, *98*, 766–773. [[CrossRef](#)]
53. McAuley, E.; Courneya, K.S. The Subjective Exercise Experiences Scale (SEES): Development and preliminary validation. *J. Sport Exerc. Psychol.* **1994**, *16*, 163–177.
54. Abma, F.I.; Van Der Klink, J.J.; Bültmann, U. The Work Role Functioning Questionnaire 2.0 (Dutch Version): Examination of its reliability, validity and responsiveness in the general working population. *J. Occup. Rehabil.* **2013**, *23*, 135–147.
55. Cimprich, B.; Visovatti, M.; Ronis, D.L. The attentional function index—a self-report cognitive measure. *Psycho-Oncology* **2011**, *20*, 194–202. [[CrossRef](#)]
56. Di Stasi, L.L.; Renner, R.; Catena, A.; Cañas, J.J.; Velichkovsky, B.M.; Pannasch, S. Towards a driver fatigue test based on the saccadic main sequence: A partial validation by subjective report data. *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.* **2012**, *21*, 122–133. [[CrossRef](#)]
57. Puspasari, M.A.; Iridiastadi, H.; Sutalaksana, I.Z.; Sjafuddin, A. Effect of driving duration on EEG fluctuations. *Int. J. Technol.* **2017**, *8*, 1089–1096. [[CrossRef](#)]
58. Price, E.; Moore, G.; Galway, L.; Linden, M. Validation of a smartphone-based approach to in situ cognitive fatigue assessment. *JMIR mHealth uHealth* **2017**, *5*, e125.
59. Crocetta, T.B.; Viana, R.L.; Silva, D.E.; Monteiro, C.B.D.M.; Arab, C.; Andrade, A. Validade de software para medição do tempo de reação total com estímulo simples-TRT_S. *J. Hum. Growth Dev.* **2014**, *24*, 295–303.
60. Neal, A.; Hannah, S.; Sanderson, P.; Bolland, S.; Mooij, M.; Murphy, S. Development and validation of a multilevel model for predicting workload under routine and nonroutine conditions in an air traffic management center. *Hum. Factors* **2014**, *56*, 287–305.
61. Liu, J.; Gardi, A.; Ramasamy, S.; Lim, Y.; Sabatini, R. Cognitive pilot-aircraft interface for single-pilot operations. *Knowledge-Based Syst.* **2016**, *112*, 37–53.
62. Gharagozlou, F.; Saraji, G.N.; Mazloui, A.; Nahvi, A.; Nasrabadi, A.M.; Foroushani, A.R.; Kheradmand, A.; Ashouri, M.; Samavati, M. Detecting driver mental fatigue based on EEG Alpha power changes during simulated driving. *Iran. J. Public Health* **2015**, *44*, 1693–1700.
63. Barte, J.C.M.; Nieuwenhuys, A.; Geurts, S.A.E.; Kompier, M.A.J. Motivation counteracts fatigue-induced performance decrements in soccer passing performance. *J. Sports Sci.* **2019**, *37*, 1189–1196. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

64. Key, A.P.; Gustafson, S.J.; Rentmeester, L.; Hornsby, B.W.Y.; Bess, F.H. Speech-processing fatigue in children: Auditory event-related potential and behavioral measures. *J. Speech Lang. Hear. Res.* **2017**, *60*, 2090–2104. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
65. Thompson, C.J.; Noon, M.; Towson, C.; Perry, J.; Coutts, A.J.; Harper, L.D.; Skorski, S.; Smith, M.R.; Barrett, S.; Meyer, T. Understanding the presence of mental fatigue in English academy soccer players. *J. Sports Sci.* **2020**, *38*, 1524–1530. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
66. Russell, S.; Jenkins, D.; Rynne, S.; Halson, S.L.; Kelly, V. What is mental fatigue in elite sport? Perceptions from athletes and staff. *Eur. J. Sport Sci.* **2019**, *19*, 1367–1376. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
67. Van Cutsem, J.; De Pauw, K.; Buyse, L.; Marcora, S.; Meeusen, R.; Roelands, B. Effects of mental fatigue on endurance performance in the heat. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2017**, *49*, 294–306. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

Cita: Díaz-García, J.; González-Ponce, I.; Ponce-Bordón, J.C.; López-Gajardo, M.Á.; García-Calvo, T. Diseño y validación del Cuestionario para valorar la Carga Mental en los Deportes de Equipo (CCMDE). *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 21(2), 128-135

Diseño y validación del Cuestionario para valorar la Carga Mental en los Deportes de Equipo (CCMDE)

Design and validation of a Questionnaire to quantify the Mental Load in Team Sports (QMLST)

Desenho e validação de um Questionário para quantificar a Carga Mental em Equipes Esportivas (QCMEE)

Díaz-García, J.¹, González-Ponce, I.², Ponce-Bordón, J.C.¹, López-Gajardo, M.Á.¹, García-Calvo, T.¹

¹*Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Extremadura (Cáceres, España);*

²*Facultad de Educación, Universidad de Extremadura (Badajoz, España)*

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue diseñar y validar un cuestionario para valorar la carga mental en los deportes de equipo. Este cuestionario está formado por cuatro ítems en formato Likert (0-10): exigencia física, cognitiva, emocional y afectiva, y fue diseñado mediante acuerdo entre expertos ($n = 10$). Un total de 218 jugadores semiprofesionales de fútbol ($M = 22.40$; $DT = 2.25$) completaron el cuestionario tras finalizar un entrenamiento. Se analizó la fiabilidad mediante Alfa de Cronbach y coeficiente de Omega. Además, para la validez concurrente se realizó un análisis de correlaciones bivariadas, utilizando la Escala Visual Analógica y la Escala de Percepción del Esfuerzo. Los resultados muestran que este cuestionario presenta una adecuada consistencia interna ($\alpha = .73$; $\omega = .75$) y validez concurrente ($p < .05$). Por tanto, es una herramienta válida y fiable que permitirá a los entrenadores y preparadores físicos valorar la carga mental específica en los deportes de equipo.

Palabras clave: Instrumento, validez, fiabilidad, fatiga mental, psicología deportiva

ABSTRACT

The aim of the present study was to design and validate a questionnaire to quantify the mental load in team sports. Four items with Likert scale format (1-10) composed the instrument: physical, cognitive, emotional and affective exigence. A group of expert judges ($n = 10$) participated in the design. Later, a total of 218 semi-professionals soccer players ($M = 22.40$; $SD = 2.25$) answered the questionnaire after a training session. The internal consistency was evaluated with Cronbach's α (.73) and ω (.75). The concurrent validity was evaluated with Visual Analogue Scale's and Ratio Perceived Exertion's bivariate correlations ($p < .05$). Thus, the present questionnaire is a reliability and adequate instrument for asses the specific mental load in team sports.

Keywords: Instrument, validity, reliability, mental fatigue, sport psychology.

Cuestionario Carga Mental Deportes Equipo

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi elaborar e validar um questionário para quantificar a carga mental em esportes coletivos. Quatro itens com formato de escala Likert (1-10) compuseram o instrumento: exigência física, cognitiva, emocional e afetiva. Um grupo de juízes especialistas ($n = 10$) participou do projeto. Um total de 218 jogadores semiprofissionais de futebol ($M = 22,40$; $DP = 2,25$) responderam ao questionário após um treino. A consistência interna foi avaliada com α de Cronbach (0,73) e ω (0,75). A validade concorrente foi avaliada com as correlações bivariadas da Escala Visual Analógica e Razão Percebida do Esforço ($p < 0,05$). Assim, o presente questionário é um instrumento confiável e adequado para avaliar a carga mental específica em esportes coletivos.

Palavras chave: Instrumento, validade, confiabilidade, fadiga mental, psicologia do esporte

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, la cuantificación de la carga de entrenamiento en los deportes de equipo se ha centrado en los aspectos metabólicos y neuromusculares (Thompson et al., 2020). En los últimos años se ha podido observar un emergente interés por los aspectos psicológicos, habiendo quedado demostrado que la fatiga mental influye negativamente al rendimiento físico (Van Cutsem et al., 2017), técnico (Moreira et al., 2018; Smith et al., 2016) y táctico (Coutinho et al., 2017). Dentro de las metodologías de entrenamiento ecológicas se está tratando de valorar el efecto que distintos constreñimientos producen sobre la carga y fatiga mental, sin embargo, hasta el momento no existen instrumentos específicos para la cuantificación del esfuerzo mental que suponen las situaciones de entrenamiento o competición. El objetivo del presente estudio fue diseñar un instrumento específico para valorar la carga mental en los deportes de equipo.

La fatiga suele estar asociada a una disminución en el rendimiento deportivo, y puede estar causada tanto por aspectos físicos como psicológicos (Ishii, Tanaka, y Watanabe, 2014). Mientras que, habitualmente, la fatiga física produce una disfunción en los sistemas metabólico, neuromuscular o cardiorrespiratorio (Pageaux y Lepers, 2018), se ha podido comprobar que la fatiga mental no produce alteraciones en estos sistemas (Van Cutsem et al., 2017). Por lo tanto, el rol del cerebro parece evidente en la fatiga mental (Van Cutsem et al., 2020). La fatiga mental puede definirse como un estado psicobiológico causado por periodos prolongados de actividad mental exigente (Van Cutsem et al., 2017). En el contexto deportivo, se ha utilizado el término carga mental para definir la cantidad de esfuerzo mental necesario para desarrollar una tarea en un periodo de tiempo marcado, que está

influido por aspectos físicos, cognitivos, afectivos y emocionales, (García-Calvo et al., 2019). Por tanto, aquellas situaciones deportivas que produzcan elevados niveles de carga mental (causa) podrían generar fatiga mental (consecuencia) en los deportistas. A nivel teórico, esto supone que los entrenadores pueden modificar los estímulos de entrenamiento para generar mayor o menor carga mental (por ejemplo, los ejercicios con mayores demandas cognitivas supondrían mayor carga mental) para generar una respuesta de fatiga mental mayor o menor en función de nuestros objetivos.

Como se comentó anteriormente, diversos estudios han demostrado que la fatiga mental puede afectar el rendimiento físico, técnico y táctico. En un estudio de revisión sistemática, Van Cutsem et al. (2017) definieron que los resultados obtenidos en estudios previos, en los que la fatiga mental reducía significativamente el volumen total de trabajo, pueden explicarse por un incremento en la percepción subjetiva del esfuerzo. Este fenómeno parece estar causado por la acumulación de adenosina en el cerebro (Martin et al., 2019), y también explica los efectos negativos que la fatiga mental produce en el comportamiento táctico. Coutinho et al. (2017), reportaron una reducción en las distancias entre jugadores de fútbol después de completar una tarea mental exigente. Estos autores sugieren que los incrementos en la sensación de fatiga física disminuyen la confianza de los jugadores para obtener el rendimiento óptimo en determinadas acciones, lo que lleva a los jugadores a reducir la distancia entre líneas del equipo (al estar más cerca de los compañeros, es más fácil realizar ayudas). Esta respuesta táctica colectiva empeora la ocupación de los espacios, lo que puede afectar negativamente al rendimiento. Respecto a la disminución de la eficacia

en las acciones técnicas, Peageaux y Lepers (2018) definen que la fatiga mental produce un empeoramiento en el rendimiento cognitivo, que aumenta el número de errores en acciones técnicas. Por tanto, parece evidente la necesidad de cuantificar la carga mental que se producen en las situaciones de entrenamiento y competición, con la finalidad de evitar la aparición de la fatiga mental.

Trabajos anteriores han tratado de definir variables biológicas para determinar de manera objetiva los niveles de carga y fatiga mental, a través de la pupilometría o las alteraciones electroencefalográficas (Fink et al., 2018). Sin embargo, la mayor parte de estas técnicas no pueden ser utilizadas en acciones específicas de los deportes de equipo, dado que la mayoría tienen que ser utilizadas en reposo. Por ello, han prosperado el uso de instrumentos, con una mayor aplicación en contextos con alta validez ecológica, como son las escalas y los cuestionarios. Entre ellas, la más utilizada ha sido el NASA TXL, pero la poca especificidad de alguno de los ítems de estos cuestionarios podría provocar una pérdida de validez ecológica y/o aplicación en las mediciones (Thompson et al., 2019). Según Van Cutsem et al. (2017) el esfuerzo mental en el contexto deportivo está producido por aspectos cognitivos y emocionales. La carga cognitiva hace referencia a (i) situaciones que implican altos niveles de concentración y atención; (ii) el procesamiento de la información contextual en base a la cual se toman las decisiones (táctica); y (iii) la dificultad en la comprensión de las tareas (García-Calvo, 2017). Por su parte, los aspectos emocionales incluyen la afectividad e interdependencia en las relaciones entre las personas que participan (Teques, Duarte, y Viana, 2019), pero también las emociones específicas que se producen durante el desarrollo de las tareas, como el afrontamiento de responsabilidades o la consecución de los objetivos (Thompson et al., 2020). Por último, la carga física específica de cada tarea también podría influir en la carga mental (Van Cutsem et al., 2017). En consecuencia, parece que todos estos ítems deben ser tenidos en cuenta a la hora de cuantificar la carga mental en los deportes de equipo.

Por tanto, a pesar del creciente interés que se les ha otorgado a los aspectos mentales en los deportes de equipo, la falta de instrumentos específicos para su cuantificación provoca que los autores continúen recurriendo a instrumentos genéricos, que no tienen en

cuenta las particularidades ni la multifactorialidad de los procesos mentales en este tipo de deportes. Por ello, el objetivo del presente estudio fue diseñar y validar un cuestionario que atendiese a las características específicas para la valoración de la carga mental en los deportes de equipo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Procedimiento

El presente estudio fue aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad de Extremadura (93/2020). Todos los datos han sido procesados acorde a las recomendaciones de ética y privacidad de la Asociación Americana de Psicología (2019).

El objetivo de la primera parte del estudio fue el diseño y desarrollo del instrumento. Para ello, se elaboró una consulta a un grupo de 10 expertos en Psicología y Ciencias del Deporte. La creación de un comité de expertos para el desarrollo de un instrumento es una práctica muy común, por el conocimiento que tienen los mismos de la temática y las aportaciones que pueden realizar. Además, esta metodología está justificada desde el punto de vista científico (Valles, 2003). Los expertos consultados cumplían los siguientes requisitos: (i) ser graduados en Ciencias del Deporte y/o Psicología; (ii) ser doctor, es decir, haber defendido con éxito la tesis doctoral en el momento que comenzó la investigación; y (iii) tener publicaciones científicas de impacto recientes en el ámbito de la psicología de los deportes de equipo.

Para esta parte del estudio, se concretaron una serie de reuniones. En una primera reunión con el grupo, los expertos explicaron en qué consistía para ellos la carga mental en los deportes de equipo, y propusieron distintos ítems y constructos que consideraban interesantes para la cuantificación de la carga mental. En una reunión posterior, con una semana de diferencia con respecto a la primera, se realizó una puesta en común, y a través de un consenso se seleccionaron los ítems que mejor analizaban los contenidos a valorar. Finalmente, se acordó que los cuatro ítems: exigencia física, cognitiva, emocional y afectiva, eran representativos de la carga mental en los deportes de equipo, según el juicio de los expertos mencionados.

A continuación, la segunda fase del estudio tenía como objetivo la puesta en práctica y el análisis psicométrico

Cuestionario Carga Mental Deportes Equipo

de las propiedades del instrumento para su validación. El investigador principal se puso en contacto con los responsables de los equipos del grupo XIV de la Tercera División Nacional y sus entrenadores. Los participantes aceptaron su participación, fueron informados del objetivo del estudio y firmaron un consentimiento informado.

Los jugadores participantes, asistieron a una charla previa en la que se les explicó el significado concreto de cada ítem, asegurando su comprensión previamente a contestar el instrumento. No se realizó ninguna modificación de los ítems como consecuencia de las dudas de los jugadores. Finalmente, los participantes rellenaron el cuestionario, de forma individual a la finalización de un entrenamiento. La duración total de las respuestas fue aproximadamente de cinco minutos, y se produjo en un clima adecuado para que permitiese a los jugadores concentrarse sin distracciones. Además, también fueron rellenados el RPE y el VAS.

Participantes

La muestra del estudio estuvo conformada por 218 jugadores masculinos semiprofesionales de fútbol, con edades comprendidas entre los 18 y los 36 años ($M = 24.81$; $DT = 3.51$). Los participantes competían en el grupo XIV de la Tercera División Nacional de fútbol, durante la temporada 2018/2019, y todos ellos contaban con una experiencia mínima de 14 años practicando fútbol.

Instrumentos

Cuestionario para la Valoración de la Carga Mental en los Deportes de Equipo (CCMDE; Díaz-García et al.). Este instrumento está conformado por cuatro ítems: exigencia física (¿Cómo de exigente cuantificarías el esfuerzo físico de esta sesión?), cognitiva (¿Cómo de exigente cuantificarías el esfuerzo cognitivo de esta sesión?), emocional (¿Cómo de exigente cuantificarías el esfuerzo realizado para manejar tus emociones durante esta sesión?) y afectiva (¿Cómo de exigente cuantificarías el esfuerzo realizado en esta sesión para manejar las relaciones emocionales con el resto de participantes?); en modalidad Escala Likert con rango de respuesta 0-10, donde 0 significa nada y 10 es el valor máximo de exigencia para cada ítem.

VAS (Smith et al., 2017). Para valorar la fatiga mental, se les preguntaba a los deportistas “¿cómo de fatigado

te sientes mentalmente en una línea de 0 a 100?”. Este instrumento se presenta en formato de escala, donde 0 es el mínimo y 100 el máximo. El uso del VAS para valorar la fatiga mental en los deportes de equipo ha sido utilizado en trabajos previos (e.g., García-Calvo et al. 2019). Aunque no se ha encontrado ningún estudio en el que se desarrolle una validación para el uso de este instrumento en la valoración de la fatiga mental en el fútbol, para algunas variables que guardan relación con la fatiga mental, como la ansiedad (Facco et al, 2013) o la fatiga general (Jollant et al., 2019), sí se han encontrado estudios que analizan las propiedades psicométricas del instrumento.

RPE (Costa et al., 2019). Con la finalidad de valorar la percepción de esfuerzo, se le pidió al deportista “indicar el nivel de esfuerzo físico que percibe que ha tenido la tarea para sí mismo en términos de 0 a 10”, donde 0 es Reposo y 10 es Máximo. El uso de este instrumento para valorar la carga de entrenamiento en deportes de equipo fue justificado por Costa et al. (2019), quienes concluyen que el RPE es un instrumento válido para cuantificar la carga y fatiga de entrenamiento en deportes colectivos.

Análisis estadístico

Para el tratamiento y análisis de los datos se utilizó el programa estadístico SPSS 25.0 (IBM, 2017). En primer lugar, se realizó un análisis factorial exploratorio (AFE) con el objetivo de estudiar la validez de constructo. Además, se calculó la fiabilidad a través de Alfa de Cronbach (Cronbach, 1990), utilizando como valor de referencia el valor .70 (Field, 2009; Polit y Hungler, 2000), y coeficiente de Omega. Por otra parte, se llevó a cabo un análisis de correlaciones bivariadas, con el objetivo de probar la validez concurrente del instrumento, utilizando los instrumentos RPE y VAS para este procedimiento.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestran los pesos factoriales entre los diferentes ítems del cuestionario. Como se puede observar, los ítems del cuestionario están agrupados en torno a un único factor, que en este caso es la carga mental. En consecuencia, no fue necesario realizar un análisis factorial confirmatorio.

Tabla 1

Pesos factoriales entre ítems

Ítems	Pesos de regresión
Ítem 1. Exigencia física	.81
Ítem 2. Exigencia cognitiva	.72
Ítem 3. Exigencia emocional	.70
Ítem 4. Exigencia afectiva	.67

A continuación, en la Tabla 2 se muestran los estadísticos descriptivos de las puntuaciones obtenidas para los ítems del instrumento y el análisis de correlaciones bivariadas entre ítems. Los resultados sugieren que existe relación significativa entre ítems del instrumento, pero estos no llegan a superponerse (>.80), lo cual hubiese supuesto una reunificación de los mismos.

Tabla 2

Estadísticos descriptivos y correlaciones bivariadas entre ítems del instrumento

Ítems	M	DT
Ítem 1. Exigencia física	6.67	1.95
Ítem 2. Exigencia cognitiva	6.71	1.97
Ítem 3. Exigencia emocional	6.19	2.63
Ítem 4. Exigencia afectiva	5.75	2.74

Nota. * $p < .05$. 1= Exigencia física; 2 = Exigencia cognitiva; 3 = Exigencia emocional; 4 = Exigencia afectiva

Finalmente, en la Tabla 3 se pueden observar los resultados para la validez concurrente, calculado mediante el análisis de correlaciones bivariadas entre el CCMDE, el RPE y el VAS. Los resultados muestran relaciones significativas entre el CCMDE y los dos instrumentos utilizados, confirmando así la validez concurrente del instrumento. Además, también queda

confirmada la fiabilidad del instrumento en base a los resultados α y ω .

Tabla 3

Estadísticos descriptivos y correlaciones con RPE y VAS

Ítems	M	DT	α	ω	1	2	3
CCMDE	6.33	1.95	.73	.75	-	-	-
RPE	5.32	1.97	-	-	.44*	-	-
VAS	36.2	23.66	-	-	.45*	.57*	-

Nota. * $p < .05$. 1= CCMDE; 2 = RPE; 3 = VAS.

DISCUSIÓN

El objetivo principal del estudio fue diseñar y probar la validez y fiabilidad del CCMDE para cuantificar la carga mental en los deportes de equipo. En base a los resultados obtenidos, el CCMDE es un instrumento específico, válido y fiable para el propósito descrito.

Para el análisis de la validez concurrente, se utilizó la correlación entre el CCMDE, el VAS y el RPE, dos de las escalas más utilizadas para valorar la carga y la fatiga en los deportes de equipo en la actualidad. Los resultados muestran una correlación significativa entre estos instrumentos y el CCMDE. La escala VAS ha sido utilizada principalmente para cuantificar la fatiga mental en el deporte. Previos estudios han definido los efectos que causan la realización de tareas mentalmente exigentes sobre la fatiga mental. En todos ellos, se pudo observar que la fatiga mental se incrementaba después de estas tareas (Smith et al., 2016; Van Cutsem et al., 2020). Por tanto, la relación significativa entre el CCMDE y el VAS parece justificada, en cuanto a que la carga mental sería la causante de la fatiga mental.

Por otro lado, el RPE ha sido utilizado principalmente para conocer el esfuerzo físico percibido por los deportistas después de una tarea o competición (Calahorra-Cañada, Torres-Luque y Lara-Sánchez, 2014). Estos resultados sugieren una relación significativa entre el esfuerzo físico percibido y la carga mental. Esta relación ya había sido previamente definida por Van Cutsem et al. (2017), quienes

Cuestionario Carga Mental Deportes Equipo

explicaban que las tareas con mayor carga mental y, especialmente, la aparición de la fatiga mental genera un incremento en el esfuerzo físico percibido. Martin et al. (2018) explican que la acumulación de adenosina extracelular en el cerebro sería la causante de esta relación.

Respecto al análisis de la fiabilidad, se confirma el alto grado de acuerdo entre los ítems del CCMDE (Field, 2009; Polit y Hungler, 2000). Como se definió en la introducción, la influencia de los aspectos físicos, cognitivos, emocionales y afectivos sobre la carga y fatiga mental había sido previamente testada (Coutinho et al., 2017; Pageaux y Lepers, 2018; Van Cutsem et al., 2017). Para el diseño del instrumento, se utilizó una muestra de expertos sobre la temática, que conocen en profundidad las características de la carga mental. Probablemente, este conocimiento del constructo estudiado haya llevado a obtener estos adecuados resultados de fiabilidad.

CONCLUSIONES

Por tanto, en base a los resultados encontrados, se puede concluir que el CCMF cumple los criterios mínimos, establecidos por la comunidad científica, de fiabilidad y validez para poder ser empleado para la valoración de la carga mental en los deportes de equipo atendiendo a las especificidades de este constructo en el contexto descrito.

APLICACIONES PRÁCTICAS

Respecto a las principales aplicaciones prácticas que permite el CCMDE, nos gustaría destacar: (i) el breve número de ítems que presenta, lo cual permite involucrar la valoración de la carga mental en los entrenamientos y planificaciones, sin tener que esperar varios días a recibir los resultados y sin restar tiempo efectivo de entrenamiento o post-entrenamiento a los deportistas, (ii) su especificidad, puesto que no se han encontrado otros instrumentos que se hayan validado de forma exclusiva para valorar la carga mental en el fútbol (Russell, Jenkins, Smith, Halson, & Kelly, 2019; Thompson et al., 2020), y (iii) el bajo coste del instrumento.

En primer lugar, la presencia de únicamente cuatro ítems permite involucrar a este instrumento en los entrenamientos y en las dinámicas semanales de los equipos de competición, favoreciendo que los entrenadores y preparadores físicos realicen

adaptaciones en la carga de entrenamiento o tomen decisiones acordes a sus objetivos, teniendo en cuenta también los niveles de carga mental (García-Calvo, 2017). Las teorías de la planificación en los deportes de equipo han evolucionado a lo largo del tiempo, principalmente por la necesidad de rendir de forma óptima cada semana (Buchheit, Lacome, Cholley y Simpson, 2018). Esto ha provocado que la preparación física, el trabajo técnico-táctico y los aspectos psicológicos formen parte de un conjunto único dentro de las metodologías de entrenamiento y, por tanto, es necesario controlar y cuantificar todos estos aspectos (Nedelec et al., 2012; Sánchez-Sánchez et al., 2014). La presencia del CCMDE, con sus características, puede solucionar la problemática actual para cuantificar la carga mental de forma específica, rápida y con extracción inmediata de los resultados, además de constituirse como una herramienta accesible para cualquier equipo, independientemente de la categoría o nivel económico del mismo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo tuvo el soporte de las ayudas a grupos (GR18102) de la Junta de Extremadura (Ministerio de Empleo e Infraestructuras) con la contribución de la Unión Europea a través de los Fondos de Desarrollo Regional. Además, este trabajo está sustentado por un contrato predoctoral del Programa de Formación del Profesorado Universitario del Gobierno de España (FPU18/03660).

REFERENCIAS

1. American Psychological Association (2019). *APA Publication Manual of the American Psychological Association* (7a ed.). Washington: autor.
2. Buchheit, M., Lacome, M., Cholley, Y., y Simpson, B. M. (2018). Neuromuscular responses to conditioned soccer sessions assessed via GPS-Embedded accelerometers: Insights into tactical periodization. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(5), 577–583. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2017-0045>
3. Calahorra-Cañada, F., Torres-Luque, G., y Lara-Sánchez, A. (2014). La percepción subjetiva de esfuerzo como herramienta válida para la monitorización de la intensidad del esfuerzo en competición de jóvenes futbolistas. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 14(1), 75-82.

4. Coutinho, D., Gonçalves, B., Travassos, B., Wong, D. P., Coutts, A. J., y Sampaio, J. E. (2017). Mental fatigue and spatial references impair soccer players' physical and tactical performances. *Frontiers in Psychology*, 8, 1645-1653. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01645>
5. Costa, J. A., Brito, J., Nakamura, F. Y., Figueiredo, P., y Rebelo, A. (2019). Using the rating of perceived exertion and heart rate to quantify training intensity in female soccer players: Validity and utility. *Journal of Strength and Conditioning Research*, in press. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003407>
6. Cronbach, L.J. (1990). *Essentials of psychological testing* (5th Ed.). New York: Harper & Row.
7. Facco, E., Stellini, E., Bacci, C., Manani, G., Pavan, C., Cavallin, F., y Zanette, G. (2013). Validation of visual analogue scale for anxiety (VAS-A) in preanesthesia evaluation. *Minerva Anestesiologica*, 79(12), 1389-1395.
8. Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. Los Angeles: Sage publications.
9. Fink, A., Rominger, C., Benedek, M., Perchtold, C. M., Papousek, I., Weiss, E. M., Seidel, A., y Memmert, D. (2018). EEG alpha activity during imagining creative moves in soccer decision-making situations. *Neuropsychologia*, 114, 118-124. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.04.025>
10. García Calvo, T. (2017). The mental load of training in football: Conceptual aspects for its assessment and training. *Revista de Preparación Física en el Fútbol*, 24, 23-33.
11. García-Calvo, T., González-Ponce, I., Ponce, J. C., Tomé-Lourido, D., y Vales-Vázquez, Á. (2019). Incidence of the tasks scoring system on the mental load in football training. *Revista de Psicología del Deporte*, 28(2), 79-86.
12. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp
13. Ishii, A., Tanaka, M., y Watanabe, Y. (2014). Neural mechanisms of mental fatigue. *Reviews in the Neurosciences*, 25(4), 469-479. <https://doi.org/10.1515/revneuro-2014-0028>
14. Jollant, F., Voegeli, G., Kordsmeier, N. C., Carbajal, J. M., Richard-Devantoy, S., Turecki, G., y Cáceda, R. (2019). A visual analog scale to measure psychological and physical pain: A preliminary validation of the PPP-VAS in two independent samples of depressed patients. *Progress in Neuro-psychopharmacology & Biological Psychiatry*, 90, 55-61. <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2018.10.018>
15. Martin, K., Meeusen, R., Thompson, K. G., Keegan, R., y Rattray, B. (2018). Mental fatigue impairs endurance performance: A physiological explanation. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(9), 2041-2051. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0946-9>
16. Moreira, A., Aoki, M. S., Franchini, E., da Silva Machado, D. G., Paludo, A. C., y Okano, A. H. (2018). Mental fatigue impairs technical performance and alters neuroendocrine and autonomic responses in elite young basketball players. *Physiology & Behavior*, 196, 112-118. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.08.015>
17. Nédélec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., y Dupont, G. (2012). Recovery in soccer: part I - post-match fatigue and time course of recovery. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 42(12), 997-1015. <https://doi.org/10.2165/11635270-000000000-00000>
18. Pageaux, B., y Lepers, R. (2018). The effects of mental fatigue on sport-related performance. *Progress in brain research*, 240, 291-315. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2018.10.004>
19. Polit, D., y Hungler, B. (2000). *Investigación científica en Ciencias de la Salud* (6ª ed.). México: McGraw-Hill.
20. Russell, S., Jenkins, D., Smith, M., Halson, S., y Kelly, V. (2019). The application of mental fatigue research to elite team sport performance: New perspectives. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(6), 723-728. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.12.008>
21. Sánchez-Sánchez, J., Luis-Pereira, J.M., Guillen-Rodríguez, J., Martín-García, D., y Romo-Martín, D. (2014). Efecto de la motivación del entrenador sobre la carga interna y el rendimiento físico de un juego de fútbol reducido 3x3. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 14(3), 169-176.
22. Smith, M. R., Coutts, A. J., Merlini, M., Deprez, D., Lenoir, M., y Marcora, S. M. (2016). Mental Fatigue Impairs Soccer-Specific Physical and Technical Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(2), 267-276. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000762>

Cuestionario Carga Mental Deportes Equipo

23. Smith, M. R., Fransen, J., Deprez, D., Lenoir, M., y Coutts, A. J. (2017). Impact of mental fatigue on speed and accuracy components of soccer-specific skills. *Science and Medicine in Football*, 1, 48–52. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1252850>
24. Teques, P., Duarte, D., y Viana, J. (2019). Coaches' emotional intelligence and reactive behaviors in soccer matches: Mediating effects of coach efficacy beliefs. *Frontiers in Psychology*, 10, 1629. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01629>
25. Thompson, C. J., Fransen, J., Skorski, S., Smith, M. R., Meyer, T., Barrett, S., y Coutts, A. J. (2019). Mental fatigue in football: Is it time to shift the goalposts? An evaluation of the current methodology. *Sports Medicine* (Auckland, N.Z.), 49(2), 177–183. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-1016-z>
26. Thompson, C. J., Noon, M., Towlson, C., Perry, J., Coutts, A. J., Harper, L. D., ..., y Meyer, T. (2020). Understanding the presence of mental fatigue in English academy soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 38(13), 1524–1530. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1746597>
27. Valles, M. (2003). Técnicas cualitativas de investigación social: Reflexión metodológica y práctica profesional. Madrid: Editorial Síntesis.
28. Van Cutsem, J., Marcora, S., De Pauw, K., Bailey, S., Meeusen, R., y Roelands, B. (2017). The effects of mental fatigue on physical performance: A Systematic review. *Sports Medicine* (Auckland, N.Z.), 47(8), 1569–1588. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0672-0>
29. Van Cutsem, J., Roelands, B., Pluym, B., Tassignon, B., Verschueren, J. O., DE Pauw, K., y Meeusen, R. (2020). Can creatine combat the mental fatigue-associated decrease in visuomotor skills?. *Medicine and science in sports and exercise*, 52(1), 120–130. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002122>

ORIGINAL ARTICLE

Mental fatigue changes from regular season to play-offs in semiprofessional soccer: A comparison by training days

Jesús Díaz-García¹  | Luca Filipas^{2,3}  | Antonio La Torre^{2,4} | Jorge Gómez-Rivera¹ | Ana Rubio-Morales¹  | Tomás García-Calvo¹ 

¹Faculty of Sport Sciences, University of Extremadura, Cáceres, Spain

²Department of Biomedical Sciences for Health, Università degli Studi di Milano, Milan, Italy

³Department of Endocrinology, Nutrition and Metabolic Diseases, IRCCS MultiMedica, Milan, Italy

⁴IRCCS Istituto Ortopedico Galeazzi, Milan, Italy

Correspondence

Tomás García-Calvo, Faculty of Sport Sciences, University of Extremadura, Av. of University S/N, Cáceres, Spain.
Email: tgarcia@unex.es

Funding information

Government of Spain FPU Program, Grant/Award Number: FPU18/03660; Junta of Extremadura, Grant/Award Number: GR18102

The main purpose was to compare by each training the mental load and fatigue reported by semiprofessional soccer players comparing between regular season phase and the play-offs. Fifty-three players ($M_{\text{age}} = 24.59$ years) for two teams participated during the 2020/21 season. Mental load was measured with a Likert questionnaire. Mental fatigue was quantified with a Visual Analogue Scale. Four trainings were recorded each week (Monday = MD+1, Wednesday = MD-4, Thursday = MD-3 and Saturday = MD-1), with a competitive match on Sunday across 10 weeks (five dates of regular season – five dates of play-offs). A Linear Mixed Model was performed with R-studio, using the training days and the competitive phase as independent variables. The influence of time played as co-variable was also checked. Results showed MD+1 as the more mentally fatiguing day in both phases, although MD-4 were the training with higher mental load reported ($p = 0.001$). Comparing phases, mental fatigue was significantly higher during the play-offs ($p = 0.037$). With regard time played, players that did not usually play showed a decrease in mental load during the play-offs. Then, we recommend coaches to use recovery strategies for mental fatigue, avoid mentally fatiguing tasks close to competition and considerer the time played as a factor which may contribute to individual differences in player mental fatigue.

KEYWORDS

applied sporting practice, cognitive fatigue, longitudinal, mental load, real soccer matches, soccer demands

1 | INTRODUCTION

Soccer, like most intermittent team sports, is a complex sport, with multiple factors contributing to successful performance.¹ One of the factors which has attracted a great amount of scientific attention is fatigue,² where a special interest on neuromuscular and metabolic fatigue has been observed.³ However, soccer also poses high demands on the brain.⁴ Indeed, soccer may be mentally as well as

physically fatiguing.⁵ Mental fatigue is a psychobiological state caused by prolonged brain demanding activity reflecting both psychological-subjective and biological alterations.⁶ The symptoms of mental fatigue depend on each athlete specifically, as Russell et al.⁷ showed in a qualitative study that checked how athletes perceived mental fatigue, although several studies have shown that induced mental fatigue courses subjectively with increased feelings of mental fatigue, behaviorally with cognitive or reaction

time impairments and physiologically with changes in the electroencephalogram signal or an activation of the parasympathetic activity.^{8,9} It has been well defined that mental fatigue significantly impair soccer performance.^{10,11} Indeed, it has been showed that mental fatigue courses in soccer players with a decrease in physical efforts, which seems to be caused by a mental fatigue-associated increase in the physical exertion,¹² higher impairments in shooting and passing performance,^{12,13} or a trend of mentally fatiguing players to stay in close proximity to their teammates, resulting in poor dispersion across the pitch.¹ Therefore, it is not surprising that researchers have recently focused their attention towards mental fatigue.

Soccer game scenarios imply vigilance, decisions making, emotions or constantly processing information causing mental fatigue in soccer players.¹¹ Mental fatigue may impair soccer physical¹² and technical-tactical performance.^{1,13,14} Therefore, controlling and limiting the presence of mental fatigue may be important for enhancing soccer performance.¹⁵ Mental fatigue is not however limited to competition.¹⁶ Indeed, the authors reported higher perceptions of mental fatigue during the preparation camps when compared with competitions in netball players. It may be caused by the intentional stress induced during preparation camps to know how players respond during competitions in presence of mental fatigue and the intentional individualization of programming aspects to minimize mental fatigue close to competition as recovery, coaching approach or scheduling. However, this finding remarks the importance to routinely monitor mental fatigue during training and competition and the importance of coaches to manage mental fatigue. For example, the use of more or less mentally fatiguing tasks^{17,18} may determine the training adaptations to mental fatigue and its effects. To control and manipulate mental fatigue adequately, more information is however needed to understand how mental fatigue could evolve along a longitudinal competitive season. It has been previously checked over two full netball seasons.¹⁹ The authors concluded that mental fatigue significantly fluctuate across a season, and that mental fatigue differs from physical fatigue, tiredness, stress, mood and motivation. This information remarks the importance of include mental fatigue as independent measure; coaches can use this information to adapt the mental exigences of the tasks to the state of mental fatigue of the players or to decide to use or not use strategies to counterattack mental fatigue. The evolution of mental fatigue over time has been also checked along a professional padel competition,²⁰ where consecutive matches are played. These authors concluded that play professional padel matches significantly increase mental fatigue, but the state of mental fatigue was significantly higher before the second match of the day when compared with the first

match of the day. This study also suggests that a night of normal sleep post-matches countermeasure the state of mental fatigue. This adds information for coaches about the measure and management of mental fatigue during the tournament. Specifically, in soccer would be interesting to compare between different season phases, as play-off or a regular league with similar practical applications.

Due to the lack of researches on this aspect in team sports, experts have raised the importance of investigating the longitudinal evolution of mental fatigue.²¹ Few studies have analyzed mental fatigue during a longitudinal period in soccer. Abbott et al.²² showed that during a full-competitive season professional under-23 soccer players reported to be mentally fatigued for 2 days following a match. This finding was confirmed also by Thompson et al.⁵ in an English elite-academic soccer players. Although these studies were performed in a very specific contexts and teams a low completion rate was observed, suggesting the need for replication with greater data consistency and number of athletes. Based on all this information, coaches should perhaps try to reduce the cognitive exigence of their training tasks for 48 h after matches searching for a well recovery of mental fatigue. Although, it could depend on other contextual variables as the result of the previous match, due to significant lower levels of mental fatigue reported 48 h after a won match compared to a lost one.²² The authors also reported that mental fatigue was higher during the early- and mid-season phase than during the late-season phase of the regular season, although, an increase in the percentage of match winnings in the late-season phase by the team analyzed could explain these results.

1.1 | The present study

The information about the longitudinal evolution of mental fatigue may help coaches to know the state of mental fatigue of their players and perform a correct management of this subtype of fatigue. Abbott et al.²² and Thompson et al.⁵ described the recovery of the mental fatigue after a competitive match. However, less is known about how mental fatigue evolves across the rest of the microcycle after a competitive match. This information may allow a further analysis about typical manifestations of mental fatigue in soccer players.

Abbott et al.²² also answered to the differences between parts of the regular season in the mental fatigue reported by players. Many soccer leagues (e.g., England Championship, Spanish Second Division...) are characterized by the presence of play-offs in the last part of the season, where the best teams of the regular season play a range from two to five eliminatory matches to promote

to a high-level league. Know how mental fatigue change from the regular season to a play-off phase could also allow coaches to adapt the training mental exigences to the mental fatigue-levels of their players. This information seems of importance due the importance of play-offs which determine the promotion/not promotion (i.e., performance) to a higher category, based on the negative effects that mental fatigue causes on soccer performance and the special cognitive (i.e., players play vs. the best players of the season, which may increase the cognitive complexity) and emotional (i.e., monetary rewards, personal recognition) that play-offs may cause. To the best of our knowledge, no previous studies have answered this research question in soccer. Other study has investigated the longitudinal evolution of mental fatigue along different parts of the season in netball,¹⁹ but it has not been previously checked in soccer.

Also, researchers agree about the existence of individual characteristics influencing the specific mental fatigue reported by each player.¹⁵ However, information about what variables influences the interindividual differences in mental fatigue reported between different members of the team is currently lacking. The study analyzed time played as interindividual variable among players. From a conditional viewpoint it has been well defined that a higher time played results in more physical fatigue.³ No previous studies have analyzed the effects of this variable on mental fatigue. A higher time played may results in higher times of cognitive efforts, although, players provided with less playing time may experience negative emotions. Then, due to it is difficult to anticipate the effects of this variable on mental fatigue and it is mandatory that coaches decisions results in there is players with higher and less time played, this variable may be of interest.

Therefore, the main purpose of the present study was to explore potential differences in mental fatigue perceived by players between the regular season and play-offs comparing by trainings. Also, the present study explored the influence of time played in the interindividual differences for mental fatigue between the players of the team.

2 | METHODS

2.1 | Experimental design

All procedures were approved by the local research ethics committees and follow the ethical principles for medical research involving human subjects set by the World Medical Association Declaration of Helsinki. Participants were provided with written instructions outlining the studies procedures but were not informed of their aims.

Considering the purpose of this study, a total of 10 weeks of trainings with a competitive match in each week of each team were analyzed. The decision to analyze 10 weeks was based on the idea to analyze the same number of play-offs and regular season matches. Play-off's phase implied a total of five matches in that season. Therefore, the previous 5 weeks (i.e., last five matches of the regular season) before starting the play-offs were also analyzed. Match days (MDs) were always on Sunday. Regarding weeks training sessions, both teams performed four training sessions per week (Monday = MD+1; Wednesday = MD-4; Thursday = MD-3; and Saturday = MD-1). Training organization, type, and number of tasks per training were the same between the two phases of the season. Only tactical information (i.e., based on the previous and the following match) differed between phases of the season. Researchers have a meeting with the staffs of the teams before the first training of each week. In the start of the project, we agree to decide an established number of four tasks (10 min the first and second tasks, 15 min the third and fourth tasks) preceded by 10 min warm-up in each training. All these tasks were possession games with the same rules in the two teams, in agreement with the coaches. The content was based on the previous result and the next match. Players conducted the mental load and mental fatigue questionnaires using a laptop, tablet, or mobile phone within 10 min following the completion of the training session. The chronological explanation of the procedure is reported in [Figure 1](#).

Participants were encouraged to sleep at least 7 h per night and asked to have a similar meal during the study. All the trainings and measures were conducted at the same time of the day (the timeframe of the trainings was 9 p.m.–11 p.m).

To improve metacognition, mental load, mental fatigue and RPE were previously defined to players. Indeed, a previous familiarization with the concepts and scales was performed. Mental load was defined as the cognitive and emotional efforts that players must to perform to achieve the purpose of the tasks.¹⁷ For this variable, an example of “nothing effort perceived” may be a very easy cognitive task where also the possibilities to success are high. This may be a 2×1 task where only are 1 teammate (i.e., one possibility of decision) and 1 rival (i.e., only one attentional focus in defenders) with numerical superiority, meanwhile, an example of “maximum possible effort perceived” may be the contrary 5×6 situation. Mental fatigue is defined as a psychobiological state caused by prolonged periods of demanding cognitive activity. Descriptors previously reported by athletes were showed to the players. RPE was defined as the ratio of physical exertion perceived by players. An example of “nothing effort perceived” may be a typical possession game (usually named “rondo”) where

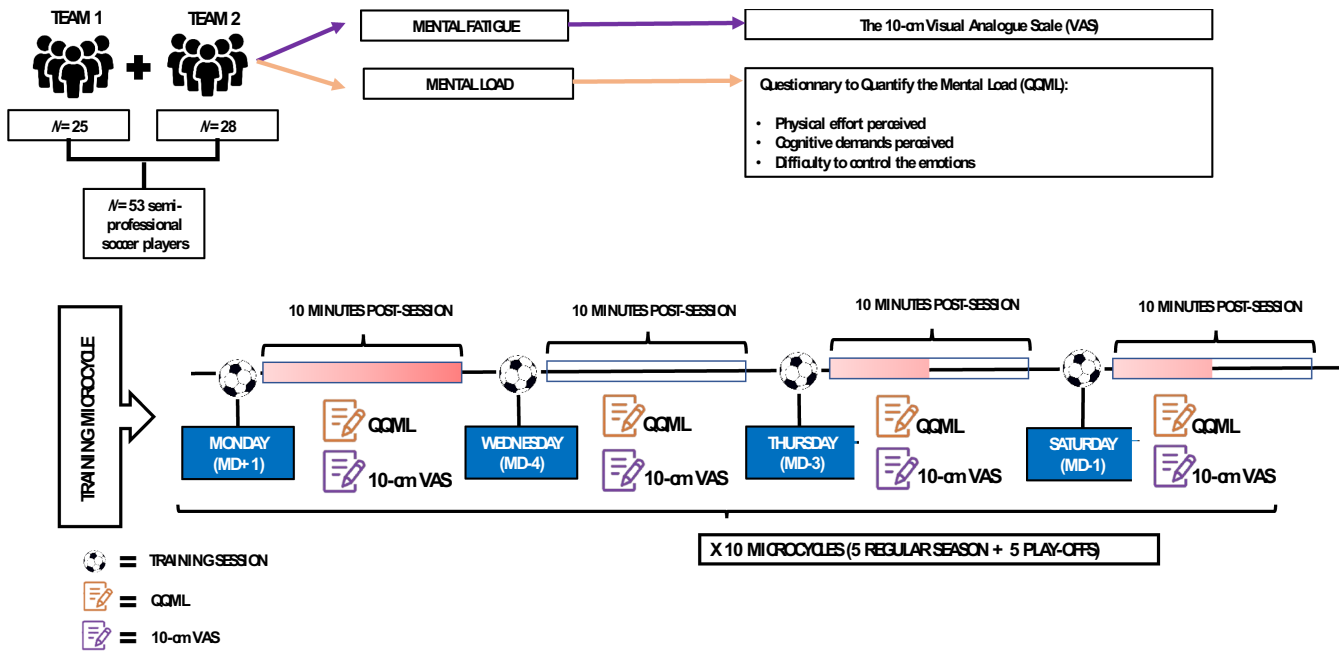


FIGURE 1 Chronological explanation of the measures and variables obtained.

attackers are situated as a circle and only the defenders situated in the center of the circle have the highest range of movement. On the contrary, an example of “maximum possible effort perceived” may be a 5×6 tasks in a high dimension pitch.

2.2 | Sample

A total of 53 male players ($M_{\text{age}} = 24.6$ years) of two Spanish semiprofessional soccer teams (N Team A = 25, M_{age} Team A = 22.3 years; N Team B = 28, M_{age} Team B = 24.9 years) participated in this study. All participants had a minimum of 10 years of training experience and competed in the Spanish third division during the 2020–2021 season.

2.3 | Instruments and outcomes

2.3.1 | Questionnaire to quantify the mental load

We used the Questionnaire to Quantify the Mental Load (QQML) with the purpose to quantify the perceived mental exigence caused by each training or match in these soccer players.²³ This questionnaire is composed by three items: Ratio of Perceived Exertion (RPE; How much physical activity was required?), cognitive demands (How much cognitive effort was required?) and difficulty to control the emotions (How difficult is control the emotions?).

The range of responses of each item was in the format of Likert's Scale (0–10), where 0 was nothing, effort perceived and 10 was the maximum possible effort perceived.

2.3.2 | Visual Analogue Scale for mental fatigue

The 10-cm Visual Analogue Scale (VAS) was used to quantify the subjective feelings of mental fatigue reported by players, where 0 was no mental fatigue perceived and 10 was the maximum possible degree of mental fatigue perceived. This subjective measure of mental fatigue has been used in several studies that quantify mental fatigue in sport activities.^{24,25} Subjects were asked to indicate the perceived level of mental fatigue placing a mark on the VAS 10-cm line. The left side of the scale indicated “not at all,” while the right side indicated “maximum.”

To clarify it, both VAS and QQML were 2×10 points scales. The 10 mm VAS has come from the 100 mm VAS. In the present study, this adaptation from 100 to 10 mm in VAS was performed because researchers thought that the use of 2×10 points scale is easiest for players when compared with use 1×10 points scale and 1×100 point scale. The main different in the application of these scales was that VAS was presented as a sliding scale from 0 to 10, meanwhile, in the QQML players had to select a specific number from 1 to 10. This was performed because researchers used the original functioning of the scales, but in future studies the presentation of the scales in the same form may be better for players.

2.3.3 | Time played by players

Researchers performed the next codification of the time played: 0 = players that did not play any minute in the last match; 1 = players that played <45 min. in the last match; 2 = players that played more than 45 min. in the last match.

2.4 | Data analysis

Data were analyzed with R-studio.²⁶ A linear mixed model (LMM) was performed using lme4,²⁷ to test the differences in mental load and mental fatigue perceptions between seasons-phases by each training. LMM lets analyze data with a hierarchical structure in nesting units and has demonstrated its ability to cope with unbalanced and repeated-measures data. Mental load and mental fatigue were recorded after each training and each training/week were nested for a specific season phase. Training days (i.e., MD+1, MD-4, MD-3, MD-1) and season phase (i.e., regular season or play-offs) were included as independent variables in the analysis. Mental load and mental fatigue reported were the dependent variables. Firstly, a general comparison of the medium values for mental load and mental fatigue between phases were performed. Secondly, an intra-phase comparison of the mental load and mental fatigue perceptions was performed between different training days into the same phase (i.e., MD+1 vs. MD-4 vs. MD-3, vs. MD-1, all of these during regular season or play-offs phases). Finally, an interphase comparison of mental load and mental fatigue perceptions for each day between phases (i.e., MD+1 of regular season vs. MD+1 of play-offs; MD-4 of regular season vs. MD-4 of play-offs...) was performed. All these analyses were also performed including teams as independent variable to test the variability between teams. We only showed the fixed factors in the present study. On the other hand, researchers included the time played by players as co-variable (as previously exposed and coded) to test the effect of time played on mental load and mental fatigue according to each training and season phase. Significance was set at * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

3 | RESULTS

Table 1 shows the mental load and mental fatigue reported by semiprofessional soccer players during the regular season and the play-off phases. With regard general scores, significantly higher mean scores in RPE were reported during regular season with respect to the play-offs ($p < 0.01$). On the contrary, no significantly higher

mean scores in mental fatigue, cognitive and emotional efforts was observed in the play-offs compared to the regular season. With regard trainings into the same phase, similar results were observed in the regular season and the play-offs. Specifically, significant changes were found between all training days for mental load and mental fatigue in both phases. MD-4 was identified by players as the most mentally demanding training, followed by MD-3, MD+1 and MD-1 ($p < 0.001$ when compared MD-4 with MD-3, MD+1 and MD-1). However, MD+1 was identified as the most mentally fatiguing training, followed by MD-4, MD-3 ($p = 0.03$ when compared with MD+1 and MD-4) and MD-1 ($p < 0.001$ when compared with MD+1 and MD-4). With regard the same training day between different phases, significantly higher RPE scores were observed for MD-4 ($p = 0.03$) and MD-1 ($p < 0.01$) in the regular season compared to the play-offs. Also, mental fatigue was higher in MD-1 in the regular season than in the play-offs ($p < 0.001$). On the contrary, significantly higher emotional efforts in MD-3 ($p = 0.04$) and significantly higher mental fatigue in MD+1 ($p = 0.04$) and MD-4 ($p = 0.04$) were reported in the play-offs than in the regular season. The inter-phases comparison between days checked the existence of significative differences between two different training/weeks comparing regular season and play-offs. According to these results, differences in RPE from MD-4 to MD-3 ($p < 0.01$) and from MD+1 to MD-3 ($p < 0.01$) between phases were found, where the highest differences between trainings appear in the regular season. Moreover, changes for mental fatigue from MD+1 to MD-1 ($p < 0.001$), from MD-4 to MD-1 ($p < 0.01$), from MD-3 to MD-1 ($p = 0.03$) and from MD+1 to MD-3 ($p < 0.03$) were higher in the play-offs phase than in the regular season.

Figure 2 showed the variability between teams on mental fatigue. No significant changes in the mental load reported were observed between teams (only, a significant higher cognitive effort [$p = 0.01$] on MD-1 reported by Team 1). No significant combined effect of team \times season phase \times training day was observed. Figure 2 shows that although the mental fatigue reported by the Team 1 was higher in most of the cases ($p = 0.04$ on MD-3; $p = 0.03$ on MD-1; $p < 0.001$ on MD+1), the tendency of the two teams in both phases was similar.

Figures 3–6 shows the changes from regular season to play-offs phase exploring the influence of time played by players on RPE (Figure 3), cognitive efforts (Figure 4), emotional load (Figure 5) and mental fatigue (Figure 6) before each training.

No significant changes were observed on RPE in MD+1, MD-4 and MD-3 between season phases according to time played. That is, when compared players that played the same range of minutes (i.e., 0, <45 or >45 min) between

TABLE 1 Mental load and MF reported by each training. A comparison between regular season and play-offs

Variables	RS	Play-off	Regular season scores by training days			
			MD+1	MD-4	MD-3	MD-1
RPE	5.31 ± 0.14	4.97 ± 0.11**	4.79 ± .18 ^{b,c***;d*}	6.40 ± .18 ^{a,c,d***}	5.52 ± .18 ^{a,b,d***}	4.28 ± .20 ^{a,g;b,c***}
Cognitive load	5.24 ± 0.14	5.29 ± 0.12	4.42 ± .19 ^{b,c***}	6.07 ± .19 ^{a,d***}	5.81 ± .18 ^{a,d***}	4.45 ± .20 ^{b,c***}
Emotional load	4.98 ± 0.18	5.10 ± 0.12	4.43 ± .22 ^{b,c***}	5.77 ± .22 ^{a,d***}	5.39 ± .22 ^{a,d***}	4.11 ± .24 ^{b,c***}
Mental fatigue perceived	3.87 ± 0.18	4.09 ± 0.11	4.37 ± .21 ^{c*,d***}	4.20 ± .21 ^{c*,d***}	3.77 ± .21 ^{a,b*}	2.86 ± .22 ^{a,b***}

Note: RS = Regular season; a = Significant differences compared to MD+1; b = Significant differences compared to MD-4; c = Significant differences compared to MD-3; d = Significant differences compared to MD-1. *Inter-phases comparison per day*: e = Significant differences between MD+1 of regular season and MD+1 of play-offs phase; f = Significant differences between MD-4 of regular season and MD-4 of play-offs phase; g = Significant differences between MD-3 of regular season and MD-3 of play-offs phase; h = Significant differences between MD-1 of regular season and MD-1 of play-offs phase; *Inter-phases comparison between days*: i = significant differences in MD+1 to MD-4 change between regular season and play-off phase; j = significant differences in MD-4 to MD-3 change between regular season and play-off phase; k = significant differences in MD-3 to MD-1 change between regular season and play-off phase; l = significant differences in MD-4 to MD-1 change between regular season and play-off phase; m = significant differences in MD+1 to MD-3 change between regular season and play-off phase; n = significant differences in MD+1 to MD-1 change between regular season and play-off phase. * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

the two different phases, no significant differences were observed on RPE in these days. In MD+1, players that played 0 or <45 min showed significant higher values of RPE ($p < 0.001$) than the players that played >45 min, but it was similar both in regular season and play-offs. In MD-4 and MD-3, the values of RPE did not show significant differences between players in both phases similarly. On the contrary, a nearly significant change occurred on RPE between season phases in MD-1 ($p = 0.06$). In this case, all players showed a similar RPE in MD-1 during the regular season. Differently, players that played 0 min showed a significant decrease ($p = 0.02$) on this variable when compared with players that played <45 and >45 min in the play-offs season.

No significant changes were observed on cognitive load in MD-4 and MD-3 between season phases according to time played. The cognitive load reported by players on these days was similar for all players similarly in both phases. On the contrary, a nearly significant change on cognitive load between season phases was observed in MD+1 ($p = 0.06$ in players that played >45 min) and MD-1 ($p = 0.07$ in players that played >45 min). Specifically, in MD+1, cognitive load was significantly higher ($p < 0.001$) in players that played 0 and <45 min than in players that played >45 min. This was similar in both phases, however, the cognitive load reported by players that played 0 min was nearly significantly higher ($p = 0.06$) in play-offs when compared with the regular season. With regard MD-1 non-significant differences were observed between groups of players in this variable during the regular season, On the opposite, during the play-offs phase, players that played 0 min showed a significant decrease in this variable on MD-1

($p = 0.01$) when compared with players that played <45 or >45 min.

No significant changes were observed on emotional load in MD-4 between season phases according to time played. A significant change ($p = 0.01$) in the emotional load between groups of players were observed on MD+1 from regular season to play-offs. Specifically, a significant increase from regular season to play-offs on this variable was observed in players that played 0 min ($p = 0.03$), while no significant changes were observed in players that played <45 and >45 min. On MD-3, a nearly significant difference ($p = 0.06$) was observed between phases. Specifically, in MD-3 during the regular season the smallest values of emotional load were reported by players that played 0 and >45 min. On the contrary, these players showed the highest values in this variable during the play-offs. A significant increases were observed in the emotional load on MD+3 from regular season to play-offs ($p = 0.03$ in players that played 0 min and $p = 0.04$ in players that played >45 min). With regard MD-1, a nearly significant change between groups of players were observed ($p = 0.06$), due to players that played >45 min showed significant higher values of emotional load during the regular season than during the play-offs ($p = 0.01$).

No significant changes were observed in mental fatigue between season phases for any training according to time played. All groups of players showed a non-significant increase on mental fatigue reported from regular season to play-offs in MD+1. Similar values of mental fatigue reported were observed in all groups of players on MD-4 and MD-3 in both season phases. On MD-1, a small decrease in this variable were observed from regular season to play-offs in all groups of players.

Play-off scores by training days				Inter-phases per day	Inter-phases between days
MD+1	MD-4	MD-3	MD-1		
4.53 ± .19 ^{b,c,d***}	5.92 ± .20 ^{a,d***}	5.84 ± .20 ^{a,d***}	3.64 ± .19 ^{a,b,c***}	** _h * _f	** _{j,m}
4.56 ± .20 ^{b,c***}	6.13 ± .20 ^{a,d***}	6.15 ± .20 ^{a,d***}	4.39 ± .20 ^{b,c***}		
4.52 ± .23 ^{b,c***}	5.92 ± .24 ^{a,d***}	5.91 ± .23 ^{a,d***}	4.13 ± .23 ^{b,c***}	* _g	
5.24 ± .22 ^{b***;c,d***}	4.61 ± .22 ^{a,d***;c**}	4.01 ± .22 ^{a,d***;b**}	2.41 ± .22 ^{a,b,c***}	*** _e * _{f,h}	*** _n ** _l * _{k,m}

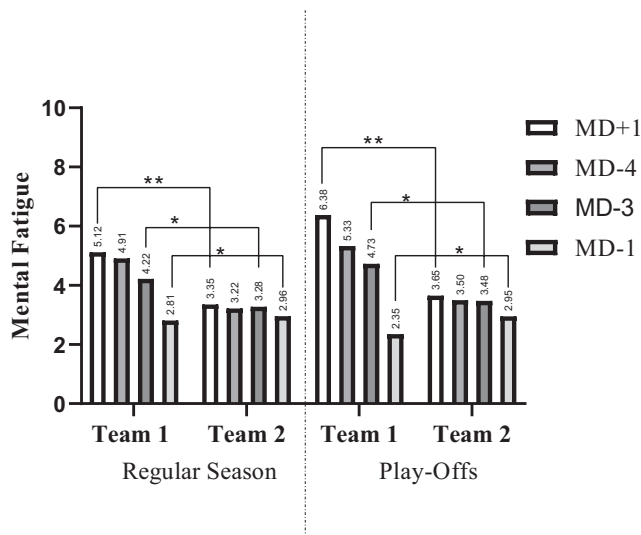


FIGURE 2 Combined effects of team × season phase × training days on mental fatigue.

4 | DISCUSSION

The main purpose of the present study was to test possible differences in mental load and mental fatigue perceptions between training of two different phases of the season (i.e., the last 5-weeks of the regular season and the 5-weeks of the play-offs) in semiprofessional soccer players. The main findings of the study were: (1) semiprofessional soccer players identified MD-4 and MD-3 as the more mentally demanding trainings of the weeks, (2) despite it was not identified as the more mentally demanding training, MD+1 was identified as the more mentally fatiguing training of the week in both phases, (3) in general, semiprofessional soccer players identified the trainings of the

play-offs phase as more mentally fatiguing than the trainings of the regular season (with a special interest in the higher values of mental fatigue reported in MD+1 and MD-4 during the play-offs compared to the regular season), (4) no differences were observed in the tendencies of mental fatigue between phases when compared the two teams, although a significant difference in the quantity of mental fatigue was observed between trainings.

To the best of our knowledge, this is the first study that have analyzed longitudinally the evolution of the mental load and mental fatigue along competitive weeks in soccer. As we explained before, the first finding of the present study was that semiprofessional soccer players identified MD-4 and MD-3 as the more mentally demanding trainings of the weeks. The presence of higher values of mental load after MD-4 and MD-3 compared to MD-1 and MD+1 suggests that mental fatigue may be consciously organized and prevented to avoid high levels of mental fatigue nearly the official matches. Previous authors have highlighted the importance not to use mentally fatiguing tasks the days previous to competitions.¹⁵ It seems important also before soccer competitions, based on the negative effects that have been associated to mental fatigue in soccer.¹⁰ Coaches should consider this information to avoid the use of mentally fatiguing tasks 24 h after a competitive match, in order not to impair the recovery from mental fatigue. Based on the results of the present study, coaches tried to decrease mental load and mental fatigue from the main training days (i.e., MD-4 and MD-3 in this study) to the trainings nearly to MD. Previous studies have demonstrated this phenomenon for other physical variables as total distances.²⁸ To the best of our knowledge this is the first study that have showed this for mental fatigue. As it

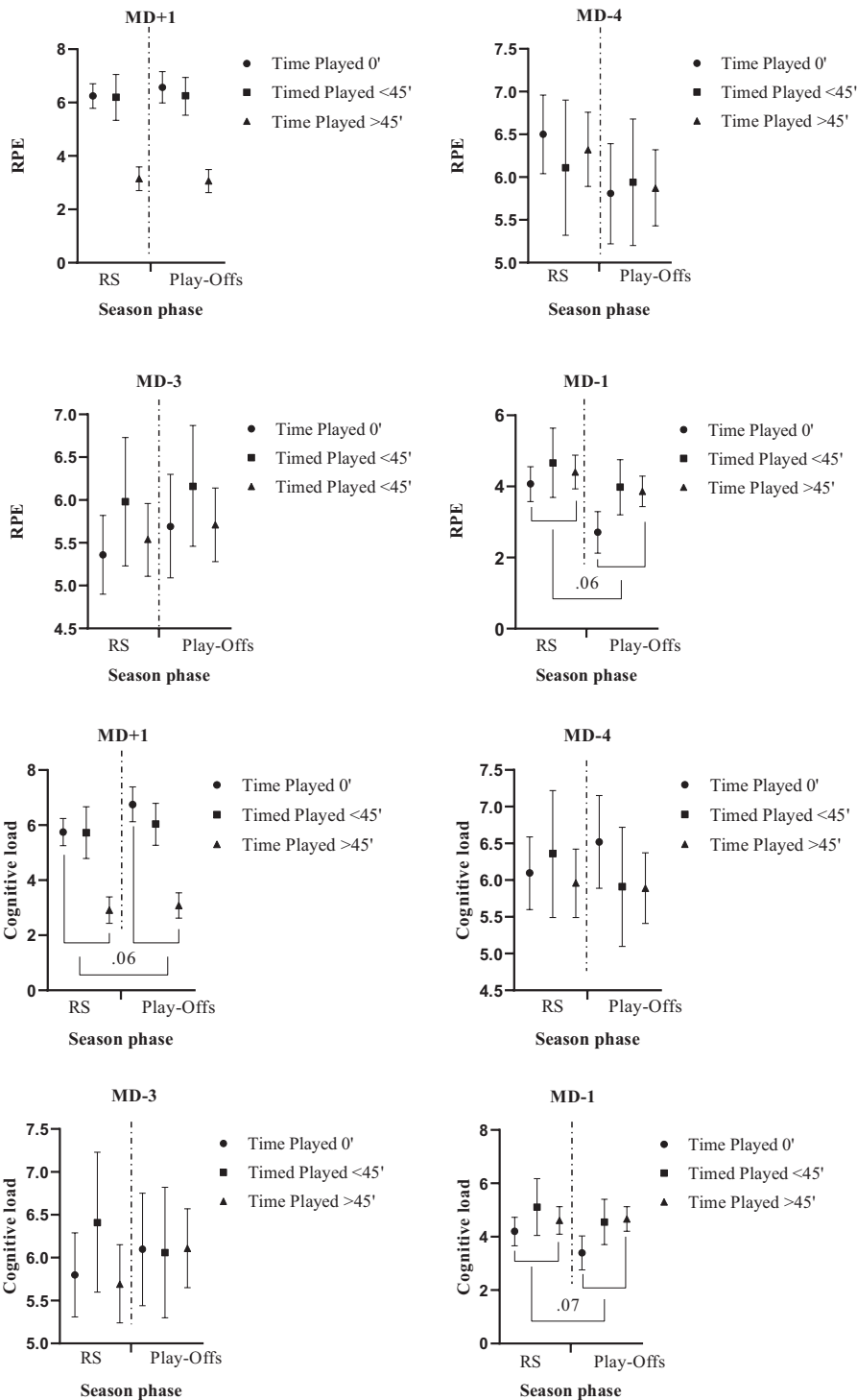


FIGURE 3 RPE reported by each training. A comparison between RS (Regular Season) and play-offs according to time played.

FIGURE 4 Cognitive load reported by each training. A comparison between RS (Regular Season) and play-offs according to time played.

was previously indicated, there are a lot of constraints that may help coaches to organize the mental demands of their trainings according to their purposes (see the Section 6.2 for more information about it).

The second finding was that despite it was not identified as the more mentally demanding training, MD+1 was identified as the more mentally fatiguing training of the week in both phases. These results are in accordance with previous findings reported by other studies;

semiprofessional soccer players also identified MD+1 as the most mentally fatiguing day.^{5,22} According to the results of the present study, this phenomenon occurs both in the regular season and the play-offs. Based on the mental load reported by soccer players after each training, mental fatigue after MD+1 may reflect the absence of a full recovery in the mental fatigue caused by the last match, due to this training was not defined as high mentally fatiguing by players. The mental and emotional demands of soccer

FIGURE 5 Emotional load reported by each training. A comparison between RS (Regular Season) and play-offs according to time played.

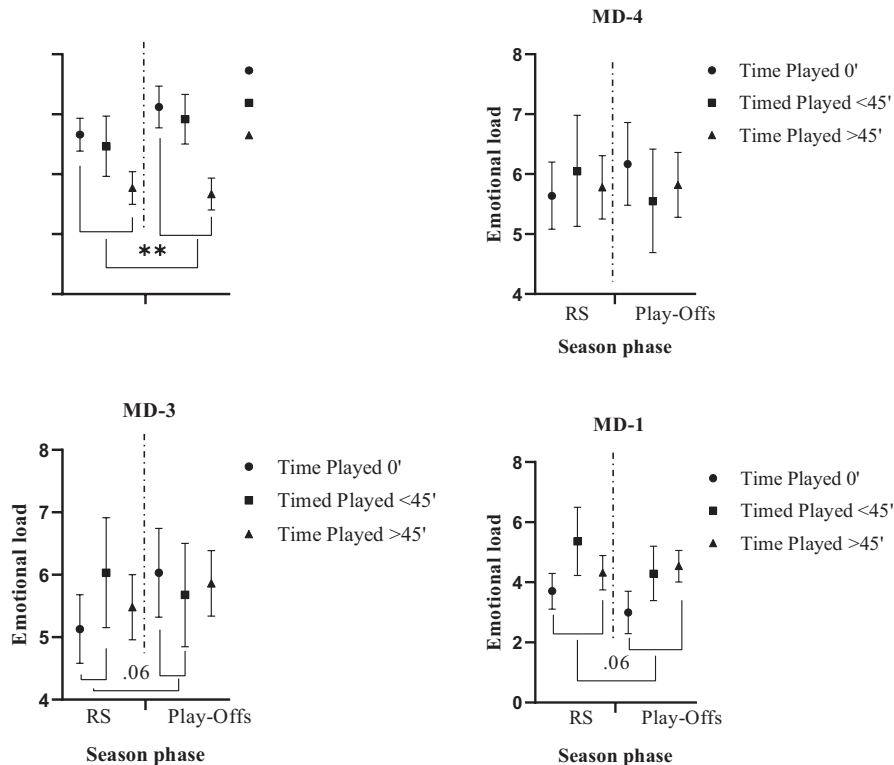
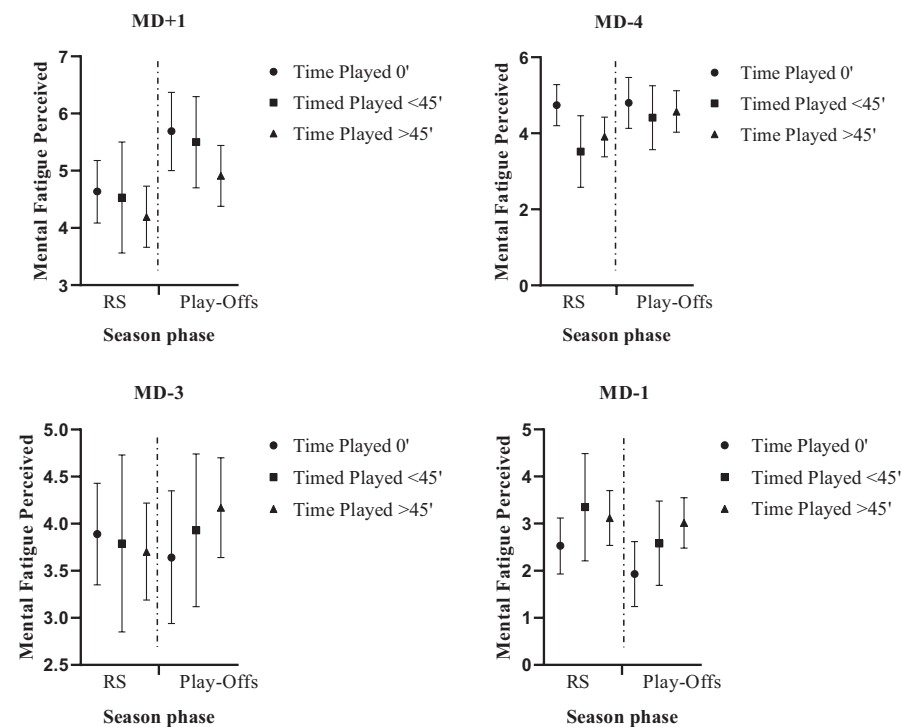


FIGURE 6 MF reported by each training. A comparison between RS (Regular Season) and play-offs according to time played.



game scenarios were defined previously, and this study confirms that soccer leads to a state of mental fatigue that remains increased 24h after the match has finished.

The third finding was that semiprofessional soccer players identified the trainings of the play-offs phase as more mentally fatiguing than the trainings of the regular season. This is the first study that checked it on soccer, however, the result of the present study supports the findings

of another previous study that studied the longitudinal evolution of mental fatigue during two full netball seasons.¹⁹ As explained in the introduction, this study concluded that mental fatigue significantly fluctuates across a season, similarly to the changes observed in this study from regular season to play-offs. The significantly higher values of mental fatigue reported after MD-1 in the regular season may suggest that coaches tried to decrease the presence of

mental fatigue before play-offs matches. It may seem easy to understand, due to the performance during play-offs determining the promotion or not. However, the results reported after MD+1 and MD-4 indicate that it may exist intrinsically factors associated to play-offs that could increase the feelings of mental fatigue in semiprofessional soccer players. This affirmation is based in the absence of significant differences in mental load between phases, meanwhile mental fatigue was significantly higher after MD+1 and MD-4 in the play-off phase. Therefore, we cannot explain these highest values of mental fatigue by a consequence of the training load. It could be caused by a consequence of the emotional efforts that players may have during the play-off phase, influenced by the rewards that it could obtain in case to promote. It could be also an accumulation of mental fatigue along the season.¹⁵ In both cases, based on these results, coaches should consider a special attention to mental during the play-off phase, where an excessive accumulation of mental fatigue may determinate promotion or not. As Russell et al.²¹ explained, performance competitions outcomes are determined by very small margins of difference, therefore, reducing the impact of mental fatigue on performance has potential to be significant.

Other important finding of the study is the non-observed differences in the tendencies of mental fatigue between phases when compared the two teams, although a significant difference in the quantity of mental fatigue was observed between trainings. It remarks the needed to individualize the management of the mental fatigue in each team and players. In this regard, coaches and players may be also carefully in the specific associated-mental fatigue to other contextual factors: on one hand, Thompson et al.,⁵ concluded that more research is needed to know if associated-factors to play soccer matches as travels, interviews and other external factors as works elicit mental fatigue in adult soccer players; on the other hand, Russell et al.⁷ reported that athletes and coaches think that environment, over-analysis or experience mediated mental fatigue and its effects. All this information highlights the needed to individualize mental fatigue and its management in each player.

A secondary purpose of this study was to check the effect of time played on the mental fatigue reported in each training comparing between the regular season and the play-offs. The main findings were: (1) in MD-1, players that played 0' significantly decrease their RPE from the regular season to play-offs, (2) players that played 0' significantly change their cognitive exigences reported from the regular season to the play-offs in MD-1 (increase) and MD+1 (decrease), (3) players that played 0' significantly increase their emotional exigences in MD+1 during

play-offs compared to the regular season, meanwhile they also significantly decrease their emotional exigences in MD-4 and MD-1 causing significant differences with respect the other groups of players and (4) no changes in the behavior of the mental fatigue from the regular season to the play-offs were observed in any of the groups defined.

The interpretation of the levels of mental fatigue after sport situations may be difficult by the interaction between different factors as engagement.¹⁵ Engagement may be a difficult situation during soccer trainings in usual substitutes or players that did not played minutes frequently. This situation was reflected in the results of the present study. As explained, the finding revealed that players that played 0' significantly decrease their RPE, cognitive, and emotional exigences during different trainings in the play-offs phase compared to the regular season. Usually, these impairments occurred on MD-1 or MD+1, which suggests an effect of time played on engagement. More information is needed to test the relation between these variables. However, these results suggest that time played could be a potential variable to considerate in the state of art of the mental fatigue caused by soccer. In the same form, season phase could appear as an important factor in this topic. Coaches should consider this information to optimize the levels of mental fatigue in most of their players. This may be difficult based on the individual differences between players.

All this information remarks the importance that coaches should give to mental fatigue. Firstly, we like to remark the importance of include measurements of mental fatigue in training and matches.¹⁹ It allows coaches to know the state of their players and perform a correct planification and management of mental fatigue consequently. Secondly, it highlights the needed to planify and manage the mental fatigue caused by trainings (see the Section 6.2 for more information about how mentally fatiguing different soccer trainings and constraints are). In a general approximation to the concept, coaches should use non-mentally fatiguing constraints nearly the matches (i.e., MD-1) to avoid the presence of high levels of mental fatigue and its effects on performance, but also, coaches should use mentally fatiguing constraints in the main-development trainings of the week (i.e., MD-4 or MD-3) to train the resistance to mental fatigue and its effects.¹⁶ Thirdly, coaches and players should identify other factors that may influence on the mental fatigue of the players (e.g., travels, other jobs, high-difficult matches or interviews⁵). If needed, coaches and players should know that mental fatigue and its effects may be counterattacking by ergogenic aids as caffeine (acute effect) or creatine (chronic effect), music, or motivation.²⁹

5 | PERSPECTIVE

The present study can also be extended from a theoretical and practical perspective. From a theoretical viewpoint, this work represents the first study that have investigated changes in mental fatigue across training days in soccer athletes. Also, a comparison between season phases was performed. This knowledge responds to the demands of several highlighted researchers in the topic of mental fatigue in application to high-performance sporting practice. These researchers suggested the needed to quantify the evolution of the mental fatigue in longitudinal studies.^{10,21} Indeed, this study has been performed from an ecological perspective, which seems of importance to provide information of athletes experiences during their day to day training and competition demands.¹⁰ This information may be of interest for coaches in the practical management of the mental fatigue. Based on the results obtained, we recommended to avoid the use of mentally fatiguing tasks on MD+1, meanwhile mental fatigue on MD+3 and MD+4 should be manipulated according to the specifics needs of the sport and team. Coaches should use soccer constraints according to the mental fatigue -specific state of their players.^{17,18} Previously, this information was available for physical fatigue only.

6 | CONCLUSIONS

The present study indicates that mental fatigue remains increased for 24h after the match has finished. With respect the evolution of the mental fatigue during competitive weeks, the highest values of mental load during the training weeks were found in MD-4 and MD-3 in both phases, with a significant decrease in this variable nearly competitions. Comparing between phases, higher mental fatigue was reported during the play-offs than in the regular season, without significant changes in the mental load reported between season phases. With regard the influence of time played on mental demands, players that played 0', significantly decreased their mental load during the play-offs compared to the RS, compared to those that played 45' or more.

6.1 | Study limitations and future guidelines

The present study showed different limitations that we should consider. The main limitation of the present study is that only subjective indicator of mental load and mental fatigue were recorded. This did not include behavioral

neither physiological indicator of mental fatigue. On the contrary, we like to highlight the difficult to obtain this ecological information in two different competitive teams along 10weeks. Obtain this information may be so difficult in a real context, due to practical challenges of data collection using objective and physiological measures within the daily training and competition environment. In future studies, we are going to try to include other measures of mental fatigue as reaction time or electroencephalography.

Similarly, the presence of only two teams is another limitation of the study. To counterattack this limitation, we recorded information along a total of 10weeks of each team. To counterattack these limitations, we tried to control all the factor that could influence on mental fatigue to check the effect of the season phase specifically. It is recommended future studies collect a complete season of data.

Another important limitation of these (and typical of ecological designs) is the difficulty to control certain aspects as food intake or schedule. The initial idea of the study included to refrain from the consumption of caffeine in the 12h before the training and matches and to avoid creatine supplementation during the study, due to previous benefits reported by these supplements on mental fatigue and its effects.²⁹ However, this study was conducted in a real scenario with teams that were fighting to promote; then, based on the proved benefits of caffeine on soccer performance, it was not possible (coaches rejected it). In future studies, rather than asking participants to abstain from caffeine, suggestion would be to allow their usual habitual consumption, but record this dosage/amount/frequency and include this as a variable in analysis and interpretation. With regard the schedule, all the measures were obtained after trainings (9 p.m., as indicated in the Section 2). Besides of all the measures were obtained at the same time to counterattack it, the level of mental fatigue at this time may be also influenced by the potential tendency for mental fatigue to accumulate over a day of tasks which are cognitively demanding.

Other limitation of the study is that time played was included in ranges of minutes played. Future works should include the specific minutes played by players.

Practical applications

- The highest values of mental fatigue appear on MD+1, therefore, coaches should use mental fatigue recovery strategies or avoid the presence of mentally fatiguing task 24h after the last match to guarantee a good recovery of mental fatigue in soccer player for the main training days (MD-4 and MD-3).
- Based on the result of the present study, coaches have strategies to consciously manipulate and organize mental fatigue. They should avoid the presence of mental

fatigue close to competitions. There are a line of studies investigating the effects of different soccer tasks constraints on mental fatigue. The authors have concluded that the active participation of the coach is more mentally fatiguing than the non-participative presence of the coach¹⁸; that the associated increase in the time pressure caused by start a soccer task losing results in more mental fatigue than the normal (i.e., 0–0 draw) start³⁰; or that the associated-cognitive complexity caused by include a rule where certain number of different players must participate to obtain a valid goal is more mentally fatiguing than non-normal restriction conditions.¹⁷ All this information may be used to manipulate the cognitive load of sports trainings.³¹

- Due to the presence of mental fatigue in a soccer context is inescapable, the use of training focused on the resistance to mental fatigue³² may be also a good option to decrease the negative effect that this variable causes on soccer performance.
- Play-offs phase implies a significant increase in mental fatigue, therefore, special attention should be applied on this variable during this competitive phase.
- Coaches should consider the time played by players to individualize the trainings and the information with respect to mental fatigue. It may allow a correct manage of mental fatigue according to the individual differences between players.

FUNDING INFORMATION

This work was supported by the Assistance to Research Groups (GR18102) of the Junta de Extremadura (Ministry of Employment and Infrastructure); with the contribution of the European Union through the European Regional Development Funds (ERDF). Also, this research was supported by an FPU PhD candidate grant from the Government of Spain (Ministry of Education, Culture and Sports) to Díaz, J. (FPU18/03660).

DATA AVAILABILITY STATEMENT

The data that support the findings of this study are available on request from the corresponding author. The data are not publicly available due to privacy or ethical restrictions.

ORCID

Jesús Díaz-García  <https://orcid.org/0000-0002-9430-750X>

Luca Filipas  <https://orcid.org/0000-0002-3828-9626>

Ana Rubio-Morales  <https://orcid.org/0000-0003-1062-1989>

Tomás García-Calvo  <https://orcid.org/0000-0002-2550-418X>

REFERENCES

1. Coutinho D, Gonçalves B, Wong DP, Travassos B, Coutts AJ, Sampaio J. Exploring the effects of mental and muscular fatigue in soccer players' performance. *Hum Mov Sci.* 2018;58:287-296.
2. Silva JR, Rumpf MC, Hertzog M, et al. *Acute and Residual Soccer Match-Related Fatigue: A Systematic Review and Meta-Analysis.* Springer International Publishing; 2018:539-583.
3. Nedelec M, McCall A, Carling C, Legall F, Berthoin S, Dupont G. Recovery in soccer: part I-post-match fatigue and time course of recovery. *Sports Med.* 2012;42:997-1015.
4. Fink A, Bay JU, Koschutnig K, et al. Brain and soccer: functional patterns of brain activity during the generation of creative moves in real soccer decision-making situations. *Hum Brain Mapp.* 2019;40:755-764.
5. Thompson CJ, Noon M, Towlson C, et al. Understanding the presence of mental fatigue in English academy soccer players. *J Sports Sci.* 2020;38:1524-1530.
6. Van Cutsem J, Marcora S, De Pauw K, Bailey S, Meeusen R, Roelands B. The effects of mental fatigue on physical performance: a systematic review. *Sports Med.* 2017;47:1569-1588.
7. Russell S, Jenkins D, Rynne S, Halson SL, Kelly V. What is mental fatigue in elite sport? Perceptions from athletes and staff. *Eur J Sport Sci.* 2019;19:1367-1376.
8. Van Cutsem J, Van Schuerbeek P, Pattyn N, et al. A drop in cognitive performance, whodunit? Subjective mental fatigue, brain deactivation or increased parasympathetic activity? It's complicated! *Cortex.* 2022;155:30-45.
9. Rubio-Morales A, Díaz-García J, Barbosa C, Habay J, López-Gajardo MA, García-Calvo T. Do cognitive, physical, and combined tasks induce similar levels of mental fatigue? Testing the effects of different moderating variables. *Motor Control.* 2022;1:1-19.
10. Thompson CJ, Fransen J, Skorski S, et al. Mental fatigue in football: is it time to shift the goalposts? An evaluation of the current methodology. *Sports Med.* 2019;49:177-183.
11. Coutts AJ. Fatigue in football: it's not a brainless task! *J Sports Sci.* 2016;34:1296.
12. Smith MR, Coutts AJ, Merlini M, Deprez D, Lenoir M, Marcora SM. Mental fatigue impairs soccer-specific physical and technical performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2016;48:267-276.
13. Badin OO, Smith MR, Conte D, Coutts AJ. Mental fatigue impairs technical performance in small-sided soccer games. *Int J Sports Physiol Perform.* 2016;11:1100-1105.
14. Filipas L, Borghi S, La Torre A, Smith MR. Effects of mental fatigue on soccer-specific performance in young players. *Sci Med Footb.* 2021;5:150-115.
15. Van Cutsem J, Marcora S. The effects of mental fatigue on sport performance. In: Englert C, Taylor I, eds. *Motivation and Self-Regulation in Sport and Exercise.* Routledge; 2021:134-148.
16. Russell S, Jenkins DG, Halson SL, Juliff LE, Kelly VG. How do elite female team sport athletes experience mental fatigue? Comparison between international competition, training and preparation camps. *Eur J Sport Sci.* 2022;22:877-887.
17. García-Calvo T, Pulido JJ, Ponce-Bordón JC, López-Gajardo MA, Costa IT, Díaz-García J. Can rules in technical-tactical decisions influence on physical and mental load during soccer training? A pilot study. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18:1-8.

18. Díaz-García J, Pulido JJ, Ponce-Bordón JC, Cano-Prado C, López-Gajardo MA, García-Calvo T. Coach encouragement during soccer practices can influence players' mental and physical load. *J Hum Kinet.* 2021;79:277-288.
19. Russell S, Jenkins DG, Halson SL, Juliff LE, Connick MJ, Kelly VG. Mental fatigue over 2 elite netball seasons: a case for mental fatigue to be included in athlete self-report measures. *Int J Sports Physiol Perform.* 2022;17:160-169.
20. Díaz-García J, González-Ponce I, López-Gajardo MÁ, Van Cutsem J, Roelands B, García-Calvo T. How mentally fatiguing are consecutive world padel tour matches? *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18:9059.
21. Russell S, Jenkins D, Smith M, Halson S, Kelly V. The application of mental fatigue research to elite team sport performance: new perspectives. *J Sci Med Sport.* 2019;22:723-728.
22. Abbott W, Brownlee TE, Naughton RJ, Clifford T, Page R, Harper LD. Changes in perceptions of mental fatigue during a season in professional under-23 English premier league soccer players. *Res Sports Med.* 2020;28:529-539.
23. Díaz-García J, González-Ponce I, Ponce-Bordon JC, López-Gajardo MA, García-Calvo T. Diseño y validación del Cuestionario para valorar la Carga Mental en los Deportes de Equipo (CCMDE). *Cuad Psicol Deporte.* 2021;21:138-145.
24. Ishii A, Tanaka M, Watanabe Y. Neural mechanisms of mental fatigue. *Rev Neurosci.* 2014;25:469-479.
25. Pageaux B, Lepers R. The effects of mental fatigue on sport-related performance. *Prog Brain Res.* 2018;240:291-315.
26. R-Studio Team. *RStudio: Integrated Development for R.* RStudio; 2020.
27. Bates D, Machler M, Bolker B, Walker S. Fitting linear mixed-effects models using lme4. *J Stat Softw.* 2015;67:1-48.
28. Los Arcos A, Mendez-Villanueva A, Martínez-Santos R. In-season training periodization of professional soccer players. *Biol Sport.* 2017;34:149-155.
29. Proost M, Habay J, De Wachter J, et al. How to tackle mental fatigue: a systematic review of potential countermeasures and their underlying mechanisms. *Sports Med.* 2022;52:2129-2158.
30. Ponce-Bordón JC, García-Calvo T, López-Gajardo MA, Díaz-García J, González-Ponce I. How does the manipulation of time pressure during soccer tasks influence physical load and mental fatigue? *Psychol Sport Exerc.* 2022;63:1-22.
31. Russell S, Kelly VG, Halson SL, Jenkins DG. Cognitive load in sport. In: Salmon PM, McLean S, Dallat C, Mansfield N, Solomon C, Hulme A, eds. *Human Factors and Ergonomics in Sport: Applications and future directions.* Human Factors and Ergonomics in Sport. CRC Press; 2020:181-200.
32. Filipas L, Martin K, Northey JM, La Torre A, Keegan R, Rattray B. A 4-week endurance training program improves tolerance to mental exertion in untrained individuals. *J Sci Med Sport.* 2020;23:1215-1219.

How to cite this article: Díaz-García J, Filipas L, La Torre A, Gómez-Rivera J, Rubio-Morales A, García-Calvo T. Mental fatigue changes from regular season to play-offs in semiprofessional soccer: A comparison by training days. *Scand J Med Sci Sports.* 2023;00:1-13. doi:[10.1111/sms.14301](https://doi.org/10.1111/sms.14301)



Coach Encouragement During Soccer Practices Can Influence Players' Mental and Physical Loads

by

Jesús Díaz-García¹, Juan José Pulido¹, José Carlos Ponce-Bordón¹, Carlos Cano-Prado¹, Miguel Ángel López-Gajardo¹, Tomás García-Calvo¹

*This study analyzed the influence of the coaches' encouragement on the mental and physical load in soccer practices. The participants were 36 semiprofessional Spanish soccer players ($M_{age} = 22.40$; $SD = 2.25$) belonging to two male teams and one female team. Following the same practices' design and order, two training sessions of each team were completed. In one session, coaches maintained a passive verbal attitude, whereas in the other session, coaches intervened with an active attitude through continuous general encouragement. The mental load and fatigue were measured using self-reported questionnaires (Likert scales), and internal and external physical loads were quantified using the rating of perceived exertion and the Global Position System. A *t*-test for related samples and magnitude based on an inference spreadsheet was performed. The results demonstrated that mental and internal physical loads increased when coaches participated with active verbal encouragement. Especially, increases in performance satisfaction, mental effort, and RPE values, and decreases in unsafety values were detected due to encouragement interventions. Nevertheless, the external physical load did not show a clear trend. Based on these findings, coaches can use this information to manipulate their verbal encouragement during practices according to their physical and mental objectives with specific soccer strategies.*

Key words: coaching, constraints, soccer training, mental fatigue, training practice.

Introduction

Recent research has indicated that mental and physical loads and fatigue in soccer training could be manipulated through the use of soccer-specific strategies (Thomson et al., 2020). When these strategies, such as technical and tactical limitations, are manipulated appropriately during practices, coaches could provide an intentional and specific training stimulus to competition demands (Casamichana et al., 2015). It has been proven that coaches' behavior could be intentionally manipulated and that it influences practice development (Dixon et al., 2017), thus soccer coaches' behavior acts as a specific soccer-training strategy. However, few scientific investigations have shown the consequences of modifying coaches' behavior on soccer training loads (Brandes and Elvers, 2017). The present

study analyzed the influence of coaches' behavior during soccer practices on semiprofessional players' mental and physical training loads.

Soccer mental and physical loads and their manipulation through specific strategies

Training loads can be divided into the external (work prescribed by coaches) and internal load (players' psychophysiological responses) based on the markers used to record them (Impellizeri et al., 2019). In the soccer context, the load and fatigue have predominately been measured using neuromuscular and metabolic values (Thompson et al., 2020). Specific physical demands in soccer are caused by intermittent efforts like sprints, tackles, turns, headers, and dribbles (Dalen and Loras, 2019).

¹ - Faculty of Sport Sciences, University of Extremadura (Caceres, Spain).

However, soccer also involves mental demands (Nedelec et al., 2012), and it has been shown that mental aspects impair soccer performance (Smith et al., 2016). The mental load of soccer practice can be defined as the mental effort necessary to solve the objectives of the practice in a certain time period, influenced by cognitive, emotional, affective, motivational and, also, physical demands (García-Calvo et al., 2019). This mental load can produce some level of mental fatigue, defined as the excessive stimulation of the nervous system caused by high levels of the mental load (Smith et al., 2019).

The organization and application of soccer training loads by coaches is a relevant aspect to improve performance and avoid mental and physical fatigue (Nedelec et al., 2012). There are different types of practices that coaches can use. Specifically, the use of the ecological dynamics framework is quite extended. Ecological dynamics assume that sport behaviors are based on the mutuality between performers and the environment, and the application of this theoretical framework in soccer implies that soccer practices should replicate competition efforts and characteristics in a specific context, in which coaches can manipulate concrete strategies to promote variety and autonomy in the performers' responses (Pol et al., 2020). Therefore, it is necessary to determine the influence of these specific soccer strategies on the load and fatigue so that coaches can optimize the use of these strategies according to their training objectives (Casamichana et al., 2015).

Several studies have described the influence of these strategies on soccer physical loads and fatigue. For example, Giménez et al. (2018) obtained lower intensity in efforts and higher percentages of walking time in a practice with an unlimited number of ball touches compared to another where only one touch per player was allowed. Olthof et al. (2017) reported higher physical distances with the use of larger pitch sizes in Small Sided Games. However, the influence of specific soccer strategies on mental loads has been understudied (Thompson et al., 2020). To our knowledge, only two papers have considered this topic. García-Calvo et al. (2019) found smaller values of the mental load reported by semi-professional players in practices with the traditional soccer scoring system (one goal = one

point) than in practices where scoring a goal at the beginning (one goal = two points) or at the end (one goal = three points) multiplied the value of the goal obtained. Ponce-Bordon et al. (2020) observed higher values of the mental load in female players in possession practices (goals were obtained by certain numbers of consecutive passes) than in practices with traditional goals with goalkeepers. These studies manipulated the mental load through the ecological dynamics framework, using specific soccer strategies.

One soccer strategy that could facilitate the athlete-environment interactions in the ecological dynamics framework is the coach behaviour (Woods et al., 2020). Falcés-Prieto et al. (2015) indicated that the influence of coaches' behavior on the load has been understudied. Coaches' behavior is defined, among other aspects, by their methodological, communicative, or integrative strategies (Pulido et al., 2020). Concerning communicative strategies, Smith et al. (1977) classified coaches' verbal behavior as reactive (player action – verbal reaction) and spontaneous behavior (not associated with a player's concrete action). Spontaneous behavior includes: (1) general technical instructions (GTIs) or technical corrections (e.g., corrections of technical executions); (2) general positive encouragement (GE), which includes advice, but not corrections (e.g., come on!, good job!); and (3) organizational aspects (e.g., players' distribution or practice rules). A recent instrument to assess coaches' behavior is the Coach Analysis and Intervention System (CAIS), which includes information about coaches' verbal behavior (Cushion et al., 2012). This instrument includes praise (e.g., "your work rate was excellent today" and other supportive verbal or non-verbal behaviors that express the coach's general satisfaction, but which do not specifically aim to improve the player's performance), general positive feedback (e.g., "good try", "well done"), or hustling (e.g., verbal statements intended to intensify the efforts of the athletes), among other dimensions. The content of different coaches' behavior could affect the players' load responses (Brandes and Elvers, 2017). For example, GTIs include public or individual (positive or negative) technical comments, whereas GE or general positive feedback uses supportive statements. Players' reception and assimilation of feedback

also depends on the social and individual climate (Cook and Crewther, 2014; Mason et al., 2020a). Therefore, knowing the effects of each type of the coach's behavior could optimize the use of these specific strategies by coaches.

Based on the classification proposed by Smith et al. (1977), Rampinini et al. (2007) found an increase in the heart rate, lactate, and Rating of Perceived Exertion (RPE) levels in Small Sided Games with GE in amateur soccer players. Weakley et al. (2019) reported that the use of GTIs allowed maintaining the same intensity level for a longer time in anaerobic exercises. Other authors (Brandes and Elvers, 2017) reported a decrease in the physical load levels with the use of GTIs during Small Sided Games, even if the RPE was increased. Thus, there is a lack of agreement about the consequences of these strategies on the physical load, and no examples were identified of studies that explained the effects of coaches' behavior on the mental load, although, the levels of motivation or pressure (Teques et al., 2019) and changes in players' satisfaction or social climate have been demonstrated (García-Calvo et al., 2014). Hicheur et al. (2020) compared non-feedback with augmented feedback training, finding that soccer players perceived their coach as an evaluator, enhancing their stress and concentration levels, which could increase the mental load. This would also explain the increase in the load of the practices as a function of the presence of the coach (Falcés-Prieto et al., 2015).

Previous studies have shown that different coaches' behavior could differentially influence training loads, indicating the need to separately investigate each verbal strategy. Therefore, more research may be required to test the relation between coaches' behavior and mental loads in soccer. Assuming the consequences of specific coaches' behavior on the load would contribute to designing more specific practices to train following objective and competition demands. Thus, the objective of the present study was to investigate the effects of coaches' GE on mental and physical loads and fatigue in real soccer practices. Accordingly, we hypothesized that GE would (a) increase the mental load and fatigue and (b) improve the internal and external physical load in soccer practices.

Methods

Participants

Thirty-six semi-professional soccer players composed the sample of the study ($M_{age} = 22.40$, $SD = 2.25$). Players were members of two male teams ($M_{age} = 22.90$; $SD = 5.60$) belonging to the Third Spanish Division ($n = 11$) and U-18 First Division ($n = 11$), and one female team ($M_{age} = 21.90$; $SD = 6.20$) of the First National Division ($n = 14$) during the 2018/19 season. This heterogeneous sample was used to detect possible different influences of this soccer strategy. Non-significant differences between groups were found in the results of the study. All teams performed four regular training sessions per week (90 to 100 minutes), with a break of two to three days after the last match and without days off between sessions. All participants had a minimum of 10 years of training experience.

Measurements

Polar Team Pro System (Polar Electro, Finland, 2015).

Polar Team Pro is a Global Position System (GPS) used to quantify the physical load of training sessions. This technology uses Polar sensors (Polar Electro, Finland) to monitor the load in real-time. Mean Heart Rate, Peak Heart Rate, Mean Speed, Distance/Minute, and Peak Speed were registered. The recommendations of Malone et al. (2017) were considered for GPS data collection.

Rating of Perceived Exertion.

To value the soccer players' perception of effort, the Rating of Perceived Exertion (RPE; Impellizzeri et al., 2004) scale was used. RPE values range from 0 (*not at all exhausted*) to 10 (*maximum exhaustion*).

NASA – Task Load Index.

To quantify the mental load, an adaptation of the NASA-Task Load Index (NASA-TLX) questionnaire was used (Díaz-García et al., 2021). Soccer players were asked about mental effort, physical effort, time pressure, performance satisfaction, general effort, unsafety, and interaction.

Visual Analog Scale.

The Visual Analogue Scale 100 (VAS100) is a quantifying procedure with values ranging from 0 (*minimum*) to 100 (*maximum*). This procedure was used to quantify the players' perceptions of mental fatigue during practices (Smith et al., 2017).

Inter-practice time (see study design and procedures) was used by players to complete the VAS-100, NASA-TXL, and RPE.

Study design and procedures

A meeting with coaches was carried out to explain the objectives and design of the study. The three clubs' managers accepted our intervention with their teams and signed a collaboration agreement. Players were informed about the objective of the study and signed informed consent before the start of the study, following the University Ethics Committee. All data were processed according to the ethics and privacy codes of the *American Psychological Association* (2010).

A quasi-experimental design was used. Two full normal training sessions with the same design and content were completed. A break between two and four days after the last match and also a day off between experimental sessions were granted to avoid residual effects of fatigue. The order of sessions was counterbalanced between teams to reduce learning effects. Thus, the female team performed the A-C before the P-C session, and the opposite order was used for the two male teams. A-C and P-C sessions used the same practices: practice one (P1), practice two (P2), practice three (P3), practice four (P4), and practice five (P5), described below in Table 1. The same warm-up was performed by the teams before starting these two sessions. The organization of the players, the width and length of the distances, and the inter-practice rest intervals were also the same. The inter-practice rest interval was two minutes between P1 - P2 and P2 - P3, and four minutes between P3 - P4 and P4 - P5.

This intervention was used as part of the players' normal training. Only the coaches' behavior was modified between sessions. On previous days, coaches were instructed by the researchers about how information could include or omit GE. In one session, coaches did not perform any verbal behavior (Passive Coach; P-C), and the researchers instructed coaches to remain quiet; they could not intervene, they only managed the players to change between practice. In another session, coaches could participate only through verbal encouragement (Active Coach; A-C).

In accordance with the classification of

Smith et al. (1977), coaches frequently expressed GE in this training session (4-6 GE per minute). This verbal encouragement was provided both to attackers and defenders. In both sessions, the coaches' attitude was controlled and filmed by the researchers to respect the research protocols. If coaches had implemented information that was not previously included in the GE, researchers should indicate this during the inter-practice time, but this did not occur during the study.

Statistical analysis

Data were analyzed with the statistical program SPSS 25.0 (2017) and Hopkins' (2017) specific pre-post crossover spreadsheet. Data were normally distributed according to the Shapiro-Wilk test, and means and standard deviations were calculated for all variables. Before the analysis, repeated-measures ANOVA yielded no significant group differences (two male teams and one female team). A paired t-test was performed for each variable and pair of practices (e.g., mental load in P1 of P-C session compared with the mental load in P1 of A-C session). Significant levels were set at 0.1%, 1%, and 5%. The magnitude of change, considered as effect size (ES), was also calculated (Cohen, 1988). Following Batterham and Hopkins (2006), ES was classified as: *trivial* (< 0.2), *small* (0.2 - 0.6), *moderate* (0.6 - 1.2), *large* (1.2 - 2.0), and *very large* (> 2.0). Magnitude-based inferences (MBI), with confidence intervals, were used to determine the possible benefit (beneficial or harmful effects) of the mental and physical load and fatigue between sessions. Following Cohen (Batterham and Hopkins, 2006), the smallest worthwhile change (SWC) to assess a change in variables between sessions was set at ES = 0.2. Moreover, a qualitative analysis of the changes using Batterham and Hopkins' (2006) classification was performed: 0.5 to 5%, *very unlikely*; 5 to 25%, *unlikely*; 25 to 75%, *possibly*; 75 to 95%, *likely*; 95 to 99.5%, *very likely*; and >99.5%, *most likely*.

Results

Mental Load and Fatigue

The results of the comparison between the practices of the P-C and A-C sessions for mental loads and fatigue are displayed in Table 2. In general, an increase in these variables in the A-C practice sessions was observed. General fatigue in P1, mental effort in P4, performance satisfaction in

P3 and P4, and physical effort, time pressure, and general effort in P4 and P5 showed significant differences between particular practice sessions. All of these significant values were higher in the A-C sessions. Especially, during possession practices, performance satisfaction decreased with P-C, whereas unsafety decreased, and general effort and fatigue increased in the same practices with A-C. The MBI analysis indicated that only changes in general fatigue for P1 and general effort for P4 were *very likely positive*. Most of the changes were classified as *likely* or *possibly positive*. The unsafety variable showed unclear differences in three of the five practices. Only performance satisfaction in P1 and unsafety in P5 were classified as *possibly negative*.

Internal Load

Table 3 shows the results of the comparison between the practices of the P-C and A-C sessions of the internal load based on heart rates and RPE values. The A-C session showed higher values than the P-C session in most of these variables. The mean heart rate in P2, P4, and P5, peak heart rate in P4 and P5, and RPE in P3

showed significant differences between the sessions. As with the mental variables shown in Table 2, all of these significant values were higher in the A-C sessions. According to the MBI, the peak heart rate in P5 changed to *very likely positive*. The rest of the changes were classified as *likely positive* or *possibly positive*, except for the RPE in P1 and the peak heart rate in P2, where the changes were *unclear*.

External Load

Finally, Table 4 shows the results of the comparison between the practices of the P-C and A-C sessions of the external physical load. P1 and P2 showed an increase in Distance/Minute and Mean Speed in the P-C session. In P5, Distance/Minute and Peak Speed showed significantly higher values in P-C compared to A-C. P3 and P4 showed a significant increase in A-C compared to the same practices in P-C. These changes agreed with the MBI values and were classified as *likely* or *possibly* in most cases. Only changes for distance/minute in P4 and mean speed in P2 and P4 were *unclear*.

Table 1
Design of the investigation. Practices description and order.

Practices	
Practice 1	Round Possession. 6 vs. 2. For attack players: two touches maximum per player. For defense players: when a defender intercepts the ball, the player who has been defending for the longest time changes to attack team. Field 10 x 7 m. Seven min long.
Practice 2	Round Possession. 6 vs. 2. For attack players: one touch maximum per player. For defense players: when a defender intercepts the ball, the player who has been defending for the longest time changes to attack team. Field 10 x 7 m. Seven min long.
Practice 3	6 + 2 vs. 6 + 2 Match. The + 2 jokers located in lateral areas. For 6 vs. 6 players: two touches maximum per player. For jokers; one touch maximum per player. Field 50 x 30 m. 10 min long.
Practice 4	6 + 2 vs. 6 + 2 Match. The + 2 jokers were located in lateral areas. For 6 vs. 6 players: no touch maximum limitation per player. For +2 players; two touches maximum per player. Field 50 x 30 m. 10 min long.
Practice 5	8 vs. 8 Match. No jokers and no touches maximum per player were used. Field 70 x 40 m. Eight min long.

Table 2
Mental load and mental fatigue results between A-C and P-C practices

Variables	Practice 1		Practice 2		Practice 3		Practice 4		Practice 5		
	P-C	A-C	P-C	A-C	P-C	A-C	P-C	A-C	P-C	A-C	
M E	M	39.50	45.83	45.32	52.10	54.35	56.13	50.17	61.50	58.33	65.00
	SD	±23.06	±22.36	±23.27	±20.69	±28.66	±22.50	±30.75	±22.94	±22.35	±23.96
	t(p)	-1.09(.28)		-1.84(.07)		-.34(.73)		-2.28(*)		-1.88(.07)	
	ES	0.25		0.31		-0.01		0.24		0.27	
	%QI	63/37/0		73/26/0		167/64/20		59/40/1		63/35/2	
	Possibly +ive		Possibly +ive		Unclear		Possibly +ive		Possibly +ive		
P E	M	38.83	43.50	47.58	51.45	52.90	62.09	53.83	69.50	64.30	72.88
	SD	±19.37	±22.29	±23.65	±22.44	±27.50	±25.26	±30.79	±23.21	±22.57	±24.78
	t(p)	-1.18(.25)		-.96(.35)		-1.92(.06)		-2.85(**)		-2.31(*)	
	ES	0.14		0.18		0.23		0.24		0.48	
	%QI	40/55/6		45/54/1		54/40/5		59/40/1		89/10/0	
	Unclear		Possibly +ive		Unclear		Possibly +ive		Likely +ive		
T P	M	39.67	46.17	44.84	53.55	53.87	55.00	50.00	62.50	54.24	66.21
	SD	±24.46	±23.62	±21.04	±22.37	±26.67	±23.66	±28.53	±24.94	±24.65	±25.57
	t(p)	-1.46(.15)		-1.94(.06)		-.26(.80)		-2.81(**)		-2.45(*)	
	ES	0.39		0.32		0.00		0.22		0.44	
	%	84/16/0		76/24/0		16/67/17		57/43/0		92/8/0	
	Likely +ive		Likely +ive		Unclear		Possibly +ive		Likely +ive		
P S	M	48.67	53.50	54.68	58.23	56.61	65.32	54.17	71.50	65.15	75.15
	SD	±24.63	±23.08	±24.96	±23.04	±28.41	±25.91	±29.80	±21.70	±24.75	±26.38
	t(p)	-1.09(.28)		-1.04(.31)		-1.88(.07)		-3.50(**)		-2.91(**)	
	ES	0.25		0.16		0.34		0.57		0.45	
	%	63/37/0		39/61/0		79/20/0		98/2/0		88/12/0	
	Possibly +ive		Possibly +ive		Likely +ive		Very Likely +ive		Likely +ive		

Note. **p < .01, *p < .05; P-C = Passive Coach; A-C = Active Coach; ME = Mental Effort; PE = Physical Effort; TP = Temporal Pressure; PS= Performance Satisfaction; SD= Standard Deviation; ES = Effect Size; % = %+/trivial/- QI = Qualitative Inference.

Table 2

(Continued)

Variables	Practice 1		Practice 2		Practice 3		Practice 4		Practice 5		
	P-C	A-C	P-C	A-C	P-C	A-C	P-C	A-C	P-C	A-C	
G E	M	48.67	53.50	54.68	58.23	56.61	65.32	54.17	71.50	65.15	75.15
	SD	±24.63	±23.08	±24.96	±23.04	±28.41	±25.91	±29.80	±21.70	±24.75	±26.38
	t(p)	-1.09(.28)		-1.04(.31)		-1.88(.07)		-3.50(**)		-2.91(**)	
	ES	0.25		0.16		0.34		0.57		0.45	
	%QI	63/37/0 Possibly +ive		39/61/0 Possibly +ive		79/20/0 Likely +ive		98/2/0 Very Likely +ive		88/12/0 Likely +ive	
U n	M	22.90	26.83	29.35	30.00	36.45	29.67	38.83	33.07	40.00	36.91
	SD	±23.27	±23.21	±23.37	±23.35	±29.30	±25.95	±28.82	±25.17	±22.37	±23.87
	t(p)	-.97(.34)		-.20(.84)		1.07(.29)		.99(.32)		.13(.89)	
	ES	0.16		-0.01		-0.21		-0.07		-0.32	
	%QI	41/57/2 Possibly +ive		13/72/15 Unclear		6/42/52 Unclear		11/60/28 Unclear		2/28/70 Possibly -ive	
I n	M	45.67	48.17	48.06	53.39	51.45	56.94	52.50	59.00	61.21	62.42
	SD	±26.19	±24.30	±27.32	±23.82	±28.44	±24.52	±29.15	±24.37	±26.58	±24.73
	t(p)	.82(.41)		-1.62(.12)		-1.11(.27)		-1.27(.21)		-.52(.60)	
	ES	0.10		0.18		0.08		0.17		0.05	
	%	19/81/0		43/57/0		28/62/10		43/54/2		25/61/14	
QI	Likely Trivial		Possibly +ive		Unclear		Possibly +ive		Unclear		
F a	M	26.33	36.33	33.23	39.03	39.67	44.35	43.03	47.33	50.79	49.70
	SD	±19.25	±22.66	±22.49	±21.81	±23.06	±25.36	±28.80	±26.22	±23.48	±22.29
	t(p)	-2.18(*)		-1.31(.19)		-1.25(.22)		-.74(.46)		-.63(.53)	
	ES	0.55		0.25		0.14		0.12		0.10	
	%	95/5/0		60/38/2		37/60/4		34/60/6		27/69/4	
QI	Very Likely +ive		Possibly +ive		Possibly +ive		Unclear		Possibly +ive		

Note. ** $p < .01$, * $p < .05$; P-C = Passive Coach; A-C = Active Coach; GE = General Effort; Un = Unsafety; In = Interaction; Fa = Fatigue; SD = Standard Deviation; ES = Effect Size; % = %+/trivial/- QI = Qualitative Inference.

Table 3

Internal load results between A-C and P-C practices

Variables		Practice 1		Practice 2		Practice 3		Practice 4		Practice 5	
		P-C	A-C	P-C	A-C	P-C	A-C	P-C	A-C	P-C	A-C
MHR	M	133.77	137.00	132.32	138.67	147.10	154.58	146.80	155.10	157.04	162.13
	SD	±19.56	±17.46	±17.10	±16.14	±21.19	±16.44	±19.01	±16.14	±10.68	±9.51
	t(p)	-1.42 (.17)		-2.81(**)		-1.57(.13)		-2.14 (*)		-2.91(**)	
	ES	0.21		0.34		0.27		0.28		0.37	
	%QI	53/47/0		88/12/0		65/34/1		69/31/0		90/10/0	
		Possibly +ive		Likely +ive		Possibly +ive		Possibly +ive		Likely +ive	
PHR	M	158.70	162.60	160.61	163.00	171.42	178.42	170.43	178.87	175.79	181.54
	SD	±14.58	±17.32	±16.15	±15.62	±17.98	±13.56	±18.63	±12.57	±9.31	±8.39
	t(p)	-1.49(.15)		-1.05(.30)		-1.96(.06)		-2.42(*)		-3.45(**)	
	ES	0.23		0.00		0.35		0.35		0.50	
	%QI	58/42/0		6/86/7		82/18/0		84/16/0		99/1/0	
		Possibly +ive		Unclear		Likely +ive		Likely +ive		Very Likely +ive	
RPE	M	4.03	4.43	4.84	5.06	5.48	6.38	5.83	7.00	6.66	7.67
	SD	±2.18	±1.87	±2.13	±1.73	±2.64	±2.28	±3.13	±2.15	±3.96	±1.34
	t(p)	.87(.39)		-.58(.56)		-2.05(*)		-1.91(.06)		-1.33(.19)	
	ES	0.09		0.18		0.31		0.32		0.31	
	%	30/63/7		44/56/1		75/25/0		81/19/0		70/29/1	
		Unclear		Possibly +ive		Likely +ive		Likely +ive		Possibly +ive	

Note. ** $p < .01$, * $p < .05$; P-C = Passive Coach; A-C = Active Coach; MHR = Mean Heart Rate; PHR = Peak Heart Rate; RPE = Ratio of Perceived Exertion; SD = Standard Deviation; ES = Effect Size; % = %+/trivial/- QI = Qualitative Inference.

Table 4

External load results between A-C and P-C practices

Variables		Practice 1		Practice 2		Practice 3		Practice 4		Practice 5	
		P-C	A-C	P-C	A-C	P-C	A-C	P-C	A-C	P-C	A-C
D/Min	M	43.13	38.07	38.01	37.32	86.26	91.42	81.57	87.90	104.00	98.88
	SD	±10.23	±8.22	±8.84	±6.74	±29.61	±23.32	±27.81	±25.58	±24.56	±21.36
	t(p)	2.82(**)		.47(.64)		-.82(.42)		-.99(.33)		3.11(*)	
	ES	-0.45		-0.13		0.18		0.13		-0.28	
	%	0/7/93		4/62/35		45/53/2		36/57/6		0/20/80	
		Likely -ive		Possibly -ive		Possibly +ive		Unclear		Likely -ive	
PS	M	15.38	14.83	14.99	14.73	20.36	22.82	20.89	22.89	22.63	23.02
	SD	±3.54	±1.95	±2.72	±2.59	±4.41	±3.50	±3.43	±3.01	±3.25	±3.78
	t(p)	.81(.42)		.52(.61)		-2.51(*)		-2.62(*)		-.78(.44)	
	ES	-0.15		-0.13		0.45		0.41		0.05	
	%	2/60/38		3/63/35		91/9/0		88/12/0		16/80/5	
		Likely -ive		Possibly -ive		Likely +ive		Likely +ive		Likely trivial	
MS	M	2.90	2.61	2.58	2.55	5.39	5.72	5.11	5.52	6.50	6.18
	SD	±.67	±.53	±.58	±.46	±1.81	±1.41	±1.73	±1.56	±2.03	±1.84
	t(p)	2.49(*)		.28(.75)		-.85(.40)		-1.03(.31)		3.26(*)	
	ES	-0.36		-0.08		0.18		0.13		-0.30	
	%	0/16/84		6/70/24		45/53/2		38/56/6		0/17/83	
		Likely -ive		Unclear		Possibly +ive		Unclear		Likely -ive	

Note. ** $p < .01$, * $p < .05$; P-C = Passive Coach; A-C = Active Coach; D/Min = Distance/Minute; PS = Peak Speed; MS = Mean Speed; SD = Standard Deviation; ES = Effect Size; % = %+/trivial/- QI = Qualitative Inference.

However, differences were only found between the first-league referees (31.09 ± 3.3) and the international referees (36.6 ± 4.21 , $t = -1.94$; $p = 0.029$). As expected, the variance analysis applied to referees' experience displayed differences too ($F = 6.21$; $t = -2.62$; $p = 0.006$), but only between the first-league referees (11.45 ± 2.94) and the international referees (17 ± 3.43 , $t = -2.18$; $p = 0.017$).

In the next step, correlations between the anthropometric parameters, experience and the perception test results were estimated. Weak, positive, and significant correlations were only found between age and the Precision Index ($r = 0.34$, $p = 0.019$), and between age and the 'number of errors' ($r = 0.31$, $p = 0.033$).

Discussion

The results provided by this study clearly show that referees' executive attention vary depending on their function and the level of professional attainment, and that the quality of perception may influence the number and precision of decisions. They also demonstrate that referees' experience and age may strongly determine their executive attention. This knowledge may be instrumental in screening referees and developing criteria for recruiting future referees. The aim of the study was to test and compare the executive attention of the top soccer referees and assistant referees and to find out whether relationships between the selected indicators can explain their values. The study's results confirmed earlier conjectures that assistant referees have much better executive attention ($PI = 94.13 \pm 3.85$) than referees ($PI = 89.62 \pm 4.36$, $p < 0.01$). This difference may be explained in terms of function-specific requirements. The study subjects were only different in the range of the tasks they were expected to fulfil (referee / assistant). Assistant referees frequently have to monitor many elements of the game to be able to assess the situation, such as foul play, the offside line, or kick-offs. This process requires full concentration and divisible attention (Catteeuw et al., 2010b). Moreover, unlike the lead referees, they cannot choose the optimal position for watching the situation, even though their position during the game determines whether the situation will be correctly assessed and, if inappropriate, may contribute to errors (Oudejans et al., 2000). In

choosing their position assistant referees must comply with the rules and react to the situation on the pitch (the offside line). Interestingly, in this study referees performed only slightly faster ($G718.6 \pm 97.9$ - $A686.7 \pm 86.3$), but also made on average almost twice as many mistakes ($G18.44 \pm 8.99$ - $A9.47 \pm 5.77$ $p < 0.01$). This means that assistant referees select stimuli definitely more efficiently, which may directly explain why they make fewer errors.

The variety of textbooks dealing with cognitive psychology proves that cognitive processes can be listed, classified and described from many angles, but this study concentrated on perception as a fundamental cognitive process. Given the complexity and variability of referees' tasks, it is quite obvious that their actions demand full concentration (Catteeuw et al., 2010a). Referees have to respond to many perceptual and cognitive requirements (Helsen and Bultynck, 2004). Full concentration is particularly important in situations involving short-lasting, but very intensive physical and perceptual effort, such as following the counterattack that ends up with a foul in the penalty area or observing the offside line by assistant referees in dynamic situations. Even a temporary distraction of attention may result in misjudgement likely to distort the result of the game. Errors can be prevented by maintaining maximum mental concentration, i.e. by focusing all attention on the situation. The demands imposed on assistant referees are particularly high. There are many valuable studies on the special character of their tasks and the requirements they have to cope with (Catteeuw et al., 2009; Gilis et al., 2008; Mallo et al., 2008). The issue of assistant referees' perceptual abilities has become so important that special training methods have been developed to improve them (Catteeuw et al., 2010a; Helsen et al., 2006).

Regarding the Precision Index, the first-league referees turned out to be definitely inferior to the Extraclass referees ($t = -3.45$; $p = 0.0008$). They were also statistically less efficient than the international referees ($t = -2.53$; $p = 0.01$). The Extraclass referees and the international referees were not statistically different from each other. The same pattern was found for the number of errors made in the test. The first-league referees were, again, less efficient than the Extraclass

referees ($t = -3.07$; $p = 0.002$) and the international referees ($t = -2.13$; $p = 0.023$), but the Extraclass referees and the international referees were not different. Interestingly, the Extraclass-league referees ranked the highest for both the variables, whereas international referees were only second. The amount of information available at this stage of research was not sufficient to provide a reliable explanation to this ranking.

When referees were analysed alone, the number of statistically significant differences was definitely lower. It is interesting, though, that the Extraclass referees had the best results for the Precision Index again, but the first-league referees and the international referees were not different any more. That age-related ($t = -2.98$; $p = 0.002$) and experience-related ($t = -2.69$; $p = 0.005$) differences were found between the first-league referees and the international referees and that the first-league referees, the Extraclass referees and the international referees were also different for the Precision Index clearly shows that training and experience have a great impact on the development and improvement of some perceptual skills. In other words, long-term training may considerably correct perceptual deficiencies which affect referees in the first period of their careers, thus improving their performance. This means that age may positively contribute to the quality and adequacy of referees' decisions. Similar conclusions have been drawn by researchers focusing on the impact of age on the physical preparation of English Premier League referees (Weston et al., 2010). It was demonstrated that although older referees run shorter distances during the game, they make their decisions as close to the ball and the site of the foul as their younger colleagues who run more, thus showing better skills of optimizing physical activity, which they probably acquire with experience. The impact of age on referees' performance has also been the subject of other studies (Weston et al., 2006). Because the situation on the pitch is very changeable and the predictability of what will happen next is very low, referees must possess involuntary cognitive readiness and special abilities regarding concentration and divisibility of attention. Kosslyn et al. (1990) noticed that simple visual perception functions were accompanied by complex visual spatial perception processes.

According to this concept, the absorption of visual information involves not only the pure perception of external changes (visual stimuli), but also activates the accumulated knowledge about their nature. Visual perception is constantly and dynamically enhanced by imagination and memory, anticipation of next events and abstraction, concentration of attention, as well as temporal cognitive processes (Kosslyn et al., 1990). The officiating of a game induces complex visual spatial perception processes in referees, who in extreme cases have to receive and process large amounts of information coming from different sources. Referees are expected to know which spot in the penalty area the crossed ball will hit, where frequently more than a dozen of players are struggling to take possession of it. Each physical contact may make the referee stop the game and penalize an individual player or the team. The referee must also be able to predict where the ball travelling with the given velocity and in the given direction, which he suddenly lost eye contact with, will reappear. The referee is also expected to know how the players of both teams may behave depending on their position on the pitch (Helsen et al., 2006). Important for these cognitive processes are the sense of passing time and the memory of temporal rhythms, but the ability to focus attention also plays an important role.

Conclusions

The results of this study support role specificity in association football refereeing. Referees and assistant referees have a common goal: application of the Laws of the Game in a uniform and consistent way. However, even closely related roles such as those of referees and assistant referees require specific skills and abilities. The research results have proved that referees' executive attention differs depending on their function and professional level, as well as indicated that the quality of the abilities may influence the number and correctness of decisions made during a game. Sport scientists and football governing bodies should acknowledge this when they produce development programmes for referees and assistant referees at different levels of professional attainment. This finding may be also instrumental in screening referees and developing criteria for recruiting future referees.

Acknowledgements

This work was supported by the Real Madrid-UEM Chair, in the 2017-2018 call. It was also supported by the Assistance to Research Groups (GR18102) of the Junta de Extremadura (Ministry of Employment and Infrastructure); with the contribution of the European Union through the European Regional Development Funds (ERDF). This research was also supported by an FPU predoctoral grant from the Government of Spain (Ministry of Education, Culture, and Sports) to Díaz, J. (FPU18/03660). This research also receive support from the Government of Spain (Ministry of Science and Innovation) for Pulido, J.J. (IJC2019-040788).

References

- Castagna C, Abt G, D'Ottavio S. The relationship between selected blood lactate thresholds and match performance in elite soccer referees. *J Strength Cond Res*, 2002; 16: 23 – 627
- Catteeuw P, Gilis B, Garcia - Aranda JM, Wagemans J, Helsen W. Offside decision making in the 2002 and 2006 FIFA World Cups. *J Sport Sci*, 2010; 28: 1027 – 1032
- Catteeuw P, Gilis B, Jaspers A, Wagemans J, Helsen W. Training of Perceptual – Cognitive Skills in Offside Decision Making. *J Sport Exercise Psy*, 2010; 32: 845 – 861
- Catteeuw P, Gilis B, Wagemans J, Helsen W. Offside decision making of assistant referees in the English Premier League: Impact of physical and perceptual – cognitive factors on match performance. *J Sport Sci*, 2010a; 28: 471-481
- Catteeuw P, Gilis B, Wagemans J, Helsen W. Perceptual – Cognitive Skills in Offside Decision Making: Expertise and Training Effects. *J Sport Exercise Psy*, 2010b; 32: 828 – 844
- Catteeuw P, Helsen W, Gilis B, Van Roie E, Wagemans J. Visual Scan Patterns and Decision – Making Skills of Expert Assistant Referees in Offside Situations. *J Sport Exercise Psy*, 2009; 31: 786 – 797
- Ghasemi A, Momeni M, Rezaee M, Gholami A. The Difference in Visual Skills Between Expert Versus Novice Soccer Referees. *J Hum Kinet*, 2009; 22: 15-20
- Gilis B, Helsen W, Catteeuw P, Van Roie E, Wagemans J. Interpretation and application of the offside law by expert assistant referees: Perception of spatial positions in complex dynamic events on and off the field. *J Sport Sci*, 2009; 27: 551 – 563
- Gilis B, Helsen W, Catteeuw P, Wagemans J. Offside Decisions by Expert Assistant Referees in Association Football: Perception and Recall of Spatial Positions in Complex Dynamic Events. *J Exp Psychol - Appl*, 2008; 14: 21 – 35
- Gomes LM, Martinho AJ, Castelo NA. Effects of occupational exposure to low frequency noise on cognition. *Aviat Space Envir Md*, 1999; 70(2): A115 - A118
- Helsen W, Bultynck JB. Physical and perceptual – cognitive demands of top – class refereeing in association football. *J Sport Sci*, 2004; 22: 179-189
- Helsen W, Gilis B, Weston M. Errors in judging “offside” in association football: Test of the optical error versus the perceptual flash – lag hypothesis. *J Sport Sci*, 2006; 24: 521 – 528
- Impellizzeri FM, Rampinini E, Marcora SM. Physiological assessment of aerobic training in soccer. *J Sport Sci*, 2005; 23: 583 – 92
- Kosslyn SM, Flynn RA, Amsterdam JB, Wang G. Components of high – level vision, a cognitive neuroscience analysis and accounts of neurological syndroms. *Cognition*, 1990; 34
- Krustrup P, Bangsbo J. Physiological demands of top – class soccer refereeing in relation to physical capacity: effect of intense intermittent exercise training. *J Sport Sci*, 2001; 19: 881 – 891
- Krustrup P, Mohr M, Bangsbo J. Activity profile and physiological demands of top – class soccer assistant refereeing in relation to training status. *J Sport Sci*, 2002; 20: 861 – 871

- López B, Vázquez C. Effects of the Attention Process Training (APT) on attentional improvement perception in people diagnosed of schizophrenia. *Psychiat Res*, 2003; 119: 41-53
- MacMahon C, Helsen W, Starkes J, Weston M. Decision – making skills and deliberate practice in elite association football referees. *J Sport Sci*, 2006; 25: 65 – 78
- Mallo J, Navarro E, Garcia – Aranda JM. Activity profile of top – class association football referees in relation to performance in selected physical tests. *J Sport Sci*, 2007; 25: 805 – 13
- Mallo J, Navarro E, Garcia – Aranda JM, Gilis B, Helsen W. Analysis of the Kinematical Demands Imposed on Top – Class Assistant Referees During Competitive Soccer Matches. *J Strength Cond Res*, 2008; 22: 1-8
- Oudejans RD, Bakker F, Verheijen R, Gerrits JC, Steinbruckner M, Beek PJ. How position and motion of expert assistant referees in soccer relate to the quality of their offside judgements during actual match. *Int J Sport Psychol*, 2000; 36: 3 – 21
- Strelau J. Psychology. *Academic Textbook. II*, GWP Gdańsk; 2000
- Weston M, Bird S, Helsen W, Nevill A, Castagna C. The effect of match standard and referee experience on the objective match workload of English Premier League referees. *J Sci Med Sport*, 2006; 9(3): 256 - 262
- Weston M, Castagna C, Impellizzeri FM, Rampinini E, Breivik S. Ageing and physical match performance in English Premier League soccer referees. *J Sci Med Sport*, 2010; 13: 96 – 100
- Williams AM, Ericsson KA. Perceptual – cognitive expertise performance approach. *Hum Movement Sci*, 2005; 24: 283 – 307
- Williams AM, Hodges NJ. Practise, Instruction and skill acquisition in soccer: Challenging. Tradition. *J Sport Sci*, 2005a; 23: 637 – 650

Corresponding author:**Tomás García Calvo**

Faculty of Sport Sciences. University of Extremadura
Avenida de la Universidad S/N. P.C.: 10003, Cáceres. Spain
Telephone: 0034-606890141
E-mail: tgarcia@unex.es



Article

Influence of Scoring Systems on Mental Fatigue, Physical Demands, and Tactical Behavior during Soccer Large-Sided Games

Jesús Díaz-García , José Carlos Ponce-Bordón *, Abel Moreno-Gil, Ana Rubio-Morales , Miguel Ángel López-Gajardo and Tomás García-Calvo

Faculty of Sport Sciences, University of Extremadura, 10003 Cáceres, Spain

* Correspondence: joponceb@unex.es; Tel.: +34-927257050; Fax: +34-927257051

Abstract: Constraints are common in soccer training to develop physical, technical-tactical, and mental training concurrently. This study examined how different scoring systems influence physical, tactical, and mental demands during large-sided games in soccer. Eighteen youth-elite male (17.39 ± 1.04 y) soccer players completed three 8 vs. 8 large-sided games where the different score systems were (i) official score system (OSS; i.e., 1 goal = 1 goal), (ii) double the value of the goal—4 min (DVx4; i.e., 1 goal = 1 goal from 0.00 to 7.59 min, and 1 goal = 2 goals from 8.00 to 12.00 min), and (iii) double the value of the goal—8 min (DVx8; i.e., 1 goal = 1 goal from 0.00 to 3.59 min, and 1 goal = 2 goals from 4.00 to 12.00 min). Physical demands and tactical behaviors were recorded during tasks using a global positioning system and video camera. Mental fatigue was recorded pre- and post-task using a visual analogue scale. Also, the ratio of perceived exertion and mental load were recorded after tasks were finished. Results reported the highest values of mental and physical demands in DVx4. Mental fatigue increased during all three large-sided games, although this increase was significantly higher in DVx4 compared with OSS ($p = 0.006$) and DVx8 ($p = 0.027$). Tactical behavior showed a trend towards more direct play during DVx4, which was less observed during DVx8, and not at all during OSS. In conclusion, changing the scoring system affects physical, tactical, and mental demands.

Keywords: cognitive exertion; football; soccer constraints; tactical behavior; training load



Citation: Díaz-García, J.;

Ponce-Bordón, J.C.; Moreno-Gil, A.; Rubio-Morales, A.; López-Gajardo, M.Á.; García-Calvo, T. Influence of Scoring Systems on Mental Fatigue, Physical Demands, and Tactical Behavior during Soccer Large-Sided Games. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2023**, *20*, 2087. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032087>

Academic Editor: Paul B. Tchounwou

Received: 28 December 2022

Revised: 18 January 2023

Accepted: 18 January 2023

Published: 23 January 2023



Copyright: © 2023 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

Soccer is a mainly endurance-based sport interspersed with repeated high-intensity efforts [1] that lead to physical fatigue among soccer players [2]. However, soccer is mentally as well as physically fatiguing [3,4]. Soccer is perceptual-cognitive: players must remain alert for extended periods, constantly analyzing a dynamic environment and selecting only the relevant information [5]. Previous studies have reported negative effects of physical [6] and mental fatigue [7–9] on soccer performance. For that reason, experts have become interested in the different physical, technical-tactical, and mental demands of different soccer training methodologies [10]. This knowledge about training demands may be helpful for soccer coaches to optimize players' training load and performance [11].

Small, medium, or large-sided games (SSG, MSG, or LSG, respectively) are common training methods in soccer to replicate the physical [12,13], technical-tactical [14,15] and mental demands [16–18] of competition. The manipulation of constraints during SSGs, MSGs, or LSGs allows coaches to modify the physical [19,20], technical-tactical [14,21], and/or mental demands of the tasks [22,23] according to their specific training purposes. Compared to more traditional training methods (i.e., extensive repetition of physical or technical skills out of soccer-specific context), these exercises (i.e., SSG, MSG, and LSG) are perceived as more soccer-specific and allow for optimization of training time, since physical, technical-tactical and mental skills are developed concurrently [24].

Previous studies have analyzed the effects of different constraints on the physical, technical-tactical, and mental demands of soccer players during training. The use of constraints depends on their effects on fatigue (e.g., coaches should not use high-fatiguing constraints close to competitions), the point of the training day in the microcycle (e.g., there should be a progressive reduction or tapering in the load across the microcycle) and the point in the season (e.g., there should be less use of high-fatiguing constraints during periods of important matches) [25]. The effects of pitch size, the number of players, and the ratio of the number of players to pitch area have been widely analyzed. Notably, it has been reported that larger pitch size and higher pitch area per player are associated with higher total distances covered, more high-intensity distances covered, and easy maintenance of ball possession [20,26,27]. Another widely analyzed constraint is the change of rules or configurations during SSGs. Studies show that constraints that cause a higher entropy (referring to the uncertainty of the task [28]) among players are related to higher mental effort [17,22] and more significant difficulties in maintaining the fluency of the game, which is associated with less time playing and less physical effort [15,29]. The effects of other constraints, such as as coaches' behavior [15,29,30] or player unbalance [21] have also been analyzed. The authors have concluded that dynamic behavior of coaches results in more physical and mental effort from the players. Meanwhile, player unbalance increases high-intensity efforts and facilitates the fluency of the game due to a reduction in the ratio of players to pitch area.

There are many constraints whose effects should be analyzed. The present study focuses on how the scoring system impacts the physical, mental, and technical-tactical responses of soccer players during LSGs. This constraint has been examined because it is widely used during soccer training; coaches sometimes modify the standard scoring systems, establishing a double value for specific goals. The present study aimed to compare the effects of the normal scoring system with the effects of a modified scoring system applied for two different times: (a) double ($\times 2$) value of the goals scored within the final 4 min of the task, and (b) double ($\times 2$) value of the goals scored within the final 8 min of the task. A previous study has suggested that increasing the value of the goals in the final part of the task increases the mental load and fatigue in SSG [17]. However, this study did not consider LSG or tactical behavior. Another study has suggested that the score of the matches may increase the activity profile and the skill attempts of players, but it has not been tested if this happens during LSG [31]. Based on previous studies [17,31], we hypothesized that the changes in the scoring system would increase the mental demands and mental fatigue of the players (Hypothesis 1), as well as their physical demands (Hypothesis 2), and would cause changes in the technical-tactical behaviors of the players (Hypothesis 3).

2. Materials and Methods

2.1. Sample

A total of 18 youth-elite male ($M_{\text{age}} = 17.39 \pm SD_{\text{age}} = 1.04$) soccer players that competed in the First U18 Spanish National Division participated in the study. Players had an average experience of 9.31 ± 2.51 years playing soccer, and the team trained 4 days per week. All players (or their parents, in the case of U18 players) signed an informed consent before the start of the study. Players were encouraged to avoid consuming caffeine 1 h before the training, and creatine during the study, due to their ergogenic effects on mental fatigue.

2.2. Instruments and Outcomes

2.2.1. Polar Team Pro (Polar Electro, Finland, 2015)

To measure the physical demands during the training tasks, this global positioning system (GPS) was used. Specifically, the outcomes were (i) internal load variables: mean and peak heart rate; (ii) external load variables: mean and peak speed and distance/minute covered. This technology uses a concentration of signals from different Polar brand sensors, which was designed for the control of physical activity in collective sports like soccer.

Indeed, it is currently one of the most used instruments for this purpose in soccer [32]. The validity of the GPS system was previously reported [33].

2.2.2. Ratio of Perceived Exertion

The ratio of perceived exertion (RPE) was used to quantify the perception of physical effort from players using the CR-10 scale. This was asked as: How much physical effort did the task require? The range of responses included values from 0 (not at all tired) to 10 (maximum level of perceived exhaustion). The use and accuracy of the RPE for this purpose has been previously proven in soccer [34]. The RPE was recorded immediately after the LSG had finished.

2.2.3. NASA Task Load Index

To quantify the mental load perceived by soccer players, an adaptation of the NASA task load index (NASA TLX) was used. This adaptation asked about six specific subscales of the NASA TLX: (i) mental effort (i.e., how much mental effort was required during the task?); (ii) physical effort (i.e., how much physical effort was required during the task?); (iii) time pressure (i.e., what time pressure did you feel due to the pace of the task?); (iv) performance satisfaction (i.e., how satisfied are you with your performance during the task?); (v) general effort (i.e., how much general effort was required?); and (vi) unsafety (i.e., how unsafe did you feel?). The range of responses included values from 0 (no effort perceived) to 10 (maximum effort perceived) for each item described. Previous studies have already used this instrument to quantify mental load in soccer [35]. The NASA TLX was recorded immediately after the LSG had finished.

2.2.4. Visual Analogue Scale

The visual analogue scale 100 (VAS100) was used to assess the subjective perception of mental fatigue by players. Participants were instructed to mark their current perceived state of mental fatigue on a line from 0 (no mental fatigue perceived) to 100 (maximum mental fatigue perceived). The accuracy of this scale has been previously reported in athletes' ratings of mental fatigue [36,37]; the scale has been used in soccer studies [38], and it has been described as the most sensitive instrument for measuring mental fatigue in athletes [39]. The VAS was recorded immediately before the LSG started and just after the LSG had finished.

2.2.5. Video Camera HDR-PJ30VE (Sony, Tokyo, Japan)

To record the tactical behavior of the players, the researchers filmed the LSG tasks using a video camera. Tactical behaviors of the players were analyzed, taking into account: zone of the pitch where possession was recovered (defensive and offensive pitch), zone of the pitch where possession was lost (defensive and offensive pitch), number of passes (defensive and offensive pitch), possession time (defensive and offensive pitch), number of shots (directly out, corner, save without corner, and goal), and zone of the shots (inside and outside the area).

2.3. Experimental Design

All research procedures were conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and had the approval of the Ethics Committee for Research with Human Beings (approval number: 93/2020).

The study was an experimental design performed on one real competitive soccer team using an ecological design. Three different LSG situations (8 vs. 8 + goalkeepers) over an artificial grass turf of 70 × 40 meters were performed for 12 min each. There were 48 h of recovery between LSG exercises (no competitive match was performed between them). Only the scoring system changed between LSG exercises. The three experimental conditions were: (i) official scoring system (OSS; i.e., 1 goal = 1 goal for all time during the task); (ii) double value of the goal in the last four minutes (DVx4; i.e., 1 goal = 1 goal from

0.00 to 7.59 min, and 1 goal = 2 goals from 8.00 to 12.00 min); (iii) double value of the goal in the last eight minutes (DVx8; i.e., 1 goal = 1 goal from 0.00 to 3.59 min, and 1 goal = 2 goals from 4.00 to 12.00 min). The order of the sessions was randomly selected to guarantee the ecological design of the study: so, DVx8, OSS, and DVx4 were performed firstly, secondly, and thirdly, respectively.

A familiarization session was held before the study to guarantee that all the soccer players understood the questionnaires provided. The schedule of the experimental sessions was: (i) 8-min warm-up (i.e., low-intensity running and mobility exercises, managed by the same researcher for all players); (ii) researchers put the GPS on the players; (iii) pre-VAS was recorded; (iv) LSG and video recording started at the same time; (v) immediately after the LSG exercises, video recording finished, and post-VAS, RPE and NASA TLX were recorded.

2.4. Statistical Analysis

The analyses were performed using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), version 25.0. Data were presented as means \pm standard deviation (SD). The Shapiro–Wilk test was used to check the normality of the data. Sphericity was verified by Mauchly’s test. When the assumption of sphericity was not met, the significance of F ratios was adjusted with the Greenhouse–Geisser procedure. If the data were not normally distributed, the Wilcoxon test was used to check possible differences between experimental sessions on mental effort (i.e., NASA TXL), physical effort (i.e., variables from GPS) and perceptions (i.e., RPE), and tactical behavior. The Wilcoxon test was also used to check possible changes in subjective mental fatigue (i.e., VAS) from pre- to post-experimental sessions. A Δ mental fatigue (subjective mental fatigue post-session - subjective mental fatigue pre-session) was also calculated. Possible differences in the Δ mental fatigue of the different experimental protocols were compared using the Kruskal–Wallis test. Statistical significance for all analyses was set at $p < 0.05$, $p < 0.01$, and $p < 0.001$.

3. Results

The comparison between different LSG situations for mental load and mental fatigue is shown in Table 1. With regard to mental load, DVx4 was identified by players as the most mentally ($p < 0.001$ and $p = 0.008$ when compared with OSS and DVx8, respectively), physically ($p = 0.009$ and $p = 0.032$ when compared with OSS and DVx8, respectively), temporally ($p < 0.001$ and $p = 0.042$ when compared with OSS and DVx8, respectively) and generally ($p < 0.001$ and $p = 0.006$ when compared with OSS and DVx8, respectively) demanding situation. DVx8 was also identified as more mentally ($p = 0.008$), physically ($p = 0.026$), temporally ($p < 0.001$) and generally ($p = 0.034$) demanding than OSS. However, performance satisfaction was significantly higher in OSS than in DVx4 ($p = 0.046$). There were no significant differences in this variable between OSS and DVx8 ($p = 0.069$), nor between DVx4 and DVx8 ($p = 0.078$). Meanwhile, unsafety was significantly lower in OSS than in DVx4 ($p = 0.039$), without significant differences in this variable between OSS and DVx8 ($p = 0.061$), nor between DVx4 and DVx8 ($p = 0.034$). With regard to mental fatigue, all the situations caused a significant increase in mental fatigue. Significant changes were observed between pre- and post-mental fatigue in OSS ($p = 0.009$), DVx4 ($p < 0.001$) and DVx8 ($p < 0.001$). In addition, DVx4 caused significant higher increases from pre- to post-experimental mental fatigue than DVx8 ($p = 0.006$) and OSS ($p = 0.027$), meanwhile, DVx8 showed significantly higher increases from pre- to post-experimental protocol in this variable than OSS ($p = 0.041$).

Table 1. Mental load and fatigue reported by players. A comparison between experimental sessions.

Variables	OSS		DVx4		DVx8		Between Experimental Session Comparison
Mental Effort	6.44 ± 2.44		8.36 ± 2.26		7.22 ± 3.12		a ^{***} , b ^{**} , c ^{**}
Physical Effort	4.39 ± 1.19		5.19 ± 1.88		4.79 ± 2.24		a ^{**} , b [*] , c [*]
Temporal Pressure	3.66 ± 1.87		5.91 ± 2.04		5.42 ± 1.39		a ^{***} , b ^{***} , c [*]
Performance Satisfaction	6.87 ± 2.22		6.56 ± 2.01		6.71 ± 3.11		a [*]
General Effort	5.31 ± 1.16		6.12 ± 1.92		5.52 ± 2.03		a ^{***} , b [*] , c ^{**}
Unsafety	6.04 ± 1.72		6.31 ± 1.99		6.12 ± 1.32		a [*]
Mental fatigue	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	a ^{**} , b [*] , c [*]
	5.25	5.32	5.19	5.19	5.32	8.29 ^{***}	

* Note. Data was presented as means ± SD. *** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$. a = significant differences between OSS and DVx4; b = significant differences between OSS and DVx8; c = significant differences between DVx4 and DVx8.

The physical effort performed by soccer players during LSG situations are shown in Table 2. DVx4 showed the highest values of Mean Heart Rate (with significant differences when compared with OSS ($p = 0.042$)), Peak Heart Rate (with significant differences when compared with OSS ($p = 0.044$)), RPE (with significant differences when compared with OSS ($p = 0.009$) and DVx8 ($p = 0.031$)), Distance/Minute (with significant differences when compared with OSS ($p = 0.037$)), and Mean Speed (with significant differences when compared with OSS ($p = 0.049$)). In all these variables, values of DVx8 were higher than those observed in OSS (with significant differences in Peak Heart Rate ($p = 0.042$) and Peak Speed ($p = 0.027$)). DVx8 showed the highest values of Peak Speed (with significant differences when compared with OSS ($p = 0.019$)). In this variable, the values of DVx4 were significantly higher than those of OSS ($p = 0.025$).

Table 2. Physical efforts covered and reported by players. A comparison between experimental sessions.

Variables	OSS		DVx4		DVx8		Between Experimental Session Comparison
Mean Heart Rate	162.31 ± 15.18		169.71 ± 16.21		165.34 ± 18.33		a [*]
Peak Heart Rate	184.31 ± 6.12		189.66 ± 4.88		188.91 ± 5.12		a [*] , b [*]
Ratio of Perceived Exertion	5.01 ± 1.09		5.77 ± 1.87		5.29 ± 1.16		a ^{**} , c [*]
Distance/Minute	103.37 ± 8.99		108.34 ± 9.16		106.34 ± 9.31		a [*]
Peak Speed	19.76 ± 1.96		22.68 ± 3.55		23.12 ± 2.21		a [*] , b [*]
Mean Speed	10.65 ± 3.56		11.31 ± 4.39		11.04 ± 3.55		a [*]

* Note. Data was presented as means ± SD. ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$. a = significant differences between OSS and DVx4; b = significant differences between OSS and DVx8; c = significant differences between DVx4 and DVx8.

The tactical behaviors of the players for each LSG situation are shown in Table 3. With regard to the zone of ball recovery, higher number of recoveries in the defensive pitch were observed during OSS ($p = 0.009$ when compared with DVx4; and $p = 0.032$ when compared with DVx8). On the contrary, the results also showed a trend to recover more balls in the offensive pitch in DVx4 and DVx8 when compared with OSS ($p < 0.001$ and $p = 0.007$, respectively). With regard to the zone of the pitch where possession was lost, DVx4 showed a significant higher number of ball possession losses when compared with OSS ($p = 0.033$) and DVx8 ($p = 0.005$). However, a significantly higher number of ball possession losses happened in the offensive pitch in OSS when compared with DVx4 ($p = 0.023$) and DVx8

($p < 0.001$). Indeed, significant differences were observed in this variable between DVx4 and DVx8 ($p = 0.006$), with a higher value in DVx4. With regard to the number of passes, during DVx4, players performed a significantly smaller number of passes both in the defensive ($p < 0.001$ when compared both with OSS and DVx8) and offensive ($p < 0.001$ when compared both with OSS and DVx8) phases, in comparison with the other protocols. This was similarly reflected in the possession time. During DVx4, there were significantly smaller possession times both in the offensive ($p < 0.001$ when compared both with OSS and DVx8) and defensive phases ($p < 0.001$ when compared both with OSS and DVx8), in comparison with the other situations. Indeed, DVx4 also showed a significantly smaller possession time in the offensive phase when compared with OSS ($p < 0.001$). With regard to the zone of the shots, during DVx8, players showed a significantly higher trend to shots out of area compared with DVx4 ($p < 0.001$) and OSS ($p < 0.001$).

Table 3. Analysis of tactical behavior during the large-sided games. A comparison between experimental sessions.

Variables		OSS	DVx4	DVx8	Between Experimental Session Comparison
Zone of the pitch where possession was recovered	Defensive pitch	8.50	7.50	7.00	a *, b **
	Offensive pitch	2.00	3.50	3.00	a ***, b **
Zone of the pitch where possession was lost	Defensive pitch	2.00	2.50	1.00	b *, c **
	Offensive pitch	8.25	7.50	6.00	a *, b ***, c **
Number of passes	Defensive pitch	31.50	21.00	28.50	a ***, c **
	Offensive pitch	20.00	11.00	21.00	a ***, c **
Possession time (s)	Defensive pitch	98.00	76.50	95.50	a ***, c **
	Offensive pitch	70.75	26.50	57.50	a ***, b ***, c **
Shoots	Out (i.e., Goal kick)	1.25	1.00	1.50	
	Corner (i.e., goalkeeper or defender throw the ball out)	0.75	1.50	0.50	a **, c **
	Save (blockage or similar that did not produce corner)	0.50	0.00	1.00	
Zone of the shoots	Inside the area	1.50	1.00	1.00	
	Outside the area	1.75	2.00	3.50	b ***, c **

* Note. Data was presented as means ± SD. *** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$. a = significant differences between OSS and DVx4; b = significant differences between OSS and DVx8; c = DVx4 and DVx8.

4. Discussion

The present study aimed to compare the effects of three different scoring systems on the physical and mental demands of, and tactical behaviors performed by, soccer players during LSG. The main findings of this study were that the three scoring systems resulted in different physical and mental demands and tactical behaviors. DVx4 and DVx8 resulted in higher physical demands and were more mentally demanding and fatiguing than OSS. The increases in physical and mental effort, and tactical changes, in DVx4 were particularly significant, compared with DVx8. The analysis of tactical behavior showed a trend towards more direct play during DVx4 and DVx8, compared with OSS.

Firstly, we hypothesized that adaptations in the scoring system would increase the players' mental demands and mental fatigue (*Hypothesis 1*). Players identified DVx4 and DVx8 as more mentally demanding and fatiguing than OSS. Notably, DVx4 was reported as more significantly mentally demanding and fatiguing by soccer players. Therefore, Hypothesis 1 can be confirmed. The three scoring systems used in the study resulted in

significant increases in the mental fatigue reported by players after all of the different LSG situations. This is in line with previous evidence suggesting that soccer is a mentally fatiguing activity [2–4]. The cognitive (e.g., concentration or decision making) and emotional (e.g., anxiety) processes involved in soccer seem to cause mental fatigue among players [38]. The higher impact of the double value of the goals in the final score than the official system (i.e., 1 goal = 1 goal) could explain the presence of higher feelings of entropy (i.e., uncertainty) among players, as well as the associated higher mental demands and fatigue observed. The higher values of mental demands and mental fatigue reported by players during DVx4 than during DVx8 (although the impact of goals on these games were the same) may be explained by the temporal pressure of the tasks [18]. The authors explain that players feel more mental demand and fatigue when the temporal pressure increases. Higher temporal pressure is related to stress, anxiety, and impulse control related to higher levels of mental fatigue [18]. In this case, players had more time in DVx8 than in DVx4 to counteract the impact that a double goal caused on the final score.

Secondly, we also hypothesized that changes in the scoring system would increase the physical demands of the players during LSG exercises (*Hypothesis 2*). LSG influenced the technical-tactical demands of the game. Then, we also hypothesized that modifications in the scoring system would cause changes in the technical-tactical behavior of the players (*Hypothesis 3*). The results of the present study suggest that the modifications performed in the scoring systems significantly increased the game's physical demands and caused a trend towards more direct play during DVx4 and DVx8, with respect to OSS. Therefore, Hypotheses 2 and 3 can be also confirmed. Previous studies have suggested that the score of a soccer game influences the physical and technical-tactical demands of the game. Specifically, time playing while losing seems to reduce a team's time of possession due to the teams' betting on a more direct style of play [40]. This is in line with the results of the present study, where players spent less time in possession and performed a smaller number of passes, both in the defensive and offensive pitch, when the impact of a goal in the score were higher (i.e., DVx4 and DVx8). Similarly to what was observed with the mental demands, the effects of this constraint on physical and technical-tactical demands were higher during DVx4 than during DVx8. As we previously explained, the higher temporal pressure of this task enhances the mentioned effects of this modification to the scoring system compared with DVx8. Then, these adaptations cause a change in the tactical behavior of the teams, which try to play more directly. This change in the tactical behavior impacts on physical effort as well, due to the presence of more space (i.e., more meters between lines of players) caused by the change in the style of play to allow players to cover more distance and perform a higher number of high-intensity efforts [40].

5. Conclusions

The present study confirms that coaches can change soccer players' mental and physical demands and technical-tactical behaviors, by changing the scoring system of the LSG. This study showed how an increase in the value of the goals in the final part of the tasks (i.e., 1 goal = 2 goals) significantly increased the mental and physical demands and mental fatigue of the tasks; this was accompanied by a more direct style of play compared with the traditional scoring system (i.e., 1 goal = 1 goal). These increases in efforts and changes in the style of play were further enhanced when this modification in the scoring system was applied for the last four minutes than when it was applied for the last eight minutes. This situation seems to be caused by higher temporal pressure when the adaptation was applied for a shorter time.

Author Contributions: Conceptualization, J.D.-G., J.C.P.-B. and T.G.-C.; methodology, M.Á.L.-G., A.M.-G., A.R.-M. and T.G.-C.; software, J.D.-G. and A.M.-G.; formal analysis, M.Á.L.-G. and A.R.-M.; investigation, J.D.-G., J.C.P.-B. and A.M.-G.; resources, T.G.-C.; data curation, J.D.-G., A.M.-G., M.Á.L.-G. and A.R.-M.; writing—original draft preparation, J.D.-G. and A.M.-G.; writing—review and editing, J.C.P.-B., M.Á.L.-G., A.R.-M. and T.G.-C.; visualization, A.R.-M.; supervision, J.C.P.-B.

and T.G.-C.; project administration, T.G.-C.; funding acquisition, J.D.-G. and T.G.-C. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This work was funded by the Real Madrid-UEM Chair, in the 2017–2018 call. In addition, it was supported by the Assistance to Research Groups (GR18102) of the Junta de Extremadura (Ministry of Employment and Infrastructure); with the contribution of the European Union through the European Regional Development Funds (ERDF). Finally, this research was also supported by an FPU Ph.D. candidate grant from the Government of Spain (Ministry of Education, Culture and Sports) to Díaz, J. (FPU18/03660).

Institutional Review Board Statement: The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki, and approved by the Institutional Review Board (Protocol Number: 93/2020) of Extremadura’s University.

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

Data Availability Statement: Data is unavailable due to privacy or ethical restrictions.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

- Mohr, M.; Krstrup, P.; Bangsbo, J. Fatigue in soccer: A brief review. *J. Sports Sci.* **2005**, *23*, 593–599. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Nedelec, M.; McCall, A.; Carling, C.; Legall, F.; Berthoin, S.; Dupont, G. Recovery in soccer: Part I-post-match fatigue and time course of recovery. *Sports Med.* **2012**, *42*, 997–1015. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Abbott, W.; Brownlee, T.E.; Naughton, R.J.; Clifford, T.; Page, R.; Harper, L.D. Changes in perceptions of mental fatigue during a season in professional under-23 English Premier League soccer players. *Res. Sports Med.* **2020**, *28*, 529–539. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Thompson, C.J.; Noon, M.; Towson, C.; Perry, J.; Coutts, A.J.; Harper, L.D.; Skorski, S.; Smith, M.R.; Barrett, S.; Meyer, T. Understanding the presence of mental fatigue in English academy soccer players. *J. Sports Sci.* **2020**, *38*, 1524–1530. [[CrossRef](#)]
- Smith, M.R.; Thompson, C.; Marcora, S.M.; Skorski, S.; Meyer, T.; Coutts, A.J. Mental fatigue and soccer: Current knowledge and future directions. *Sports Med.* **2018**, *48*, 1525–1532. [[CrossRef](#)]
- Rampinini, E.; Impellizzeri, F.M.; Castagna, C.; Azzalin, A.; Ferrari-Bravo, D.; Wisloff, U. Effect of match-related fatigue on short-passing ability in young soccer players. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2008**, *40*, 934–942. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Filipas, L.; Borghi, S.; La Torre, A.; Smith, M.R. Effects of mental fatigue on soccer-specific performance in young players. *Sci. Med. Footb.* **2021**, *5*, 150–157. [[CrossRef](#)]
- Smith, M.R.; Fransen, J.; Deprez, D.; Lenoir, M.; Coutts, A.J. Impact of mental fatigue on speed and accuracy components of soccer-specific skills. *Sci. Med. Footb.* **2017**, *1*, 48–52. [[CrossRef](#)]
- Soylu, Y.; Ramazanoglu, F.; Arslan, E.; Clemente, F. Effects of mental fatigue on the psychophysiological responses, kinematic profiles, and technical performance in different small-sided soccer game. *Biol. Sport.* **2022**, *39*, 965–972. [[CrossRef](#)]
- Rubio-Morales, A.; Díaz-García, J.; Barbosa, C.; Habay, J.; López-Gajardo, M.Á.; García-Calvo, T. Do cognitive, physical, and combined tasks induce similar levels of mental fatigue? Testing the effects of different moderating variables. *Motor Control.* **2022**, *26*, 1–19. [[CrossRef](#)]
- Van Cutsem, J.; Marcora, S. The effects of mental fatigue on sport performance. In *Motivation and Self-Regulation in Sport and Exercise*, 1st ed.; Routledge Publisher: New York, NY, USA, 2021; pp. 134–148.
- Dello Iacono, A.; Beato, M.; Unnithan, V. Comparative effects of game profile-based training and small-sided games on physical performance of elite young soccer players. *J. Strength Cond. Res.* **2021**, *35*, 2810–2817. [[CrossRef](#)]
- Kunz, P.; Engel, F.A.; Holmberg, H.C.; Sperlich, B. A meta-comparison of the effects of high-intensity interval training to those of small-sided games and other training protocols on parameters related to the physiology and performance of youth soccer players. *Sports Med.—Open.* **2019**, *5*, 1–13. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Davids, K.; Araújo, D.; Correia, V.; Vilar, L. How small-sided and conditioned games enhance acquisition of movement and decision-making skills. *Exerc. Sport Sci. Rev.* **2013**, *41*, 154–161. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Machado, J.C.; Ribeiro, J.; Palheta, C.E.; Alcântara, C.; Barreira, D.; Guilherme, J.; Garganta, J.; Scaglia, A.J. Changing rules and configurations during soccer small-sided and conditioned games. How does it impact teams’ tactical behavior? *Front. Psychol.* **2019**, *10*, 1554. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Díaz-García, J.; González-Ponce, I.; Ponce-Bordón, J.C.; López-Gajardo, M.Á.; Ramírez-Bravo, I.; Rubio-Morales, A.; García-Calvo, T. Mental load and fatigue assessment instruments: A systematic review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 419. [[CrossRef](#)]
- García-Calvo, T.; González-Ponce, I.; Ponce-Bordón, J.C.; Tomé-Lourido, D.; Vales-Vázquez, Á. Incidence of the tasks scoring system on the mental load in football training. *Rev. Psicol. Deporte.* **2019**, *28*, 79–86.
- Ponce-Bordón, J.C.; García-Calvo, T.; López-Gajardo, M.Á.; Díaz-García, J.; González-Ponce, I. How does the manipulation of time pressure during soccer tasks influence physical load and mental fatigue? *Psychol. Sport Exerc.* **2022**, *63*, 102253. [[CrossRef](#)]
- Fleay, B.; Joyce, C.; Banyard, H.; Woods, C.T. Manipulating field dimensions during small-sided games impacts the technical and physical profiles of Australian footballers. *J. Strength Cond. Res.* **2018**, *32*, 2039–2044. [[CrossRef](#)]

20. Olthof, S.B.H.; Frencken, W.G.P.; Lemmink, K.A.P.M. Match-derived relative pitch area changes the physical and team tactical performance of elite soccer players in small-sided soccer games. *J. Sports Sci.* **2018**, *36*, 1557–1563. [CrossRef]
21. Sampaio, J.E.; Lago, C.; Gonçalves, B.; Maças, V.M.; Leite, N. Effects of pacing, status and unbalance in time motion variables, heart rate and tactical behaviour when playing 5-a-side football small-sided games. *J. Sci. Med. Sport.* **2014**, *17*, 229–233. [CrossRef]
22. García-Calvo, T.; Pulido, J.J.; Ponce-Bordón, J.C.; López-Gajardo, M.Á.; Costa, I.T.; Díaz-García, J. Can rules in technical-tactical decisions influence on physical and mental load during soccer training? A pilot study. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*, 4313. [CrossRef] [PubMed]
23. Ponce-Bordón, J.C.; López-Gajardo, M.Á.; Leo, F.M.; Pulido, J.J.; García-Calvo, T. Effect of training-task orientation in women's football. *Rev. Int. Med. Cienc. Act. Fis. Dep.* **2020**, *28*, 79–86.
24. Hill-Haas, S.; Dawson, B.; Impellizzeri, F.; Coutts, A. Physiology of small-sided games training in football. *Sports Med.* **2011**, *41*, 199–220. [CrossRef] [PubMed]
25. Pol, R.; Balagué, N.; Ric, A.; Torrents, C.; Kiely, J.; Hristovski, R. Training or Synergizing? Complex systems principles change the understanding of sport processes. *Sports Med.-Open.* **2020**, *6*, 28. [CrossRef] [PubMed]
26. Castellano, J.; Puente, A.; Echeazarra, I.; Casamichana, D. Influence of the number of players and the relative pitch area per player on heart rate and physical demands in youth soccer. *J. Strength Cond. Res.* **2015**, *29*, 1683–1691. [CrossRef]
27. Hulka, K.; Weisser, R.; Belka, J. Effect of the pitch size and presence of goalkeepers on the work load of players during small-sided soccer games. *J. Hum. Kinet.* **2016**, *50*, 175–181. [CrossRef]
28. Cárdenas, D.; Conde-González, J.; Perales, J.C. El papel de la carga mental en la planificación del entrenamiento deportivo. *Rev. Psicol. Deporte* **2015**, *24*, 91–100. Available online: <https://www.rpd-online.com/article/view/1365> (accessed on 27 December 2022).
29. Giménez, J.V.; Liu, H.; Lipińska, P.; Szwarc, A.; Rompa, P.; Gómez, M.A. Physical responses of professional soccer players during 4 vs. 4 small-sided games with mini-goals according to rule changes. *Biol. Sport* **2018**, *35*, 75–81. [CrossRef]
30. Moll, T.; Davies, G.L. The effects of coaches' emotional expressions on players' performance: Experimental evidence in a football context. *Psychol. Sport Exerc.* **2021**, *54*, 101913. [CrossRef]
31. Sullivan, C.; Bilsborough, J.C.; Cianciosi, M.; Hocking, J.; Cordy, J.; Coutts, A.J. Match score affects activity profile and skill performance in professional Australian Football players. *J. Sci. Med. Sport.* **2014**, *17*, 326–331. [CrossRef]
32. Buchheit, M.; Lacombe, M.; Cholley, Y.; Simpson, B.M. Neuromuscular responses to conditioned soccer sessions assessed via GPS-Embedded accelerometers: Insights into tactical periodization. *Int. J. Sport Physiol. Perform.* **2018**, *13*, 577–583. [CrossRef]
33. Huggins, R.A.; Giersch, G.E.; Belval, L.N.; Benjamin, C.L.; Curtis, R.M.; Sekiguchi, Y.; Peltonen, J.; Douglas, J. The validity and reliability of Global Positioning System units for measuring distance and velocity during linear and team sport simulated movements. *J. Strength Cond. Res.* **2020**, *34*, 3070–3077. [CrossRef] [PubMed]
34. Impellizzeri, F.M.; Rampinini, E.; Coutts, A.J.; Sassi, A.; Marcora, S.M. Use of RPE-based training load in soccer. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2004**, *36*, 1042–1047. [CrossRef] [PubMed]
35. Díaz-García, J.; Pulido, J.J.; Ponce-Bordón, J.C.; Cano-Prado, C.; López-Gajardo, M.Á.; García-Calvo, T. Coach encouragement during soccer practices can influence players' mental and physical load. *J. Hum. Kinet.* **2021**, *79*, 235–243. [CrossRef] [PubMed]
36. Ishii, A.; Tanaka, M.; Watanabe, Y. Neural mechanisms of mental fatigue. *Rev. Neurosci.* **2014**, *25*, 469–479. [CrossRef] [PubMed]
37. Pageaux, B.; Lepers, R. The effects of mental fatigue on sport-related performance. *Prog. Brain Res.* **2018**, *240*, 291–315. [CrossRef]
38. Kunrath, C.A.; da Cardoso, F.S.L.; García-Calvo, T.; ds Costa, I.T. Mental fatigue in soccer: A systematic review. *Rev. Bras. Med. Esporte* **2020**, *26*, 172–178. [CrossRef]
39. Smith, M.R.; Chai, R.; Nguyen, H.T.; Marcora, S.M.; Coutts, A.J. Comparing the effects of three cognitive tasks on indicators of mental fatigue. *J. Psychol.* **2019**, *153*, 759–783. [CrossRef]
40. Lago-Peñas, C.; Dellal, A. Ball possession strategies in elite soccer according to the evolution of the match-score: The influence of situational variables. *J. Hum. Kinet.* **2010**, *25*, 93–100. [CrossRef]

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of MDPI and/or the editor(s). MDPI and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products referred to in the content.