



MLS Sport Research

ISSN: 2792-7156

<https://www.mlsjournals.com/Sport-Research>

Enero - Junio, 2023

VOL. 3 NUM. 1



EQUIPO EDITORIAL / EDITORIAL TEAM / EQUIPA EDITORIAL

Editor Jefe / Editor in chief / Editor Chefe

Pedro Ángel Latorre Román. Universidad de Jaén, España

Álvaro Velarde Sotres. Universidad Europea del Atlántico, España

Secretaria / General Secretary / Secretário Geral

Beatriz Berrios Aguayo. Universidad de Jaén, España

Editores Asociados / Associate Editors / Editores associados

Jerónimo Aragón Vela. Universidad de Jaén, España

Manuel Lucena Zurita. Centro Universitario SAFA Úbeda, España

Marcos Mecías Calvo. Universidad de Santiago de Compostela, España

Diego Marqués Jiménez. Universidad de Valladolid, España

Juan Antonio Párraga Montilla. Universidad de Jaén, España

Consejo Científico Internacional / International Scientific Committee / Conselho Científico internacional

Ángel Gutiérrez Sainz, Universidad de Granada, España.

Víctor Manuel Soto Hermoso, Universidad de Granada, España.

Tomás Izquierdo Rus. Universidad de Granada, España.

Julio A Herrador Sánchez, Universidad Pablo de Olavide, España.

Pedro Sáenz López Buñuel, Universidad de Huelva, España.

Daniel de la Cruz Mangón Pozas, Escuela de magisterio SAFA Úbeda, España.

Francisco Tomás González Fernández, Universidad de Granada, España.

Constanza Palomino Devia, Universidad del Tolima, Colombia.

Pedro Delgado Floody, Universidad de la Frontera, Chile.

Cristian Pablo Martínez Salazar, Universidad de la Frontera, Chile.

María Aparecida Santos e Campos, Universidad Internacional Iberoamericana, Brasil.

Jesús Salas Sánchez, Universidad de la Rioja, España.

Marcos Muñoz Jiménez. Grupo de investigación HUM790, actividad física y deportes, España.

Julio Calleja González, Universidad del País Vasco, España.

Anne Delextrat, Oxford Brookes University, Inglaterra.

Igor Jukic, University of Zagreb, Croacia.

Francesco Cuzzolin, Universidad de Udine, Italia.

Antonio Jesús Bores Cerezal, Universidad Europea del Atlántico, España.

Marcos Chena Sinovas, Universidad de Alcalá, España.

Roberto Barcala Furelos, Universidade de Vigo, España.

Ezequiel Rey Eiras, Universidade de Vigo, España.

Mireia Peláez Puente, Universidad Europea del Atlántico, España.

Bruno Travassos, Universidad de Beira Interior, Portugal.

José Palacios Aguilar, Universidade de A Coruña, España.

Rubén Navarro Patón, Universidade de Santiago de Compostela, España.

Joaquín Lago Ballesteros, Universidade de Santiago, España.

Víctor Arufe Giráldez, Universidade de A Coruña, España.

Alejandro Pérez Castilla, Universidad de Granada, España.

Luis Enrique Roche Seruendo, Universidad San Jorge, España.
Diego Jaén Carrillo, Universidad San Jorge, España.
Alberto Ruiz Ariza, Universidad de Jaén, España.
Amador García Ramos, Universidad de Granada, España.
Sergio López García, Universidad Pontificia de Salamanca, España.
Alexandra Pérez Ferreirós, Universidad Santiago de Compostela, España.
Alexis Padrón Cabo, Universidad de Vigo, España.
Tomás T. Freitas, Universidad Católica de Murcia, España.
Pedro E. Alcaraz, Universidad Católica de Murcia, España.

Patrocinadores:

Funiber - Fundación Universitaria Iberoamericana
Universidad internacional Iberoamericana.
Campeche
(México)
Universidad Europea del Atlántico. Santander
(España)
Universidad Internacional Iberoamericana. Puerto
Rico (EE. UU)
Universidade Internacional do Cuanza. Cuito (Angola)

Colaboran:

Centro de Investigación en Tecnología Industrial de
Cantabria (CITICAN)
Grupo de Investigación IDEO (HUM 660) - Universidad
de Jaén
Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de
Campeche (CITTECAM) – México.

SUMARIO / SUMMARY / RESUMO

- Editorial 6

- La influencia del ciclo menstrual en el entrenamiento de fuerza: revisión bibliográfica 7
The influence of the menstrual cycle on strength training: a literature review
Diego de la Fuente de la Parte, Florent Osmani, Carlos Lago Fuentes. Universidad Europea del Atlántico (España).

- Evaluación de los efectos del ejercicio físico en pacientes con cáncer de mama: una revisión sistemática..... 18
Evaluation of the effects of physical exercise in patients with breast cancer: a systematic review
Marta Victoria Santiago García. Universidad Europea del Atlántico (España).

- Efecto de un programa de entrenamiento con ejercicios isométricos sobre factores de riesgo de lesión de músculos isquiosurales en futbolistas amateurs. Estudio piloto 37
Effect of an isometric exercise training program on hamstring injury risk factors in amateur soccer players. A pilot study
Juan Miguel Ramírez Lucas. Universidad de Jaén (España).

- Bike desk una propuesta de intervención para mejorar el nivel de actividad física y el rendimiento cognitivo en escolares de Educación Primaria 59
Bike desk an intervention proposal to improve the level of physical activity and cognitive performance in schoolchildren of primary education.
Karina Andrade Lara, Rafael Millán García. Universidad de Jaén (España).

- Motivación, ansiedad, depresión y estrés en deportistas universitarios en tiempos de restricciones sanitarias producidas por la pandemia del Covid 19 74
Motivation, anxiety, depression and stress in university athletes in times of health restrictions caused by the Covid 19 pandemic
Daniel Alejandro Hernández Sáez, Leonardo de Jesús Hernández Cruz. Universidad Europea del Atlántico (España) / Universidad Internacional Iberoamericana (Angola).

Editorial

La revista MLS Sport Research (MLSSR) se configuró recientemente como una publicación semestral con el objetivo de divulgar artículos originales de investigación y de revisión tanto en áreas básicas como aplicadas y metodológicas que supongan una contribución al progreso en el ámbito de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. En este nuevo número (3) de la revista, correspondiente al primer semestre del año 2023, se exponen 5 artículos que señalan la vocación multidisciplinar de la revista en el abordaje de temáticas diversas que añadan conocimiento al estudio de la actividad física y deportiva, tanto desde la perspectiva de la salud, el rendimiento deportivo o la Educación Física. Todo ello, mediante estudios y trabajos de revisión de la literatura, estudios transversales, experimentos o programas de intervención. En este número, se describen trabajos muy interesantes de revisión asociados al ciclo menstrual y el desarrollo de la fuerza o la asociación entre el ejercicio físico y el cáncer de mama. Además, se expone un interesante experimento de innovación docente y con un alto valor de validez ecológica como es el uso de los Bike Desk para mejorar los niveles de actividad física de los estudiantes, sin por ello perjudicar su rendimiento académico, bajo el paradigma de las tareas duales de interferencia cognitivo y motora; o un programa de intervención de entrenamiento isométrico para la prevención de lesiones en futbolistas. Finalmente, un interesante estudio transversal, nos adentra en el conocimiento de los aspectos psicosociales que se vieron comprometidos en deportistas universitarios durante la pandemia Covid-19. Con este nuevo número, la revista MLS Sport Research mantiene su compromiso de consolidación como recurso científico para el estudio multidisciplinar de la actividad física y el deporte, e invita a los investigadores a hacernos trasladar sus estudios y trabajos para el próximo número.

Dr. Pedro Ángel Latorre Román
Dr. Álvaro Velarde Sotres
Editores Jefes



Cómo citar este artículo:

De la Fuente de la parte, D., Osmani, F., & Lago Fuentes, C. (2023). La influencia del ciclo menstrual en el entrenamiento de fuerza: revisión bibliográfica. *MLS Sport Research*, 3(1), 7-17. doi: 10.54716/mlssr.v3i1.1719.

LA INFLUENCIA DEL CICLO MENSTRUAL EN EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Diego de la Fuente de la Parte

Universidad Europea del Atlántico (España)

diego.delafuente@alumnos.uneatlantico.es · <https://orcid.org/0000-0001-5052-7693>

Florent Osmani

Universidad Europea del Atlántico (España)

florent.osmani@uneatlantico.es · <https://orcid.org/0000-0003-4822-0179>

Carlos Lago Fuentes

Universidad Europea del Atlántico (España)

carlos.lago@uneatlantico.es · <https://orcid.org/0000-0003-4139-9911>

Resumen. Introducción: Evaluar la literatura científica existente sobre la relación entre las fluctuaciones hormonales y la capacidad de producir fuerza, y establecer qué fase del CM es la más adecuada para aplicar mayor carga en entrenamiento de fuerza. Método: Se realizó una búsqueda bibliográfica a través de la base de datos PubMed. Los artículos incluidos fueron aquellos que estuvieran redactados en inglés o español y que estuvieran relacionados con la producción de fuerza en mujeres eumenorreicas. Resultados: En cuanto a la fuerza de prensión se obtuvieron resultados muy dispares que pueden derivar del nivel de entrenamiento de las participantes, así como del método utilizado para determinar las fases, ya que pocos coincidieron. Si observamos los estudios relacionados con la fuerza isométrica no se obtuvieron diferencias significativas a lo largo del ciclo menstrual, aunque habría que fijarse en las fases evaluadas y el método para evaluar dichas fases. En cuanto a la fuerza del miembro inferior los resultados indicaron mejores valores de fuerza en la fase folicular. Por último, los resultados relacionados con la contracción voluntaria máxima indicaron mejores valores en la fase lútea y de ovulación. Discusión y conclusión: En conclusión, la capacidad de producir fuerza es mayor en diferentes fases según la prueba de fuerza realizada, la mayor incertidumbre se dio en la fuerza de prensión donde no queda clara cuál es la fase en la que se produce mayor fuerza ya que los resultados son muy diferentes. Sin embargo, parece que la capacidad para generar fuerza isométrica no varía a lo largo del ciclo menstrual y la fuerza máxima está relacionada con la fase folicular donde se da el pico de estrógeno. En cuanto a la contracción voluntaria máxima se dan dos resultados diferentes que ofrecen dudas sobre en qué fase se genera más este tipo de fuerza.

Palabras clave: Salud, rendimiento, mujer, deporte, hormonas sexuales, fase menstrual.

THE INFLUENCE OF THE MENSTRUAL CYCLE ON STRENGTH TRAINING: A LITERATURE REVIEW

Abstract. Introduction: To evaluate the existing scientific literature on the relationship between hormonal fluctuations and the ability to produce strength, and to establish which phase of the MC is the most appropriate to apply greater load in strength training. Method: A bibliographic search was carried out using the PubMed database. The articles included were those written in English or Spanish and related to strength production in eumenorrheic women. Results: In terms of grip strength, very different results were obtained, which may derive from the level of training of the participants, as well as from the method used to determine the phases since few of them coincided. If we observe those related to isometric strength, no significant differences were obtained throughout the menstrual cycle, although it would be necessary to look at the phases evaluated and the method used to evaluate these phases. Regarding lower limb strength, the results indicated better strength values in the follicular phase. Finally, the results related to maximum voluntary contraction indicated better values in the luteal and ovulation phases. Discussion and conclusion: In conclusion, the capacity to produce force is greater in different phases according to the strength test performed, the greatest uncertainty was in the grip strength where it is not clear which phase produces the greatest force since the results are very different. However, it seems that the capacity to generate isometric force does not vary throughout the menstrual cycle and the maximum force is related to the follicular phase where the estrogen peak occurs. As for maximal voluntary contraction, two different results are given that offer doubts as to which phase generates more of this type of force.

Keywords: Health, performance, female, sport, sex hormones, menstrual phase.

Introducción

Durante las últimas tres décadas, ha habido un aumento en el número de mujeres que participan en el ejercicio, desde la actividad física hasta el deporte de élite, atribuible al creciente desarrollo y la inversión en el deporte profesional femenino (McNulty et al., 2020). En concreto, el porcentaje de mujeres que compiten en los Juegos Olímpicos ha pasado del 26 % en Seúl en 1988 al 45 % en Río de Janeiro en 2016. Además, Tokio 2021 se convirtió en los Juegos más equilibrados en cuanto a sexo de la historia, con la misma cantidad de medallas disponibles para hombres y mujeres, lo que prevé que la participación de mujeres en los Juegos aumente al 49 % (McNulty et al., 2020). Una de las diferencias que existen a nivel fisiológico entre ambos sexos es el ciclo menstrual (CM), el gran aspecto que influye en la práctica deportiva femenina. La influencia del CM sobre el sistema endocrino y su relación con el rendimiento físico de la mujer ha suscitado un creciente interés en atletas, entrenadores, médicos e investigadores y supone una línea de investigación en desarrollo (Duaso et al., 2018).

El CM es un período fisiológico que transcurre desde el inicio del sangrado (día 0) hasta el día anterior del siguiente sangrado (más o menos 28 días), durante este período se producen ondulaciones fisiológicas de las 4 hormonas: estrógeno, progesterona, foliculo estimulante y la luteinizante (Lago Fuentes, 2020). El ciclo menstrual normalmente se suele dividir en dos fases, folicular y lútea, o en tres, añadiendo la fase ovulatoria entre ambas (Duaso et al., 2018), aunque existen estudios que lo dividen hasta en siete fases. Sin embargo, la clasificación del CM usando solo dos fases no distingue suficientemente los múltiples medios hormonales que ocurren dentro de estas dos fases. Por lo tanto, el CM se expresa típicamente en la investigación utilizando subfases, como folicular temprana, folicular tardía, ovulatorio, lútea y premenstrual (Carmichael et al., 2021). La duración del ciclo menstrual a lo largo de la vida va desde la pubertad hasta la menopausia, interrumpido únicamente por el embarazo, la lactancia o por patologías particulares. Su regularidad es sensible a factores tales como el estrés, problemas emocionales, intervenciones quirúrgicas y enfermedades (Zanin et al., 2011).

La fase folicular temprana comienza con la menstruación (fase de sangrado) que suele tardar de 4 a 6 días en completarse, en esta fase, las concentraciones de hormonas sexuales femeninas son relativamente bajas y estables (Carmichael et al., 2021). La fase folicular tardía dura hasta la ovulación y se da el mayor pico de concentración de estrógeno que coincide con niveles bajos de progesterona. Antes de la ovulación, se produce un descenso de la concentración de estrógenos para poder favorecer la ovulación (aumento de la hormona luteinizante para favorecer la fecundación) (Lago Fuentes, 2020). Por último, la fase lútea comienza unas horas después de haber sido expulsado el ovocito del folículo maduro. El cuerpo lúteo secreta progesterona llegando a su mayor pico, y una menor cantidad de estrógenos (Zanin et al., 2011). Bajo la influencia de ambas hormonas, pero sobre todo de la progesterona, el endometrio comienza su fase secretora, que es indispensable en la preparación del útero para la implantación en caso de que el ovocito sea fecundado. Si no hay implantación el cuerpo lúteo degenera en unos cuantos días conforme disminuyen las concentraciones hormonales, esto lleva a desencadenar una nueva menstruación al desprenderse el endometrio del útero (Zanin et al., 2011).

Por lo tanto, durante estas fases del CM son dos las hormonas principales que varían su concentración a lo largo del CM. La primera es el estrógeno, una hormona con una supuesta función anabólica, es decir, favorece el crecimiento del músculo, mientras que la progesterona se ha relacionado con vías catabólicas (Romero-Moraleda et al., 2019). El estrógeno presenta influencia en el colágeno tipo 1 tanto en relación con la disminución como en la degradación, incremento del contenido elásticos, disminución del diámetro y densidad de fibras. Por otro lado, la progesterona está conectada con un mayor número de fibroblastos y con la síntesis de colágeno. Muchas de estas variables podrían estar conectadas con el rendimiento físico de las deportistas en general, y con sus niveles de producción de fuerza en particular (Duaso et al., 2018).

La influencia de estas hormonas y de las fases del CM sobre la capacidad de generar fuerza no está del todo clara, varios estudios muestran resultados contradictorios. Algunos estudios mostraron una mayor fuerza durante la fase folicular que durante la fase lútea, mientras que otros estudios informaron de una mayor fuerza durante la fase lútea, mientras que la mayoría de los estudios no pudieron encontrar alguna alteración en la fuerza muscular durante el CM (Sung et al., 2014). Por lo tanto es evidente que no se ha llegado a un acuerdo con respecto a los efectos del CM en el rendimiento del ejercicio, hasta la fecha, no existen resultados concluyentes respecto a los efectos del CM en la capacidad de generar fuerza. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la literatura científica existente sobre la relación entre las fluctuaciones hormonales y la capacidad de producir fuerza, y establecer que fase del CM es la más adecuada para aplicar mayor carga en entrenamiento de fuerza

Método

Estrategia de búsqueda

La búsqueda de los estudios se realizó en la base de datos PubMed. Las palabras clave utilizadas para la búsqueda fueron “menstrual cycle, strength, sex hormones, performance, menstrual phases y sport”.

Criterios de inclusión y exclusión

En este trabajo fueron incluidos aquellos estudios relacionados con la producción de fuerza en mujeres, se excluyeron aquellos que se centraban únicamente en los hombres; fueron incluidos estudios con mujeres con ciclo menstrual, por lo tanto, fueron excluidos aquellos en los que participaban mujeres preadolescentes, menopaúsicas, premenopáusicas o postmenopáusicas y fueron incluidos estudios con mujeres con un ciclo menstrual natural, por lo tanto, fueron excluidos aquellos en los que participaban mujeres que consumían tratamientos anticonceptivos.

Tipos de estudios recogidos

Para este trabajo se recogieron estudios experimentales.

Idiomas

La búsqueda de los estudios se realizó en inglés y se aceptaron estudios en inglés y en español.

Periodo de búsqueda

Se realizó una búsqueda de estudios a partir del año 1996 en adelante.

Tipo de participantes

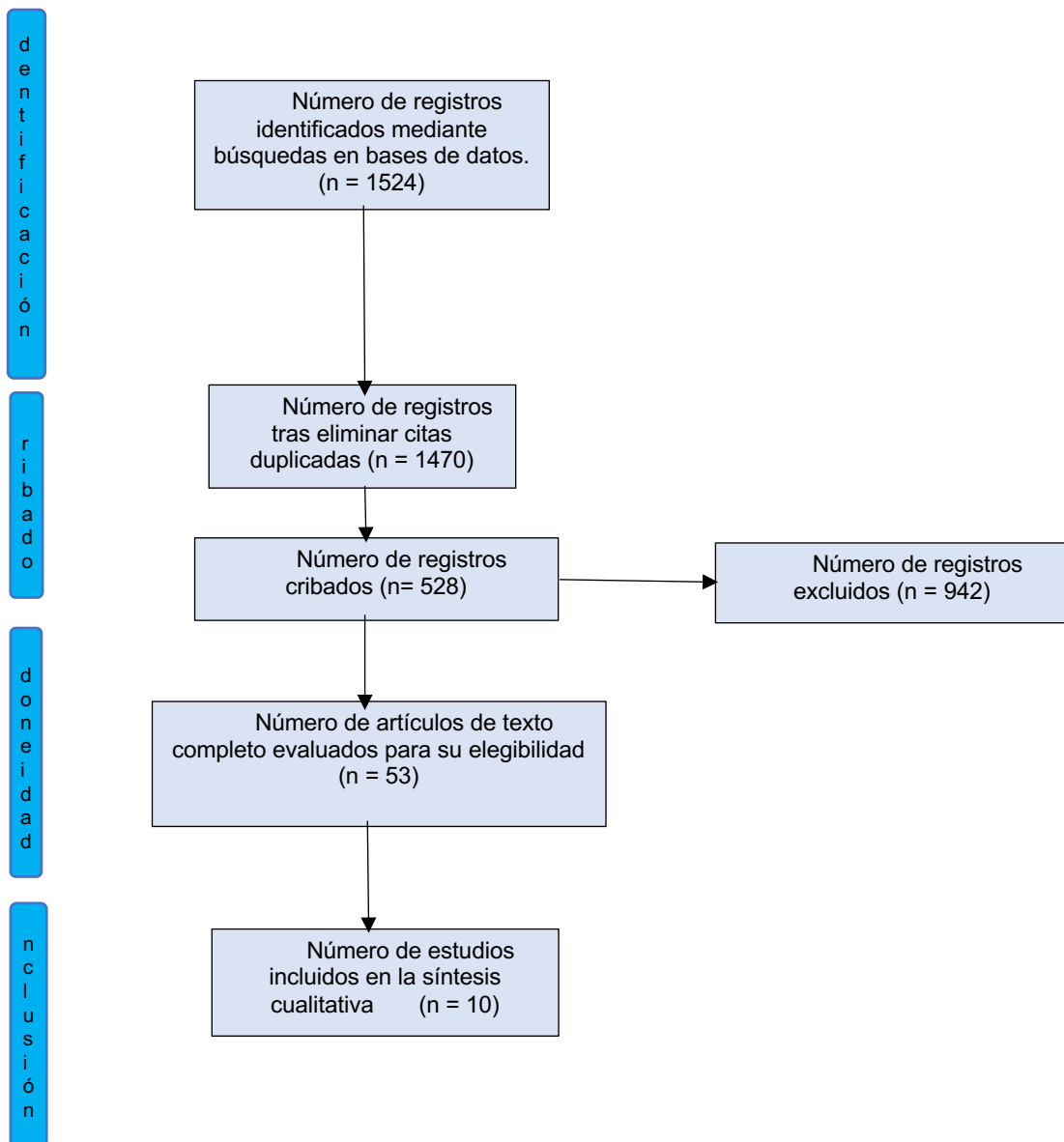
Se buscó estudios en los que participaran mujeres con ciclo menstrual, que fueran eumenorreicas y que no consumieran ningún tipo de tratamiento anticonceptivo.

Resultados

En la Figura 1 se presenta la búsqueda bibliográfica y la selección de estudios presentes en la revisión

Figura 1

Diagrama de flujo PRISMA de la presente revisión



En la tabla 1 se muestra los resultados obtenidos de los diferentes estudios analizados, describiendo los aspectos más relevantes:

Tabla 1

Resumen de los resultados obtenidos de los estudios analizados

Autor y Fecha	Objetivo	Participantes	Método	Fase del ciclo menstrual	Evaluación de las fases	Resultados
(Dasa et al., 2021)	Investigar el efecto de los ciclos menstruales en el rendimiento de fuerza en atletas de equipos femeninos altamente entrenados a lo largo del ciclo menstrual y examinar si las participantes eumenorreicas con fluctuaciones hormonales naturales mostraron un mejor rendimiento en la FF versus la FL	Mujeres eumenorreicas de deportes como futbol, balonmano y voleibol compitiendo a nivel nacional. (n=8)	La fuerza de presión isométrica voluntaria máxima de la mano dominante se midió utilizando un analizador digital de pellizco/agarre y la prensa neumática de piernas.	FF FL	Mediante los niveles hormonales séricos a través de muestras de sangre venosa sin ayuno antes de la prueba en cada visita.	No hubo cambios estadísticamente significativos para las dos diferentes fases del ciclo menstrual, en términos de rendimiento físico. En cuanto a la prueba de fuerza de presión isométrica los valores más altos se dieron en la FL. En la prueba de prensa de piernas los valores fueron prácticamente similares a lo largo del ciclo menstrual, siendo la FF la que mejor valor registró.
(Iwanska et al., 2021)	Investigar el efecto del ciclo menstrual sobre la fuerza en mujeres físicamente activas.	Mujeres físicamente activas y eumenorreicas (n=24)	La fuerza muscular se evaluó como pares musculares de los flexores del tobillo en CVM, se midieron en condiciones isométricas utilizando el soporte de medición especialmente diseñado. Se realizaron dos mediciones, una con un ángulo de 90° y otra 60° para todas las articulaciones del miembro inferior.	Fase Folicular. Fase Lútea.	Se tomaron muestras de sangre de la vena antecubital para determinar las concentraciones de esteroides sexuales.	Se documentaron valores más altos en ambas fases para el ángulo de 90° en la articulación del tobillo. El torque muscular en el músculo estirado ($\alpha = 60^\circ$) fue un 11 % más bajo en promedio. La CVM fue mayor en la fase lútea para ambos ángulos.
(Janse de Jonge et al., 2001)	Estudiar la influencia de las diferentes fases del ciclo menstrual en las características contráctiles del músculo esquelético.	Mujeres eumenorreicas (n = 15)	Para medir la fuerza isométrica del cuádriceps se utilizó una silla ajustable con estructura de acero y respaldo recto. La fuerza de presión de la mano dominante se midió usando un transductor de fuerza colocado dentro de un marco ajustable.	Fase de menstruación. Fase folicular tardía. Fase lútea.	Se tomaron muestras de sangre de una vena antecubital en ayunas para medir las concentraciones séricas de estrógeno, progesterona, HFE y HL mediante kits.	No hubo diferencias significativas entre las fases del ciclo menstrual para ninguna de las variables. No se mostraron cambios significativos sobre las fases del ciclo menstrual para la fuerza isométrica del cuádriceps. Para la fuerza de presión tampoco se mostraron cambios significativos a lo largo del ciclo menstrual.
(Kuehne et al., 2021)	Examinar los cambios en la fuerza muscular a lo largo de los ciclos menstruales en mujeres.	Mujeres eumenorreicas, participaban regularmente en	Para las pruebas de fuerza isométrica de la parte superior del cuerpo, los individuos se sentaron en un banco de curl predicador con el codo flexionado a 90° y se les pidió que flexionaran el brazo lo más fuerte posible	Fase menstrual. Fase de ovulación. Fase lútea.	Se usó la aplicación “Flo app” y uso de kits de ovulación en el hogar para validar la fase de ovulación.	La fase del ciclo menstrual no parece influir en la fuerza isométrica. Los niveles de fuerza isométrica fueron muy parecidos a lo largo de las 3 fases menstruales.

La influencia del ciclo menstrual en el entrenamiento de fuerza: revisión bibliográfica

		entrenamiento de resistencia (n=14).	contra un objeto inamovible. La fuerza isométrica se midió con una celda de carga.			
(Miyazaki et al., 2022)	Determinar el efecto del ciclo menstrual sobre la fuerza de los músculos isquiotibiales.	Mujeres jóvenes sanas (n=16)	La fuerza muscular isométrica se midió en decúbito prono con flexión de rodilla de 90° utilizando un dinamómetro isocinético. La fuerza muscular máxima se definió como el ejercicio de la fuerza en el esfuerzo máximo durante 3 segundos.	Fase folicular. Fase de ovulación. Fase lútea.	Se determinaron en función de la menstruación, la fase folicular (3 días después del final de la menstruación), la lútea (6 a 8 días antes del próximo inicio programado de la menstruación) y la de ovulación (2 a 3 días después de que la prueba de ovulación fuera positiva)	La fuerza muscular isométrica no mostró ninguna diferencia significativa entre las fases folicular y ovulatoria. Sin embargo, hubo un aumento significativo en la fase lútea en comparación con la fase ovulatoria
(Pallavi et al., 2017)	Evaluar las variaciones de fuerza muscular durante varias fases del ciclo menstrual en adultos jóvenes.	Estudiantes eumenorreicas sin entrenamiento o poco entrenadas. (n=100)	Para evaluar la fuerza muscular, se eligió herramienta de prueba el Ergógrafo y Dinamómetro de Mano de Mosso.	Fase menstrual. Fase folicular. Fase lútea.	No se realizó una evaluación de los niveles hormonales para confirmar las fases.	La fuerza de prensión manual fue significativamente mayor en la fase folicular y relativamente reducida en las fases menstrual y lútea del ciclo menstrual. La fase menstrual tiene la menor fuerza en comparación con las otras dos fases.
(Romero-Moraleda et al., 2019)	Investigar las fluctuaciones del rendimiento muscular en el ejercicio de media sentadilla en la máquina Smith durante tres fases diferentes del ciclo menstrual.	Mujeres triatletas, eumenorreicas y entrenadas en fuerza (n=13)	Media sentadilla en la máquina Smith a máxima velocidad con cargas que representaban el 20, 40, 60 y 80% de su 1RM.	FFTemprana FFTardía FLM.	Se utilizó: a) aplicación de seguimiento del periodo; b) medición de la temperatura timpánica y cambios en la masa corporal y c) evaluación del pico urinario de la hormona luteinizante.	Fuerza máxima: Al 20 y 40% de 1 RM, no hubo diferencias significativas. Al 60% de 1RM, fue posiblemente mayor en el FFTemprana en comparación con el FLM. Al 80% de 1RM, fue posiblemente mayor en el FFTardía en comparación con el FFTemprana y el FLM.
(Sarwar et al., 1996)	Investigar el efecto de las diferentes fases del ciclo menstrual sobre la fuerza del músculo esquelético y las propiedades contráctiles.	Mujeres jóvenes, sanas y relativamente sedentarias. (n=10)	La CVM del cuádriceps se midió usando una silla de prueba de fuerza convencional. La fuerza de agarre se midió utilizando un dinamómetro manual hidráulico Jamar, con el brazo al costado del cuerpo y el codo extendido.	Fase folicular temprana. Fase folicular media. Fase de ovulación. Fase lútea media. Fase lútea tardía.	Se estimaron desde el primer día del sangrado y la fase de ovulación se predijo como 14 días antes de la menstruación. Fase folicular temprana (entre los días 1-7), folicular media (entre los días 7-12), de ovulación (entre los días 12- 18), lútea media (entre los días 18-21) y lútea tardía (entre los días 21-32).	Hubo un aumento significativo de alrededor del 11 % en la fuerza de los cuádriceps y de la prensión manual a mitad del ciclo en comparación con las fases folicular y lútea. La fuerza del cuádriceps alcanzó su punto máximo durante la fase de ovulación. Hubo diferencias significativas en el CVM entre la fase ovulatoria y todas las demás fases del ciclo, siendo la mayor diferencia entre la fase ovulatoria y la lútea tardía. La fuerza de agarre también fue significativamente mayor en la fase de ovulación en comparación con todas las demás fases.

(Shalfawi et al., 2021)	Examinar los cambios en la fuerza en jóvenes estudiantes universitarias eumenorreicas durante la fase de la menstruación y en diferentes ocasiones de prueba dentro de un ciclo menstrual.	Estudiantes universitarias eumenorreicas, su nivel de actividad se limitaba a clases de educación física y actividades recreativas. (n=12)	Los participantes probaron en press de banca de una repetición máxima (1RM), prensa de piernas de 1RM, lagartijas hasta el fallo, prensa de piernas con 60% de 1RM hasta el fallo.	Fase folicular temprana. Fase folicular tardía. Fase de ovulación. Fase lútea media.	Se basó en el modelo clásico del ciclo menstrual, la fase folicular temprana (día 2), fase folicular tardía (día 8), fase de ovulación (día 14) y fase lútea media (día 21).	Los resultados del presente estudio no mostraron diferencias significativas en las pruebas de fuerza máxima o fuerza resistencia tanto para la parte inferior como para la parte superior del cuerpo. Los valores más altos se observaron en la fase folicular tardía.
(Weidauer et al., 2020)	Determinar los cambios en el rendimiento neuromuscular a lo largo del ciclo menstrual.	Universitarias físicamente activas (n=22)	La fuerza de agarre del lado dominante se midió utilizando el dinamómetro digital de fuerza de agarre Grip-D.	Fase folicular temprana. Fase ovulatoria. Fase lútea media.	Se realizó una extracción de sangre en una vena de la región antecubital para medir el estradiol y progesterona plasmáticos. Además, se hicieron una prueba de ovulación en casa todos los días a partir del día 7, que indicaba cuándo se producía el aumento de la LH antes de la ovulación.	La fuerza de prensión fue mayor en la fase ovulatoria y lútea media que en la fase folicular temprana.

Nota: FF: Fase folicular, FL: Fase lútea, CVM: Contracción voluntaria máxima, HFE: Hormona folículo estimulante, HL: Hormona luteinizante, FFTemprana: Fase folicular temprana, FFTardía: Fase folicular tardía, FLM: Fase lútea media

Discusión y conclusiones

Los resultados que se han obtenido en los diferentes estudios sobre la influencia del ciclo menstrual en la fuerza de prensión son muy contradictorios. Parece ser que la fase del ciclo menstrual en la cual la producción de fuerza de prensión es mayor no queda del todo definida. Tras un estudio realizado con mujeres deportista, han reflejado mejores valores de fuerza durante la fase lútea (Dasa et al., 2021), algo que choca con los resultados de un estudio con estudiantes no entrenadas donde se han obtenido mejores valores de fuerza en la fase folicular (Pallavi et al., 2017). Esto genera una gran duda ya que la hormona predominante en cada una es diferente, pero hay que tener en cuenta que las fases evaluadas son escasas y no son las mismas, un aspecto que puede influir en los resultados. Además, puede ser que la preparación física de las participantes pueda influir en los resultados ya que hablamos de deportistas y estudiantes. Por otro lado, son dos los autores (Sarwar et al., 1996) y (Weidauer et al., 2020) los que con sus estudios coinciden en que los mejores valores de fuerza de prensión se dan en la fase de ovulación donde la hormona predominante es la luteinizante, pero si observamos el método de evaluación de esta fase es diferente uno del otro y puede ser que el método utilizado por (Sarwar et al., 1996) no sea del todo efectivo ya que predice la fase de ovulación 14 días antes de la menstruación sin ningún tipo de prueba que pueda confirmar la fase. Por otro lado, (Weidauer et al., 2020) para confirmar la fase de ovulación ha pedido a las participantes hacerse una prueba de ovulación en casa todos los días a partir del séptimo día hasta dar positivo, un método más eficiente que permite confirmar y realizar la prueba en dicha fase. Por último, (Janse De Jonge et al., 2001) en su estudio no ha encontrado diferencias significativas a lo largo del ciclo menstrual, aunque se ha dejado alguna fase por evaluar como la de ovulación y observando los resultados anteriores puede que hubiera encontrado alguna diferencia. Por lo tanto, son muchas las diferencias que existen entre estos estudios ya que el nivel de entrenamiento de las participantes es muy diverso, así como los métodos de evaluación de las fases y el número de fases evaluadas, todo esto genera que los resultados sean muy confusos y no sean del todo fiables.

En este caso hay una coincidencia entre los tres estudios (Janse De Jonge et al., 2001; Kuehne et al., 2021; Miyazaki & Maeda, 2022), todos han registrado que no hay cambios significativos en la fuerza isométrica a lo largo del ciclo menstrual, estos datos coinciden con los obtenidos por (Arazi et al., 2019), quienes tampoco han encontrado diferencias en la fuerza isométrica a lo largo del ciclo menstrual. Las fases evaluadas pienso que son escasas y diferentes, (Janse De Jonge et al., 2001) creo que utilizan un método adecuado para evaluar las fases ya que a través de muestras de sangre miden el estrógeno, progesterona, HFE y LH, pudiendo así confirmar la fase del ciclo. Por otro lado, (Kuehne et al., 2021 y Miyazaki & Maeda, 2022) si han evaluado la fase de ovulación aunque el método para determinar las fases puede ser poco eficaz ya que el primero utiliza una app y kits de ovulación, teniendo las participantes una gran responsabilidad a la hora de registrar las fases y el segundo establece las fases en función de la menstruación, algo que puede ser poco preciso y fiable.

Son dos los estudios que han evaluado la fuerza del miembro inferior. (Romero-Moraleda et al., 2019) han realizado un estudio de media sentadilla con diferentes porcentajes de 1RM observando únicamente diferencias con porcentajes del 60 y 80% en los cuales los mejores valores se han obtenido en la fase folicular temprana y tardía respectivamente, coincidiendo la fase folicular tardía con el mayor pico de estrógeno, apoyando así la hipótesis expuesta por (Smith et al., 1999) que sugiere que se pueden observar valores más altos de fuerza porque el estrógeno es más alto en la fase folicular tardía. Además, para determinar las fases del ciclo han utilizado tres tipos de mediciones como recomienda (Bambaeichi et al., 2004 y Tenan et al., 2016) que permiten controlar y determinar de manera eficaz las fases. Unos resultados que tienen una ligera coincidencia con (Shalfawi & el Kailani, 2021) que ha realizado

prensa de piernas de 1RM y el cual ha evaluado un gran número de fases que le han permitido conseguir resultados más precisos aunque para ello han utilizado un método poco válido ya que se basa en el modelo clásico del ciclo menstrual y no realiza ningún tipo de prueba para validar y determinar la fase del ciclo. Los resultados no han mostrado grandes diferencias entre las fases, pero si se han registrado los mejores valores en la fase folicular tardía.

Como limitaciones, se han encontrado pocos estudios relacionados con la fuerza y el ciclo menstrual. Además en la mayoría de ellos los métodos de evaluación de la fase menstrual son diferentes y se realizan diferentes pruebas de fuerza.

En cuanto al objetivo principal de este estudio, podemos concluir que la capacidad de producir fuerza es mayor en diferentes fases según la prueba de fuerza realizada, la mayor incertidumbre se da en la fuerza de prensión donde no queda clara cuál es la fase en la que se produce mayor fuerza ya que los resultados son muy diferentes. Sin embargo, parece que la capacidad para generar fuerza isométrica no varía a lo largo del ciclo menstrual y la fuerza máxima está relacionada con la fase folicular donde se da el pico de estrógeno. En cuanto a la contracción voluntaria máxima se dan dos resultados diferentes que ofrecen dudas sobre en que fase se genera más este tipo de fuerza. Creo que el nivel de entrenamiento de las participantes y el método para determinar las fases influye mucho en los resultados, un aspecto que se debería estandarizar para futuros estudios relacionados con el ciclo menstrual.

Referencias

- Arazi, H., Nasiri, S. & Eghbali, E. (2019) Is there a difference toward strength, muscular endurance, anaerobic power and hormonal changes between the three phase of the menstrual cycle of active girls? *Apunts Medicina de l'Esport*, 54, 65-72. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2018.11.001>
- Bambaeichi, E., Reilly, T., Cable, N., & Giacomoni, M. (2004) Los efectos aislados y combinados de la fase del ciclo menstrual y la hora del día sobre la fuerza muscular de mujeres eumenorreicas. *Cronobiol Int*, 21, 645–60.
- Carmichael, M. A., Thomson, R. L., Moran, L. J., & Wycherley, T. P. (2021). The impact of menstrual cycle phase on athletes' performance: a narrative review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041667>
- Dasa, M. S., Kristoffersen, M., Ersvær, E., Bovim, L. P., Bjørkhaug, L., Moe-Nilssen, R., Sagen, J. v., & Haukenes, I. (2021). The Female Menstrual Cycles Effect on Strength and Power Parameters in High-Level Female Team Athletes. *Frontiers in Physiology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.600668>
- Duaso, A., Berzosa, C., Gutiérrez, H., Bataller, A. V., Campo, C. V., & Piedrafita, E. (2018). Influencia del ciclo menstrual en la fuerza muscular: una revisión sistemática. *Revista internacional de deportes colectivos*, 36, 48-59.
- Iwanska, D., Keska, A., Dadura, E., Wojcik, A., Mastalerz, A., & Urbanik, C. (2021). The effect of the menstrual cycle on collagen metabolism, growth hormones and strength in young physically active women. *Biology of Sport*, 38(4), 721–728. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2021.107314>
- Janse De Jonge, X. A. K., Boot, C. R. L., Thom, J. M., Ruell, P. A., & Thompson, M. W. (2001). The influence of menstrual cycle phase on skeletal muscle contractile characteristics in humans. *Journal of Physiology*, 530(1), 161-166. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.0161m.x>

- Kuehne, T. E., Kataoka, R., Yitzchaki, N., Zhu, W. G., Vasenina, E., & Buckner, S. L. (2021). An examination of changes in muscle thickness, isometric strength and body water throughout the menstrual cycle. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 41(2), 165–172. <https://doi.org/10.1111/cpf.12680>
- Lago Fuentes, C. (2020). *PEAN_Tema 6_Ciclo menstrual y entrenamiento*. Universidad Europea del Atlántico.
- McNulty, K. L., Elliott-Sale, K. J., Dolan, E., Swinton, P. A., Ansdell, P., Goodall, S., Thomas, K., & Hicks, K. M. (2020). The Effects of Menstrual Cycle Phase on Exercise Performance in Eumenorrheic Women: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 50, 1813–1827 <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01319-3>
- Miyazaki, M., & Maeda, S. (2022). Changes in hamstring flexibility and muscle strength during the menstrual cycle in healthy young females. *The journal of physical therapy science*, 34(2), 92-98. <https://doi.org/10.1589/jpts.34.92>
- Pallavi, L. C., Souza, U. J. D., & Shivaprakash, G. (2017). Assessment of musculoskeletal strength and levels of fatigue during different phases of menstrual cycle in young adults. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 11(2), CC11–CC13. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/24316.9408>
- Romero-Moraleda, B., Coso, J. del, Gutiérrez-Hellín, J., Ruiz-Moreno, C., Grgic, J., & Lara, B. (2019). The influence of the menstrual cycle on muscle strength and power performance. *Journal of Human Kinetics*, 68(1), 123–133. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0061>
- Sarwar, R., Niclos, B. B., & Rutherford, M. (1996). Changes in muscle strength, relaxation rate and fatigability during the human menstrual cycle. *Journal of Physiology*.
- Shalfawi, S. A. I., & el Kailani, G. M. K. (2021). Bayesian estimation of the variation in strength and aerobic physical performances in young eumenorrheic female college students during a menstrual cycle. *Sports*, 9(9). <https://doi.org/10.3390/sports9090130>
- Smith, M.J., Keel, J.C., Greenberg, B.D., Adams, L.F., Schmidt, P.J., Rubinow, D.A., Wassermann, E.M. (1999). Efectos del ciclo menstrual sobre la excitabilidad cortical. *Neurología*, 53, 2069–2072. <https://doi.org/10.1212/WNL.53.9.2069>.
- Sung, E., Han, A., Hinrichs, T., Vorgerd, M., Machado, C., & Platen, P. (2014). Effects of follicular versus luteal phase-based strength training in young women. *SpringerPlus*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-668>
- Tenan, M.S., Hackney, A.C. & Griffin, L. (2016). Maximal force and tremor changes across the menstrual cycle. *European Journal of Applied Physiology*, 116(1), 153–160. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3258-x>
- Weidauer, L., Zwart, M. B., Clapper, J., Albert, J., Vukovich, M., & Specker, B. (2020). Neuromuscular performance changes throughout the menstrual cycle in physically active females. *Journal of musculoskeletal and neuronal interactions*, 23(1). <http://www.ismni.org>
- Zanin, L., Paez, A., Correa, C., & de Bortoli, M. (2011). Ciclo menstrual: sintomatología y regularidad del estilo de vida diario Menstrual cycle: symptomatology and regularity of everyday lifestyle. *Fundamentos en Humanidades*, XII(24), 103-123 103-123

Fecha de recepción: 28/11/2022

Fecha de revisión: 09/01/2023

Fecha de aceptación: 25/01/2023

Cómo citar este artículo:

Santiago García, M. V., Charda Colina, A., & Pulgar Muñoz, S. (2023). Evaluación de los efectos del ejercicio físico en pacientes con cáncer de mama: una revisión sistemática. *MLS Sport Research*, 3(1), 18-36. doi: 10.54716/mlssr.v3i1.2141.

EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO EN PACIENTES CON CÁNCER DE MAMA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Marta Victoria Santiago García

Universidad Europea del Atlántico (España)

marta.santiago@alumnos.uneatlantico.es · <https://orcid.org/0009-0004-0767-6377>

Andrea Charda Colina

Universidad Europea del Atlántico (España)

andrea.charda@alumnos.uneatlantico.es · <https://orcid.org/0009-0004-8716-8806>

Susana Pulgar Muñoz

Universidad Europea del Atlántico (España)

susana.pulgar@uneatlantico.es · <https://orcid.org/0000-0002-6845-248X>

Resumen. El objetivo principal de esta revisión fue evaluar la eficacia de un programa de ejercicio físico (EF) en pacientes con cáncer de mama (CM) y sus efectos sobre la calidad de vida, la fatiga percibida, la depresión y la condición física. Se realizó una búsqueda sistemática, basada en las directrices PRISMA, utilizando tres bases de datos diferentes: Medline, Pubmed y Google Académico. Los criterios de inclusión fueron; adultos (>18 años), pacientes con CM durante la terapia adyuvante, intervenciones de EF con el efecto de influir en la calidad de vida, la fatiga y la condición física. Así mismo, los criterios de exclusión fueron; realizar la intervención de EF después de la enfermedad, artículos publicados antes del 2010 o en idiomas que no fueran inglés, castellano y/o francés. Los resultados incluyeron cinco artículos para la revisión y todos los estudios mostraron mejoras en la calidad de vida, la condición física y/o en la composición corporal, además de en la percepción de fatiga percibida y de la depresión. Se puede llegar a la conclusión de que las incorporaciones complementarias de programas de EF sistematizado durante la terapia adyuvante a mujeres con CM ofrece tanto mejoras en la calidad de vida, como en la condición física y una disminución de la fatiga y la depresión, sea cual sea el tipo de programa de entrenamiento (resistencia, fuerza o combinación de ambas)

Palabras clave: cáncer de mama, ejercicio físico, condición física, calidad de vida y fatiga.

EVALUATION OF THE EFFECTS OF PHYSICAL EXERCISE IN PATIENTS WITH BREAST CANCER: A SYSTEMATIC REVIEW

Abstract. The main aim of this review was to evaluate the effectiveness of a physical exercise (PE) program in breast cancer (BC) patients and its effects on their life's quality, perceived fatigue, depression and physical condition. A systematic search, based on PRISMA guidelines, was performed using three databases: Medline, Pubmed and Google Scholar. Inclusion criteria were; adults (>18 years), BC patients during adjuvant therapy, PE

interventions with the capability of influencing quality of life, fatigue and physical fitness. In addition, the exclusion criteria were; performing the PE intervention after the disease, articles published before 2010, as well as any written in languages that were not English, Spanish and/or French. The results five articles were included for review and all studies showed improvements in quality of life, physical fitness and/or body composition, as well as perceived fatigue and depression. It can be concluded that the complementary incorporation of systematized PE programs during adjuvant therapy for women with BC offers both improvements in quality of life and physical fitness and decreased fatigue and depression, whatever the type of training program (resistance, strength or the both of them combined).

Keywords: Breast cancer, physical exercise, physical condition, quality of life and fatigue

Introducción

El CM es el más diagnosticado en las mujeres en todo el mundo (Ferlay et al., 2015), así mismo, el riesgo de ser diagnosticado con CM es de 1:8 (Kootstra et al., 2010), ocasionando en los supervivientes una multitud de efectos secundarios (Diaby et al., 2015), entre los que se incluyen la toxicidad cardíaca (Martín et al., 2013), los vómitos (Adamsen et al., 2009) y la fatiga (Heim et al., 2007), siendo este uno de los más frecuentes.

La fatiga es el efecto secundario más frecuente en personas con CM, ya que entre el 70 y el 100% de los pacientes presentan sensación de fatiga a largo plazo (Lipsett et al., 2017). La fatiga relacionada con el cáncer normalmente provoca un círculo vicioso, debido a que la reducción de los niveles de actividad físicas provocadas por la presencia de la fatiga exageran la sensación de cansancio (Gebruers et al., 2019).

Durante los tratamientos adyuvantes es donde se observan las mayores consecuencias a nivel cardiovascular, esto afecta a los efectos a nivel cardíaca y sus consecuencias sobre la capacidad aeróbica (Roca-Alonso et al., 2012). Debido a la fatiga se abandona la práctica de AF, lo que ocurre en una pérdida de la masa muscular y ósea (Demark-Wahnefried et al., 2001). Esas pérdidas aparte de por el abandono de AF e inmovilidad puede venir desencadenado también por la descalcificación y los efectos a algunos tratamientos (Winer et al., 2005).

En relación con la reducción en los niveles de actividad física, la falta de ésta desencadena en algunas consecuencias, como pueden ser la reducción de la masa muscular y de la fuerza muscular (Demark -Wahnefried et al., 2001), así como en otros efectos secundarios como son la disminución de la calidad de vida (Ligibel et al., 2016), dando como resultado una disminución de las actividades de la vida diaria, lo que acrecienta de nuevo la sensación/percepción de fatiga (Berger et al., 2018).

Dicha sensación de fatiga puede verse más marcada en aquellas pacientes que están siguiendo un tratamiento en comparación con las que no (Font et al., 2002).

Así mismo, La Organización Mundial de la Salud (1997) define calidad de vida como “la manera en que el individuo percibe su vida, el lugar que ocupa en el contexto cultural y el sistema de valores en que vive, la relación con sus objetivos, expectativas, normas, criterios y preocupaciones, todo ello permeado por las actividades diarias, la salud física, el estado psicológico, el grado de independencia, las relaciones sociales, los factores ambientales y sus creencias personales”.

Se ha demostrado que aquellas pacientes que realizan ejercicio presentan una mayor tolerancia de la fatiga, así como un aumento de la calidad de vida (Pereira et al., 2020). Además de los diversos efectos beneficiosos del EF en pacientes con cáncer, demostrando una asociación positiva entre la actividad física durante y después de los tratamientos

antineoplásicos, lo que se traduce en una mejora de la calidad de vida y de la capacidad funcional (Tejada-Medina et al.,2020).

Por lo tanto, el objetivo de esta revisión sistemática es valorar la eficacia de los programas de EF en mujeres que padecen CM durante la terapia adyuvante según sus efectos sobre la calidad de vida, la fatiga y la condición física.

Método

Esta búsqueda sistemática fue llevada a cabo entre los meses de octubre a diciembre, se ha basado en las directrices PRISMA y se realizó utilizando tres bases de datos electrónicas diferentes; Google Scholar, PubMed y Medline. Las palabras clave relevantes y los términos de entrada se definieron utilizando la metodología PICO(S), implementándose una búsqueda booleana para obtener estudios elegibles. Se combinaron las siguientes palabras clave: "CM", "EF", "actividad física", "calidad de vida", "terapia adyuvante" y fatiga.

Tabla 1

Estrategias de búsqueda con operadores booleanos en diferentes bases de datos

Base de datos	Estrategia de búsqueda
Pubmed	"breast cancer" AND "physical exercise" AND benefits OR "quality of life" OR fatigue "breast cancer" AND "physical exercise" NOT "Physical activity" AND benefits OR "quality of life" OR fatigue "breast cancer" and "adjuvant therapy" and "benefits" and "physical exercise"
Google Académico	"CM" AND "EF" AND beneficios OR "calidad de vida" OR fatiga "CM" AND "EF" NOT "actividad física" AND beneficios OR "calidad de vida" OR fatiga
Medline	"breast cancer" AND "physical exercise" AND benefits "breast cancer" AND "physical exercise" NOT "Physical activity" AND benefits OR "quality of life" OR fatigue

Tabla 2
Criterios de inclusión y exclusión

PICO	INCLUSIÓN	EXCLUSIÓN
P1	Adultos (>18 años)	
P2	Mujeres con CM durante la terapia adyuvante.	Intervención de EF post enfermedad.
I	La intervención debe ser un programa de entrenamiento donde se trabaje la fuerza muscular y/o la capacidad cardiorrespiratoria.	
C		
O	El resultado debe ser un indicador del nivel de aptitud física, calidad de vida y/o fatiga.	
Otros	El idioma debe ser el castellano, inglés o francés.	
	Publicados del 2010 en adelante	

Resultados

En la figura 1 se presenta el diagrama de flujo de la revisión sistemática

Figura 1
Diagrama de flujo

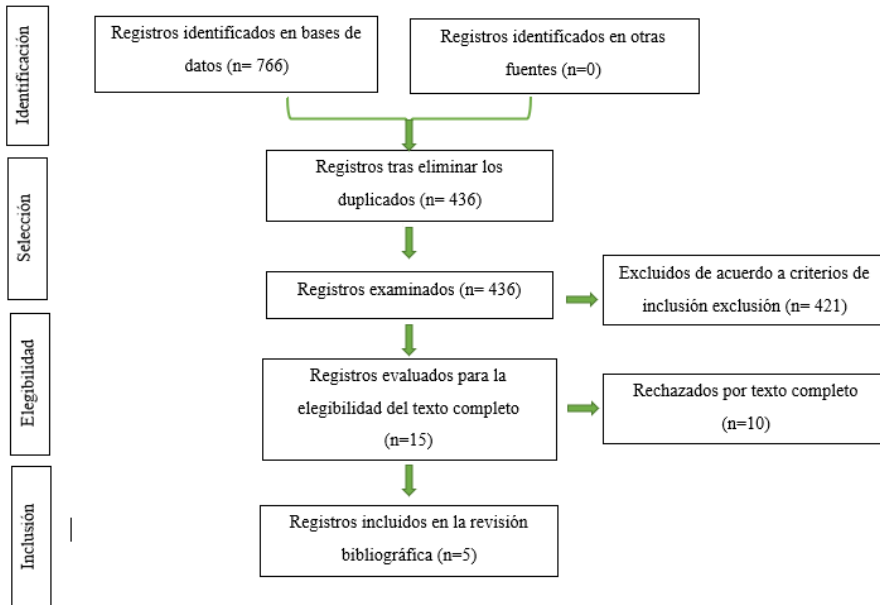


Tabla 3*Descripción de los estudios de intervención*

Autores	Tipo de estudio	Muestra	Instrumento	Intervención
Antunes et al., (2019)	Cuantitativo/Cualitativo	19 mujeres (11 reciente término y 8 tardío)	Test de Balke <i>Test sit to stand</i> Dinamómetro manual Cuestionario QLQ-C30	Entrenamiento aeróbico (<40% de la frecuencia cardíaca de reserva) Entrenamiento de fuerza (3 series, 12-15 reps)
Casla et al., (2015)	Cuantitativo/ Cualitativo	94 mujeres (En estadio temprano de 1 a 36 meses después de radioterapia y quimioterapia)	Cuestionarios Protocolo Bruce (modificado) TKK 5401 Y TKK 5402 Grip-D Test RM mediante la fórmula de Mayhew	Entrenamiento combinado con ejercicios aeróbicos y de fuerza (85% de la frecuencia cardíaca de reserva, 50% y 70% de 1RM)

Bioimpedancia eléctrica (BC-6001F)

Cuestionario SF-36

Evigor el atl., (2010)	Cuantitativo/ Cualitativo	Grupo experimental 27 mujeres Grupo control: 15 mujeres	6MWT Test sit and reach (modificado) The brief fatigue inventory Beck depresión inventory Cuestionario EORTC QLQ-C30 Cuestionario EORTC BR23	Entrenamiento rehabilitador basado en ejercicios específicos de pilates, aumentando la intensidad progresivamente a lo largo de 8 semanas
------------------------	---------------------------	------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Spartoo et al., (2012)	Cuantitativo/ cualitativo	Grupo experimental: 236 mujeres Grupo control: 237 mujeres	Prueba de marcha UKK Prueba de carrera en forma de 8 Cuestionario EORTC QLQ-C30 Cuestionario FACIT-F Cuestionario niveles de actividad física Diario prospectivo	Ejercicios aeróbicos con un RPE de entre 14 y 16, lo que corresponde con un 86-92% de la FCMáx, el 76-85% del VO2Máx y 5-7 METs
Schmidt et al., (2015)	Cuantitativo/ cualitativo	122 mujeres en total de las cuales 101 pasaron los criterios de selección	Cuestionario fatiga (FAQ) Calidad de vida EORTC QLQ-C30 Cuestionario depresión Trail making test	Ejercicios de fuerza (8 ejercicios realizando 3 series de 8-12 reps al 60-80% del RM)

Isomed 2000VR

Vo2Máx espiroergometría

El primer artículo seleccionado, fue el de Antunes et al., (2019), donde el objetivo principal de este estudio fue evaluar el impacto sobre la calidad de vida relacionada con la salud y la condición física en pacientes con CM.

En dicho artículo, las mujeres con CM se encontraban en estadio I a III y edad entre 30 y 75 años.

El estudio incluyó a 19 mujeres ($52 \pm 9,7$ años de edad) divididos en grupo A (GA) y grupo B 79 (GB) según el tiempo de seguimiento desde el diagnóstico de CM. El GA ($n = 11$) estaba constituido por pacientes que tenían el diagnóstico de CM de reciente término ($23,5 \pm 5,9$ meses; mín-máx: 14-30 meses) y el GB ($N= 11$) por pacientes con diagnóstico de término tardío ($83,3 \pm 5,7$ meses, 82 min-máx: 74-92 meses).

Los resultados del estudio se evaluaron al inicio (M1), después de 8 semanas (M2) y 16 (M3) semanas de M1. Se evaluaron las variables: aptitud física y calidad de vida.

La capacidad aeróbica fue evaluada mediante una prueba máxima de tolerancia al ejercicio en cinta rodante utilizando un protocolo Balke modificado. El consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) se estimó indirectamente utilizando el Modelo Submáximo Multietapa.

La funcionalidad de los miembros inferiores fue evaluada mediante el test sit-stand, donde la puntuación se determinó por el número de sit-to-stands realizados en 30 segundos.

La fuerza de agarre fue evaluada usando un dinamómetro manual, donde cada sujeto realizó 3 ensayos para cada brazo con una secuencia bilateral alterna. Se consideró el promedio de los 3 ensayos para la fuerza de prensión de las extremidades operadas y no operadas.

La calidad de vida se evaluó mediante el Cuestionario de Calidad de Vida C30 (QLQ-C30) de la Organización Europea para la Investigación y el Tratamiento del Cáncer (EORTC). Para el análisis se tuvo en cuenta la puntuación en escala de la función física, la fatiga y el estado de salud global.

Las mujeres del GA realizaron un programa de ejercicio con 3 sesiones semanales durante 16 semanas, combinando entrenamiento de fuerza y aeróbico.

En el entrenamiento aeróbico se realizaron circuitos aeróbicos, cinta de correr y bicicleta estática.

Durante las dos primeras semanas, realizaron 5 minutos de todos estos ejercicios con intensidad ligera ($<40\%$ de la frecuencia cardíaca de reserva, <11 en la escala de Borg). Después de este tiempo, se agregaron 3 min cada dos semanas hasta alcanzar un volumen de 30 min de entrenamiento aeróbico.

En las sesiones de entrenamiento de fuerza se incluyeron 11 ejercicios. Durante las primeras dos semanas, realizaron 2 series de 10 repeticiones sin carga. Después de este período, la resistencia se ajustó atendiendo a las diferencias individuales de cada persona, de forma que pudieran completar 3 series de entre 12-15 repeticiones. Cuando las pacientes alcanzaron la capacidad de ejecutar el volumen mencionado anteriormente, se agregó la carga más baja (5-10%).

Al finalizar el tratamiento, se observó un efecto significativo en todos los resultados de aptitud física. Además, se encontró un tamaño de efecto medio en la fuerza de prensión de la extremidad operada y la no operada y un gran aumento en el VO_{2max} y en el test sit-stand. El análisis post intervención reveló que solo el GA mejoró significativamente estos resultados.

Respecto a los resultados en el cuestionario de calidad de vida, se observó un aumento significativo sobre la función física y el estado de salud global y una reducción significativa en la puntuación de la escala de fatiga para la GA.

Por otro lado, otro artículo seleccionado, es el realizado por Soraya-Calsa et al 2015, donde el objetivo principal era evaluar la aptitud respiratoria de pacientes con cáncer de mamá después del tratamiento primario mediante una intervención de EF. Para ello, reclutaron a 235 mujeres de las cuales se inscribieron 94 con cáncer de mamá en estadio temprano (I-III) de 1 a 36 meses después de la radioterapia y quimioterapia. Estas a su vez, fueron aleatoriamente asignadas en dos grupos, uno compuesto por 44 personas, las cuales realizaron el programa de intervención combinando ejercicios aeróbicos y de fuerza (EX) y otro de igual número que continuaron con la atención habitual (CON), ambas duraron 12 semanas.

Al inicio de las 12 semanas se les realizó un test inicial, se realizó otro tras aplicar el tratamiento y otro a los 6 meses tras finalizar la intervención en forma de seguimiento.

Para ello, evaluaron como criterio de valoración principal el Vo2Máx y criterios secundarios como: la fuerza muscular, la amplitud del movimiento de hombro, la composición corporal y la calidad de vida.

Previamente a evaluar los criterios anteriormente nombrados, se recogieron datos demográficos y descriptivos mediante cuestionarios, donde dentro de estos también estaba el nivel de actividad física.

El Vo2Máx, se evaluó a través de una prueba submáxima al 85 % de la frecuencia cardíaca de reserva, utilizando el protocolo modificado (en cinta de correr) de Bruce. Asimismo, aplicaron la ecuación de la Sociedad Canadiense de Fisiología del Ejercicio para predecir el VO2max.

En cuanto a las valoraciones secundarias, la fuerza muscular isométrica y la amplitud de movimiento del hombro se evaluaron mediante dinamómetros isométricos (TKK 5401 y TKK 5402) en agarre de manos, piernas y espalda. Una vez obtenido, sumaban todos los valores de fuerza y el resultado lo dividían por el peso corporal del participante obteniendo así el índice de fuerza.

En relación a la fuerza muscular dinámica, realizaron ejercicios de prensa torácica y extensión de piernas siguiendo un protocolo de 8 repeticiones máximas siguiendo las fórmulas de Mayhew (Test RM mediante fórmula de Mayhew) y las indicaciones de la

National Strength and Conditioning Association.

La fuerza muscular se evaluó siguiendo el test mencionado anteriormente de forma que el número máximo de repeticiones al 50% de 1RM para el press torácico y el 70% de las repeticiones para la extensión de piernas.

Referente a la composición corporal y la antropometría, dentro de la composición corporal recogieron datos sobre el porcentaje de grasa corporal y de masa magra mediante bioimpedancia eléctrica (BC- 601F) y mediante antropometría obtuvieron valores relativos al peso, la altura, el índice de masa corporal, la circunferencia cintura -cadera y su relación.

Por último, en referencia a los criterios secundarios, la calidad de vida (QoL), se evaluó a través del cuestionario SF-36, el cual consta de 36 ítems, donde se incluyen ocho dominios referidos a funcionamiento físico, la limitación del rol debido a la salud física, el dolor corporal, la percepción general de la salud, la vitalidad, el funcionamiento social, la limitación del rol debido a la salud emocional y la salud mental. Las puntuaciones más altas indican niveles altos de salud.

Al concluir, el 87,7% de las pacientes terminaron la intervención, dentro de éstas el 86% realizó las evaluaciones de seguimiento a los 6 meses tras terminar el tratamiento.

Según los datos que refleja este estudio el 91% de las mujeres del grupo EX cumplían las directrices de minutos de actividad física recomendadas por las directrices de la ASCM tras finalizar la intervención, así mismo a los 6 meses, el 79% seguía cumpliendo estas directrices. Por otro lado, en cuanto al grupo CON, después de las 12 semanas sólo cumplía el 49%.

En cuanto al resultado de la evaluación primaria del Vo2Máx, este fue considerablemente superior en las mujeres del programa EX que el CON. Destacando que a los 6 meses el grupo EX mantenía su Vo2Máx.

Respecto a los resultados de la evaluación secundaria, el índice de la fuerza isométrica y fuerza máxima (press de pecho y extensión de piernas) y fuerza muscular aumento en las mujeres del programa EX comparadas con las del CON. En los 6 meses de control, EX mejoró o mantuvo estas.

En referencia a la composición corporal, las mujeres del programa EX redujeron el porcentaje de masa grasa con su consecuente aumento de masa corporal magra. Sin embargo, estos cambios no se mantuvieron en los 6 meses de seguimiento.

Respecto a la calidad de vida, las participantes del grupo EX tuvieron niveles más altos respecto a dimensiones mentales y físicas en SF36 en comparación con el grupo de mujeres CON. De nuevo, estos cambios se mantuvieron para el grupo EX en esos 6 meses.

Por último, se llegó a la conclusión de que el EF es beneficioso tanto psicológicamente, fisiológicamente y un claro factor de supervivencia para este tipo de pacientes. De igual forma, se descubre que tras una intervención como esta se produce una mejora significativa en los niveles de capacidad Vo2Máx, la cual se ha observado en diferentes estudios que está relacionada con la reducción de la mortalidad específica por cáncer, así como efectos favorables en fuerza muscular, composición corporal y calidad de vida.

Otro de los artículos sobre el CM fue realizado por Eyigor et al., (2010). Este estudio consistió en un ensayo controlado aleatorizado sobre los efectos multidimensionales donde se buscaba conocer la influencia del pilates en el rendimiento físico, la flexibilidad, la fatiga, la depresión y la calidad de vida en mujeres que padecen CM.

El programa se realizó durante ocho semanas, realizándose los ejercicios tres veces por semana. La muestra fue de 52 pacientes entre 18 y 75 años con CM, que no sea recurrente o progresivo, finalizando el tratamiento con cirugía, radioterapias y/o quimioterapia, que tenga o no tratamiento hormonal en esos momentos. Sin embargo, 10 pacientes no concluyeron el tratamiento, finalizándose con 27 pacientes del grupo experimental y 15 del grupo control que realiza EF general en casa.

Los entrenamientos se estructuraron en un calentamiento donde se realizan diez repeticiones de diferentes posturas de pilates donde se involucra todo el cuerpo; y una parte principal con ejercicio de pilates más específicos, aumentando cada semana progresivamente la intensidad.

Se realizó un análisis de los sujetos antes, durante y después de la intervención. Las pruebas que se realizaron fueron: Six-minutes walk test, modified sit and reach test, the brief fatigue inventory y por último beck depression inventory. Para medir la calidad de vida global de los pacientes se usó la escala EORTC QLQ-C30, concretamente el EORTC BR23 especializado en cáncer.

En las mediciones realizadas antes del programa no se observaron diferencias significativas entre los pacientes. Sin embargo, al finalizar el tratamiento y realizar la valoración se observaron cambios que afectaron positivamente al grupo de pilates en los test para la capacidad funcional, la depresión, la calidad de vida global y los tumores. En cuanto al grupo control, hubo un descenso significativo en la prueba de capacidad funcional.

Los resultados de este estudio revelaron cambios significativos en los parámetros: capacidad funcional, depresión, calidad de vida y en menor medida, en la flexibilidad. Sin embargo, el grupo control no obtuvo cambios significativos en los diferentes parámetros evaluados.

En el artículo de Spartoo et al., donde se tenía por objetivo determinar si el entrenamiento físico mejora la calidad de vida (QoL) y la condición física de las sobrevivientes de CM.

Los pacientes fueron asignados aleatoriamente a un grupo de entrenamiento o de control de un año. Los criterios de inclusión del estudio fueron: CM invasivo probado histológicamente, paciente con CM premenopáusica o posmenopáusica tratada con quimioterapia o radioterapia adyuvante dentro de los 4 meses, o paciente que haya iniciado terapia endocrina adyuvante no menos de 4 meses antes y con una edad de entre 35 y 68 años. Los principales motivos de exclusión fueron la edad superior a 68 años y la existencia de problemas de salud que contraindicaran el entrenamiento físico.

Se examinó el historial médico y se realizaron exámenes físicos al inicio y al año de seguimiento. Los pacientes completaron el cuestionario de calidad de vida, un cuestionario que cubre temas básicos demográficos y de estilo de vida, y un diario de ejercicio de dos semanas antes de la intervención y después de 6 y 12 meses. Los tests de rendimiento físico (test de marcha de 2 km y test de carrera en 8) se realizaron inmediatamente antes del inicio de la intervención y a los 12 meses de seguimiento.

La intervención se centró en el entrenamiento físico en el hogar, aunque, a su vez se realizaban sesiones semanales de entrenamiento supervisado. Se organizó un entrenamiento supervisado para el grupo de ejercicios una vez por semana en grupos de 5 a 15 personas.

El entrenamiento supervisado del grupo de ejercicios consistió en dos clases semanales con una duración de 60' cada clase, donde alternaban entrenamientos de ejercicios aeróbicos y entrenamiento en circuito. La intensidad del programa de entrenamiento se basó en la escala Rating of Perceived Esfuerzo (RPE). El RPE objetivo del grupo de entrenamiento fue 14-16, un nivel de ejercicio que se siente "algo duro" o "duro" y coincide con aproximadamente el 86-92 % de la frecuencia cardíaca máxima, el 76-85 % del VO2Máx y 5-7 equivalentes metabólicos (MET).

El tipo de entrenamiento en el hogar era opcional pero la intención era que fuera similar al entrenamiento supervisado, este consistía principalmente en entrenamiento de resistencia como la marcha, la marcha nórdica o el entrenamiento aeróbico, pero también incluía saltos y brincos similares a los aeróbicos con step para promover la salud ósea. Se recomendaron ejercicios de calentamiento y enfriamiento, como marchar o subir escaleras, antes y después de la sesión de entrenamiento en casa.

Además, el entrenamiento de resistencia (caminar, andar en bicicleta, nadar, etc.) fue recomendado al mismo RPE para cumplir con la cantidad de actividad física semanal. Se pretendía que el entrenamiento en el hogar se realizará al menos dos veces por semana (pero se recomendó tres veces por semana) para que el entrenamiento total comprendiera un mínimo de tres sesiones de entrenamiento por semana. Se alentó al grupo de control a mantener su nivel

anterior de actividad física y hábitos de ejercicio durante todo el estudio sin ningún programa de entrenamiento supervisado o en el hogar.

También se realizaron cuestionarios sobre los niveles de actividad física en el tiempo libre anterior al diagnóstico de CM, donde las actividades se clasificaron como de baja intensidad, intensidad moderada, alta intensidad o actividades de muy alta intensidad.

Además, mediante un diario prospectivo de actividad física se recopiló la información sobre la cantidad y la intensidad de la actividad física actual inmediatamente anterior al inicio de la intervención de ejercicio y en los seguimientos tras 6 y 12 meses, donde los pacientes informaron la cantidad (duración mínima de 10 min) y el tipo de actividad física.

En cuanto a las pruebas de evaluación, se evaluó la capacidad cardiorrespiratoria mediante una prueba de marcha de 2 km (prueba de marcha UKK), el rendimiento neuromuscular se evaluó mediante la prueba de carrera en forma de 8.

La calidad de vida se evaluó mediante el cuestionario de la Organización Europea para la Investigación y el Tratamiento del Cáncer (EORTC QLQ-C30) con el complemento del módulo de CM (BR-23). y por último, los síntomas de fatiga se evaluaron utilizando el cuestionario de Evaluación Funcional de la Terapia de Enfermedades Crónicas (FACIT) para la fatiga (FACIT-F).

La cantidad de actividad física aumentó desde el inicio hasta los 12 meses en el grupo de ejercicio y en el grupo de control, siendo estos aumentos similares entre los grupos. El rendimiento neuromuscular mejoró significativamente en el grupo de entrenamiento, mientras que no se observó ninguna mejora en el grupo control. En cuanto a la aptitud cardiorrespiratoria no se observó ningún efecto significativo.

No se encontraron diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo control en los cambios de calidad de vida durante la intervención medidos por el módulo EORTC-QLQ-C30 o BR-23, a su vez no se observaron diferencias significativas entre los grupos en depresión o fatiga.

El último artículo seleccionado en esta revisión es el estudio realizado por Schmidt et al., en el año 2015, donde el objetivo principal fue investigar si el ejercicio de fuerza durante la quimioterapia proporciona beneficios sobre la fatiga y la calidad de vida más allá de los posibles efectos psicosociales de las intervenciones grupales. Para ello, reclutaron a una muestra de 101 mujeres que pasaron los criterios de elección para el estudio, los cuales eran, ser mayor de 18 años, tener cáncer de mamá primario confirmado histológicamente o después de una lumpectomía o mastectomía, este programado para quimioterapia adyuvante, tenga un índice de masa corporal (IMC) igual o superior a 18/kgm² y poder seguir y entender el estudio además de tener la voluntad para realizarlo.

Una vez se tenía la muestra, se formaron dos grupos aleatoriamente donde 49 mujeres fueron al grupo de ejercicio (EX) y 46 al grupo control de relajación (RC).

Respecto al grupo que realizaba EX, efectuaban 8 ejercicios diferentes de fuerza en máquinas de forma progresiva, donde realizaban 3 series de entre 8-12 repeticiones al 60-80% del RM. Por otro lado, el grupo RC, realizaba una relajación muscular progresiva realizando la técnica de Jacobson sin realizar ningún tipo de ejercicio aeróbico ni de fuerza.

Para este estudio, utilizarán diversas variables como son, la fatiga, a través de un cuestionario de evaluación de la fatiga (FAQ), que abarca dimensiones tanto de fatiga cognitiva y física. La calidad de vida (QoL), la cual se analizaba utilizando un cuestionario (EORTC QLQ-C30). Otra variable a analizar fue la depresión, la cual se analizó utilizando la escala que otorga el Centro de Estudio Epidemiológicos (CES-D), donde escalas altas indican mayor

depresión y dentro de estas, una escala mayor a 38 de 0 a 100, indica posibles trastornos depresivos graves.

En cuanto a la función cognitiva, se evaluó mediante un trail-making-test, la cual mide el tiempo que necesita el individuo para conectar los números en una secuencia lógica.

Nuevamente niveles altos indican peor función cognitiva.

Los últimos factores a analizar fueron el historial médico, el IMC, el peso y la condición física. Se valoró la fuerza muscular isométrica y la capacidad cardiorrespiratoria a través de herramientas como IsoMed 2000VR, el Vo2Máx y la espiroergometría.

Los resultados de esta intervención nos muestran un claro efecto positivo del ejercicio de fuerza durante la quimioterapia a la hora de disminuir la fatiga física, la cual la catalogan como el efecto secundario más abrumador de la quimioterapia, aumentar la calidad de vida y tener beneficios psicosociales especialmente en el grupo EX. Sin embargo, en el grupo RC, durante la quimioterapia la fatiga física empeoró junto con la función física. Por otro lado, no se obtuvo una diferencia significativa sobre el grupo EX y RC en cuanto a la fatiga cognitiva.

Por lo que concluimos que, los beneficios observados en este estudio no son simplemente estadísticos, sino que también son relevantes clínicamente.

Discusión y conclusiones

En esta revisión sistemática se ha examinado la efectividad de un programa de EF en pacientes con CM con el objetivo de observar los posibles beneficios del EF.

Se han encontrado mejoras tras una intervención de EF realizado de forma regular en pacientes con cáncer de mamá como son la mejora de la calidad de vida, la disminución de la fatiga percibida y de la depresión, la mejora de la composición corporal y de la condición física. Los resultados encontrados van en consonancia con un estudio realizado por Gebruers (2019) en el que se demostró que el EF es efectivo para aumentar las actividades de la vida diaria y reducir la sensación de fatiga. Además, una revisión de Furmaniak et al. (2016) mostró que existe evidencia concluyente con respecto a los efectos positivos del EF durante la terapia adyuvante en pacientes con CM.

Se ha considerado que el EF durante el tratamiento adyuvante para el CM se puede considerar como una intervención de autocuidado de apoyo que probablemente dé como resultado menores niveles de fatiga, mejor estado físico y poca o ninguna diferencia en la calidad de vida y la depresión específica causada por el (cáncer (Mutrie et al., 2007). Además, existe amplia evidencia de que el EF tiene efectos beneficiosos sobre la mortalidad, la fatiga percibida, la calidad de vida, la ansiedad y la depresión (Carayol et al., 2017; Palesh et al., 2018).

Varios estudios han comprobado los diversos efectos beneficiosos del EF en pacientes con cáncer, demostrando una asociación positiva entre la actividad física durante y después de los tratamientos antineoplásicos, lo que se traduce en una mejora de la calidad de vida y de la capacidad funcional (Tejada-Medina et al., 2020).

De acuerdo con Courneya (2003), el EF puede ser un tratamiento eficaz para mejorar la calidad de vida en pacientes con CM, aunque aún hace falta más evidencia científica para conocer los efectos del ejercicio sobre la recaída del cáncer, los biomarcadores, otras enfermedades y la supervivencia en general.

Concluimos que el EF sistematizado realizado de forma regular durante la terapia adyuvante, presenta numerosos beneficios como pueden ser la mejora de la calidad de vida, la

disminución de la fatiga percibida y de la depresión, la mejora de la composición corporal y de la condición física, independientemente del tipo de programa de entrenamiento realizado (resistencia, fuerza o combinación de ambas).

Como limitaciones, se recomiendan futuras líneas de investigación, donde se pueda incidir más en la intensidad del entrenamiento, así como en los principios de adaptación de este y a las adaptaciones en función del estado de salud de los pacientes en función de la evolución de la enfermedad.

Del mismo modo, no hay distinción entre diferentes protocolos de entrenamiento (entrenamiento de resistencia, fuerza o protocolos combinado de ambos), así como el tipo de terapia adyuvante (quimioterapia, radioterapia o ambas) que se ha realizado.

Igualmente, sería de gran interés poder registrar las valoraciones y comentarios que dan las mujeres que intervienen en estos estudios, al mismo tiempo que se podría registrar el tipo de analgésicos que toman y cómo estos afectan a diferentes variables como la fatiga o la depresión.

Referencias

- Adamsen, L., Quist, M., Andersen, C., Møller, T., Herrstedt, J., Kronborg, D., ... & Rørth, M. (2009). Effect of a multimodal high intensity exercise intervention in cancer patients undergoing chemotherapy: randomised controlled trial. *Bmj*, 339. <https://doi.org/10.1136/bmj.b3410>
- Antunes, P., Esteves, D., Nunes, C., Joaquim, A., Pimentel, F. L., & Fonseca-Moutinho, J. (2019). Health-related quality of life and physical fitness in breast cancer patients: the impact of a supervised physical exercise program in women with no exercise experience. *Psychology, Health & Medicine*, 24(9), 1038-1046. <https://doi.org/10.1080/13548506.2019.1597978>
- Berger, A. M., Gerber, L. H., & Mayer, D. K. (2012). Cancer-related fatigue: implications for breast cancer survivors. *Cancer*, 118(S8), 2261-2269. <https://doi.org/10.1002/cncr.27475>
- Carayol, M., Bernard, P., Boiché, J., Riou, F., Mercier, B., Cousson-Gélie, F., Romain, A., DelPierre, C., & Ninot, G. (2013). Psychological effect of exercise in women with breast cancer receiving adjuvant therapy: what is the optimal dose needed?. *Annals of oncology*, 24(2), 291-300. <https://doi.org/10.1093/annonc/mds342>
- Casla, S., López-Tarruella, S., Jerez, Y., Marquez-Rodas, I., Galvao, D. A., Newton, R. U., ... & Martin, M. (2015). Supervised physical exercise improves VO2max, quality of life, and health in early stage breast cancer patients: a randomized controlled trial. *Breast cancer research and treatment*, 153(2), 371-382. <https://doi.org/10.1007/s10549-015-3541-x>
- Courneya, K. S. (2003). Exercise in cancer survivors: an overview of research. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(11), 1846-1852. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000093622.41587.B6>
- Demark-Wahnefried, W., Peterson, B. L., Winer, E. P., Marks, L., Aziz, N., Marcom, P. K., ... & Rimer, B. K. (2001). Changes in weight, body composition, and factors influencing energy balance among premenopausal breast cancer patients receiving adjuvant chemotherapy. *Journal of clinical oncology*, 19(9), 2381-2389. <https://doi.org/10.1200/JCO.2001.19.9.2381>

- Diaby, V., Tawk, R., Sanogo, V., Xiao, H., & Montero, A. J. (2015). A review of systematic reviews of the cost-effectiveness of hormone therapy, chemotherapy, and targeted therapy for breast cancer. *Breast cancer research and treatment*, 151(1), 27-40. <https://doi.org/10.1007/s10549-015-3383-6>
- Eyigor, S., Karapolat, H., Yesil, H., Uslu, R., & Durmaz, B. (2010). Effects of pilates exercises on functional capacity, flexibility, fatigue, depression and quality of life in female breast cancer patients: a randomized controlled study. *Eur J Phys Rehabil Med*, 46(4), 481-7.
- Ferlay, J., Soerjomataram, I., Dikshit, R., Eser, S., Mathers, C., Rebelo, M., ... & Bray, F. (2015). Cancer incidence and mortality worldwide: sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012. *International journal of cancer*, 136(5), E359-E386. <https://doi.org/10.1002/ijc.29210>
- Furmaniak, A. C., Menig, M., & Markes, M. H. (2016). Exercise for women receiving adjuvant therapy for breast cancer. *The Cochrane database of systematic reviews*, 9(9), CD005001. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005001.pub3>
- Font, A., Rodríguez, E., & Buscemi, V. (2004). Fatiga, expectativas y calidad de vida en cáncer. *Psicooncología*, 1(2-3), 45-56.
- Gebruers, N., Camberlin, M., Theunissen, F., Tjalma, W., Verbelen, H., Van Soom, T., & Van Breda, E. (2019). The effect of training interventions on physical performance, quality of life, and fatigue in patients receiving breast cancer treatment: A systematic review. *Supportive Care in Cancer*, 27(1), 109-122. <https://doi.org/10.1007/s00520-018-4490-9>
- Heim, M. E., vd Malsburg, M. L. E., & Niklas, A. (2007). Randomized controlled trial of a structured training program in breast cancer patients with tumor-related chronic fatigue. *Oncology Research and Treatment*, 30(8-9), 429-434. <https://doi.org/10.1159/000104097>
- Kootstra, J. J., Dijkstra, P. U., Rietman, H., de Vries, J., Baas, P., Geertzen, J. H., ... & Hoekstra-Weebers, J. E. (2013). A longitudinal study of shoulder and arm morbidity in breast cancer survivors 7 years after sentinel lymph node biopsy or axillary lymph node dissection. *Breast cancer research and treatment*, 139(1), 125-134. <https://doi.org/10.1007/s10549-013-2509-y>
- Ligibel, J. A., Giobbie-Hurder, A., Shockro, L., Campbell, N., Partridge, A. H., Tolaney, S. M., ... & Winer, E. P. (2016). Randomized trial of a physical activity intervention in women with metastatic breast cancer. *Cancer*, 122(8), 1169-1177. <https://doi.org/10.1002/cncr.29899>
- Lipsett, A., Barrett, S., Haruna, F., Mustian, K., & O'Donovan, A. (2017). The impact of exercise during adjuvant radiotherapy for breast cancer on fatigue and quality of life: A systematic review and meta-analysis. *The breast*, 32, 144-155. <https://doi.org/10.1016/j.breast.2017.02.002>
- Martín, M., Arroyo, M., Villalobos, ML, & Álvarez, M. (2013). CM.Medicine-programa de formación médica continuada acreditado, 11(27), 1629-1640.
- Mutrie, N., Campbell, A. M., Whyte, F., McConnachie, A., Emslie, C., Lee, L., Kearney, N., Walker, A., & Ritchie, D. (2007). Benefits of supervised group exercise programme for women being treated for early stage breast cancer: pragmatic randomised controlled trial. *Bmj*, 334(7592), 517. <https://doi.org/10.1136/bmj.39094.648553.AE>

- Palesh, O., Kamen, C., Sharp, S., Golden, A., Neri, E., Spiegel, D., & Koopman, C. (2018). Physical activity and survival in women with advanced breast cancer. *Cancer nursing, 41*(4), E31. <https://doi.org/10.1097/NCC.0000000000000525>
- Pereira-Rodríguez, J. E., Peñaranda-Florez, D. G., Pereira-Rodríguez, R., Pereira-Rodríguez, P., Velásquez-Badillo, X., & Cañizares-Pérez, Y. A. (2020). Fatiga asociada al CM luego de un programa de entrenamiento. *Acta Médica Costarricense, 62*(1), 18-25.
- Roca-Alonso, L., Pellegrino, L., Castellano, L., & Stebbing, J. (2012). Breast cancer treatment and adverse cardiac events: what are the molecular mechanisms?. *Cardiology, 122*(4), 253-259. <https://doi.org/10.1159/000339858>
- Saarto, T., Penttinen, H. M., Sievänen, H., Kellokumpu-Lehtinen, P. L., Hakamies-Blomqvist, L., Nikander, R., ... & Luoma, M. L. (2012). Effectiveness of a 12-month exercise program on physical performance and quality of life of breast cancer survivors. *Anticancer research, 32*(9), 3875-3884.
- Schmidt, T., Weisser, B., Jonat, W., Baumann, F. T., & Mundhenke, C. (2012). Gentle strength training in rehabilitation of breast cancer patients compared to conventional therapy. *Anticancer research, 32*(8), 3229-3233.
- Tejada-Medina, V., Franco López, G., & Ventaja-Cruz, J. (2020). Efectos de un programa de intervención de actividad física en pacientes oncológicos: una revisión sistemática. *Journal of Sport & Health Research, 12*(1), 126-139.
- Winer, E. P., Hudis, C., Burstein, H. J., Wolff, A. C., Pritchard, K. I., Ingle, J. N., & Somerfield, M. R. (2005). American Society of Clinical Oncology technology assessment on the use of aromatase inhibitors as adjuvant therapy for postmenopausal women with hormone receptor-positive breast cancer: status report 2004. *Journal of clinical oncology, 23*(3), 619-629. <https://doi.org/10.1200/JCO.2005.09.121>
- Whoqol Group. (1995). The World Health Organization quality of life assessment (WHOQOL): position paper from the World Health Organization. *Social science & medicine, 41*(10), 1403-1409. [https://doi.org/10.1016/0277-9536\(95\)00112-K](https://doi.org/10.1016/0277-9536(95)00112-K)

Fecha de recepción: 28/04/2023

Fecha de revisión: 07/07/2023

Fecha de aceptación: 11/07/2023



Cómo citar este artículo:

Ramírez Lucas, J. M. (2023). Efecto de un programa de entrenamiento con ejercicios isométricos sobre factores de riesgo de lesión de músculos isquiosurales en futbolistas amateurs. Estudio piloto. *MLS Sport Research*, 3(1), 37-58. doi: 10.54716/mlssr.v3i1.2216.

EFFECTO DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO CON EJERCICIOS ISOMÉTRICOS SOBRE FACTORES DE RIESGO DE LESIÓN DE MÚSCULOS ISQUIOSURALES EN FUTBOLISTAS AMATEURS. ESTUDIO PILOTO

Juan Miguel Ramírez Lucas

Universidad de Jaén (España)

jmrl0014@red.ujaen.es · <https://orcid.org/0000-0002-9353-919X>

Resumen. En el fútbol las lesiones musculares representan el 38%. La musculatura isquiosural (HSM) fue el grupo muscular más frecuentemente lesionado, representando el 39.5% de todas las lesiones musculares y el 16.3% de todas las lesiones. Se ha demostrado que el entrenamiento excéntrico de los isquiosurales aumenta la longitud de los fascículos de la cabeza larga del bíceps femoral (BF_{lh}), es decir, este entrenamiento disminuye el riesgo de lesión, pero puede conducir a la aparición de dolor muscular. Aunque, es menos probable que un programa de entrenamiento con ejercicios isométricos provoque dolor muscular. Por ello, el objetivo del presente estudio piloto fue analizar los efectos de un programa de entrenamiento con ejercicios isométricos (10 semanas) sobre factores de riesgo de lesión en la HSM en jugadores de fútbol amateurs. Los participantes (n=18) fueron asignados aleatoriamente a un grupo control (n=9) y experimental (n=9). Se evaluaron los síntomas y riesgo de lesión en HSM (Hamstring Outcome Score), potencia (salto vertical) y fuerza (single leg bridge test) de HSM. Los análisis mostraron que en el grupo experimental hubo mejorías en todas las variables, pero solo resultaron significativas las mejorías en fuerza de HSM derechos (p=0.003, d=0.679), y total (p=0.038, d=0.52). Se puede concluir que un programa de entrenamiento con ejercicios isométricos antes de la sesión técnico-táctica podría reducir el riesgo de lesión en HSM, aunque estos resultados deben ser tomados con precaución y se recomienda la realización de futuros estudios con una muestra mayor.

Palabras clave: Musculatura isquiosural; Fútbol; Prevención; Riesgo de lesiones.

EFFECT OF AN ISOMETRIC EXERCISE TRAINING PROGRAM ON HAMSTRING INJURY RISK FACTORS IN AMATEUR SOCCER PLAYERS. A PILOT STUDY

Abstract. In soccer, muscle injuries represent 38%. The hamstring musculature (HSM) was the most frequently injured muscle group, accounting for 39.5% of all muscle injuries and 16.3% of all injuries. Eccentric training of the hamstrings has been shown to increase the length of the fascicles of the long head of the biceps femoris (BF_{lh}), that is, this training decreases the risk of injury, but may lead to the development of muscle soreness. Although, a training program with isometric exercises is less likely to cause muscle soreness. Therefore, the aim of the present

pilot study was to analyze the effects of an isometric exercise training program (10 weeks) on HSM injury risk factors in amateur soccer players. Participants (n=18) were randomly assigned to a control (n=9) and experimental (n=9) group. Symptoms and injury risk in HSM (Hamstring Outcome Score), power (vertical jump) and strength (single leg bridge test) of HSM were evaluated. The analyses showed that in the experimental group there were improvements in all variables, but only the improvements in right HSM strength ($p=0.003$, $d=0.679$) and total HSM strength ($p=0.038$, $d=0.52$) were significant. It can be concluded that a training program with isometric exercises before the technical-tactical session could reduce the risk of injury in HSM, although these results should be taken with caution and future studies with a larger sample are recommended.

Keywords: Hamstring muscles; Soccer; Prevention; Injury risk.

Introducción

Epidemiología

En el fútbol la incidencia de lesiones es muy elevada en las extremidades inferiores representando el 64.2% (Jones et al., 2019). En un estudio realizado a jugadores amateurs por van Beijsterveldt et al. (2014), el 60% de los jugadores se lesionaron durante una temporada, siendo las lesiones musculares el 38% y el 14% fueron recaídas. Asimismo, la región del muslo fue el lugar más común de lesión (31.7%) seguido de la rodilla (14.6%) y el tobillo (13%) (Jones et al., 2019). En otro estudio de Ekstrand et al. (2011) observaron que un tercio de todas las lesiones en el fútbol son lesiones musculares y que la gran mayoría (92%) afectan a los 4 principales grupos musculares de las extremidades inferiores: isquiosurales (37%), aductores (23%), cuádriceps (19%) y gemelos (13%). La musculatura isquiosural (HSM) fue el grupo muscular más frecuentemente lesionado, representando el 39.5% de todas las lesiones musculares y el 16.3% de todas las lesiones (Jones et al., 2019). En línea con lo anterior, la lesión de la HSM es conocida como el problema muscular número uno en el fútbol masculino aficionado y representan el 15.9% de todas las lesiones (van Beijsterveldt et al., 2014). Por otro lado, hay que tener en cuenta que un equipo de 25 jugadores puede esperar unas 15 lesiones musculares cada temporada, con una pérdida de tiempo de aproximadamente 2 semanas por cada lesión (Ekstrand et al., 2011). Aunque, en una investigación de Ekstrand et al. (2016) observaron un aumento anual del 2.3% por cada 1000 horas de partido y un aumento anual del 4% por cada 1000 horas de entrenamiento.

Programa de entrenamiento

Desde la perspectiva de la mejora del rendimiento como de la prevención de lesiones (Van Hooren & Bosch, 2017b; Van Hooren & Bosch, 2018), es importante el tipo de contracción muscular, puesto que se ha demostrado que el entrenamiento excéntrico de los isquiosurales aumenta la longitud de los fascículos de la BFlh, es decir, este tipo de entrenamiento disminuye el riesgo de lesión (Timmins et al., 2016). El ejercicio más utilizado es el Nordic Hamstring Exercise (NHE) que es un ejercicio excéntrico que mejora la producción de fuerza de los isquiosurales solo alrededor de una articulación (la rodilla). Añadir, que los ejercicios excéntricos pueden conducir a la aparición de dolor muscular, especialmente en las primeras semanas del programa de entrenamiento (Petersen et al., 2011) y en varios estudios ha sido una razón para que algunos jugadores abandonaran la intervención (Arnason et al., 2008; van der Horst et al., 2015). Por lo que, es menos probable que un programa de entrenamiento con ejercicios isométricos provoque dolor muscular (Van Hooren & Bosch, 2017b; Van Hooren & Bosch, 2018). De la misma manera, se ha demostrado que el entrenamiento isométrico supone un menor coste mecánico que el entrenamiento pliométrico y que a partir de 6 semanas de entrenamiento se incrementan de forma significativa la rigidez tendinosa y la Rate of Force

Development (RFD) (Burgess et al., 2007). Como la carga competitiva es demasiado alta, debido al periodo competitivo y es probable que la HSM esté en riesgo, podemos reducir esas demandas mecánicas utilizando un programa de entrenamiento con ejercicios isométrico en lugar de otro tipo de entrenamiento (Burgess et al., 2007).

En el club donde se ha llevado a cabo la intervención, la muestra está compuesta por deportistas aficionados con ninguna o poca experiencia en entrenamiento de fuerza (Raya-González et al., 2021). Los autores sugieren que se utilicen un máximo de 2-3 ejercicios activando la HSM, con un volumen de 15-25 minutos por sesión, con una duración de las repeticiones ≤ 10 segundos (para evitar acidez muscular) y con un máximo de 3 series (McGill, 2010; Van Hooren & Bosch, 2017b; Van Hooren & Bosch, 2018). Esto proporcionará un estímulo eficaz, pero evitará la fatiga excesiva y permitirá combinar el programa de entrenamiento isométrico con otro entrenamiento (Van Hooren & Bosch, 2018). Una frecuencia de 2 veces por semana puede ser suficiente para mejorar y mantener la fuerza (Peterson et al., 2004). Sin embargo, el entrenamiento excéntrico no debería ser sustituido por un programa de entrenamiento isométrico (Van Hooren & Bosch, 2018). Hasta donde sabemos, en la literatura científica no se han realizado estudios con programas de ejercicios isométricos centrados en las lesiones de la HSM.

El principal objetivo de este estudio consistió en realizar un estudio piloto para determinar los efectos de un programa de entrenamiento con ejercicios isométricos durante 10 semanas sobre factores de riesgo de lesión en los músculos isquiosurales en jugadores de fútbol amateurs. Nuestra hipótesis es que la realización de un programa de entrenamiento isométrico de 10 semanas puede disminuir los factores de riesgo de lesión en la HSM.

Método

Diseño

Se trata de un estudio cuantitativo longitudinal y se utilizó un ensayo aleatorio controlado compuesto con un grupo experimental (GE n=9) y un grupo control (GC n=9). El GE fue sometido a un programa de entrenamiento con ejercicios isométricos durante 10 semanas con una frecuencia de dos sesiones semanales en periodo de competición comenzando la semana del 14 de marzo y finalizando la semana del 23 de mayo de 2022. Los factores de riesgo y el rendimiento físico se evaluaron previos y posteriormente a la realización del programa de fuerza a través del cuestionario sociodemográfico, el cuestionario Hamstring Outcome Score (HaOS), la potencia del miembro inferior y la prueba Single Leg Bridge Test (SLBT). Los cuestionarios y los saltos se realizaron en el vestuario y la prueba SLBT se realizó en el campo de fútbol donde los jugadores realizan los entrenamientos. Ambas sesiones de valoración se realizaron entre las 19:20 hasta las 20:00 horas, y a todos los jugadores se les indicó que en ambas pruebas dieran el máximo. Al GC no se le aplicó ningún programa de entrenamiento, solamente la sesión técnico-táctica. El GE realizó la sesión de fuerza antes de comenzar la sesión principal de entrenamiento. La intervención duraba entre 15-30 minutos. Todos los procedimientos fueron aprobados por la comisión de ética de la Universidad de Jaén (MAR.22/4.TFM) y se llevaron a cabo de acuerdo al Código de Ética de la Asociación Médica Mundial para estudios con humanos (Declaración de Helsinki).

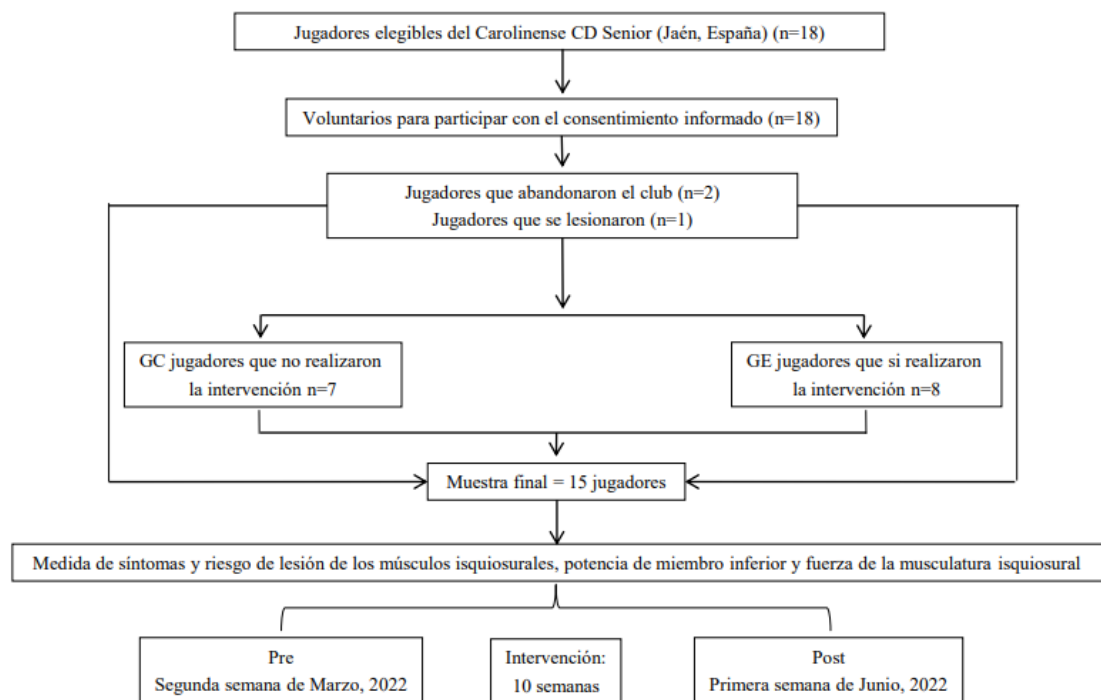
Participantes

Inicialmente, 18 jugadores masculinos de 18-38 años pertenecientes al Carolinense CD aceptaron participar en la investigación. Los jugadores debían haber participado en al menos el 70% de las sesiones de entrenamiento durante las 10 semanas de duración del GE. Como

criterios de inclusión los jugadores tenían que estar federados y ser mayores de 18 años. Como criterios de exclusión del estudio fue participar en cualquier programa de fuerza adicional durante las semanas que se ejecuta la intervención, enfermedad o lesiones músculo-esqueléticas que impidan realizar el protocolo. Para la asignación a grupos se empleó una tabla de números aleatorios generados por ordenador. Todos los participantes continuaron con su programa de entrenamiento habitual y el GE, además realizó el programa de ejercicios isométricos. El entrenamiento habitual consistía en una activación de balón en espacios reducidos, a continuación, realizaban posesiones en espacios medianos y grandes, y se solía finalizar la sesión con ataques-defensas o partidos modificados. Los datos fueron recogidos durante la temporada 2022 por miembros instruidos del grupo de investigación. La distribución de la intervención se puede ver en la figura 1.

Figura 1

Representación Gráfica del Diseño Longitudinal con Intervención del Estudio



Variables e instrumentos

Justo antes del inicio del período de intervención se recogieron una serie de datos sociodemográficos como la edad, el estado educacional, civil y ocupacional, hábito tabáquico. Para obtener las medidas de peso y altura se empleó una báscula SECA 634 y el estadiómetro SECA 22, Hamburgo (Alemania), respectivamente. Ambas medidas se realizaron con ropa ligera y sin calzado. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2000), la tipología corporal se calculó mediante el Índice de Masa Corporal (IMC) mediante la fórmula: masa (kg)/talla 2 (m). Un IMC < 25 kg / m² indica peso normal, 25 ≤ IMC < 30 kg / m² indica sobrepeso, y un IMC ≥ 30 kg / m² indica obesidad. Además, se recogieron una serie de datos relacionados con la práctica del fútbol como la experiencia jugando al fútbol (años), partidos jugados (como titulares y suplentes), pierna dominante y posición en el campo. Finalmente se preguntaron los antecedentes de lesiones de miembro inferior (región isquiosural, rodilla, pierna y tobillo/pie).

Variables dependientes

Los procedimientos de las pruebas se llevaron a cabo una semana antes del inicio del programa, el 8 de marzo (martes) y 10 de marzo (jueves) de 2022, con una antelación de 40 min antes de la sesión de entrenamiento. El cuestionario HaOS y la prueba SLHB se realizaron el 8 de marzo. El 10 de marzo se realizaron los saltos verticales, y antes de realizar las dos pruebas de salto vertical, todos los jugadores realizaron un calentamiento de 10 min de carrera continúa con estiramientos dinámicos (Venturelli et al., 2011). Cuando se terminó el programa de entrenamiento de 10 semanas se volvió a repetir las pruebas en el mismo orden y a la misma hora, pero el día 31 de mayo (martes) y 2 de junio (jueves) de 2022 (Rey et al., 2017).

Síntomas y riesgo de lesión de los músculos isquiosurales

Cada jugador relleno un cuestionario de referencia que incluía la puntuación del cuestionario HaOS y las características sociodemográficas y lesiones previas de los futbolistas (Engebretsen et al., 2010; van de Hoef et al., 2021). El HaOS original (Engebretsen et al., 2008) se tradujo al español (alfa de Cronbach de 0.949 por ítems y 0.850 por dominios) y consta de dos partes. La primera parte recoge el historial de lesiones de la HSM. Solo se ha utilizado la segunda parte para el análisis pre-post intervención y consta de cinco dimensiones: (1) Síntomas, (2) Inflamación/Molestias, (3) Dolor, (4) Función, Vida Diaria y Deporte, y (5) Calidad de Vida (Sierevelt et al., 2015; Tak et al., 2018). Los cuatro primeros dominios son relevantes para la vida diaria y para las tareas específicas del fútbol y del deporte, mientras que el dominio de la calidad de vida mide el miedo a volver a lesionarse (Engebretsen et al., 2010; van de Hoef et al., 2021). Las preguntas se puntuaron de 0 a 4, desde ninguna molestia hasta mucha molestia/dolor (Engebretsen et al., 2008; van de Hoef et al., 2021). La puntuación del cuestionario HaOS puede calcularse como una puntuación global y una puntuación para cada dominio. Las puntuaciones se calcularon como porcentajes de la puntuación máxima, con un jugador sin quejas puntuando el 100%, por lo tanto, una mayor puntuación implica un menor nivel de molestias. Las puntuaciones se calcularon mediante la siguiente fórmula que es $1 - (\text{puntuación} / \text{puntuación máxima}) * 100\%$. Se consideró que una puntuación del 80% o más indicaba un bajo riesgo de lesión en los isquiosurales (Engebretsen et al., 2010; van de Hoef et al., 2021).

Potencia del miembro inferior

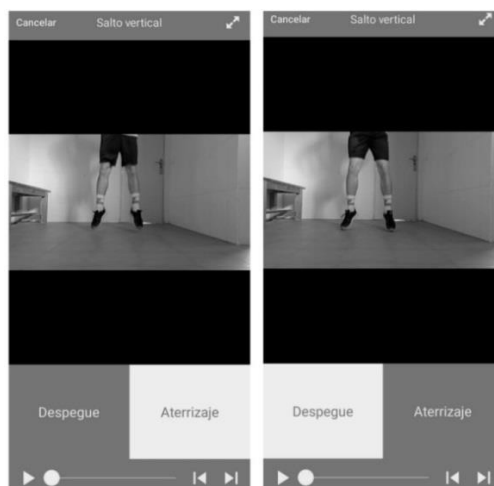
Las pruebas más comunes para evaluar la explosividad en los futbolistas son las pruebas de salto vertical tanto del SJ como del CMJ (Bogataj et al., 2020; Gallardo-Fuentes et al., 2016). Se realizaron 3 saltos por jugador, los 2 primeros saltos no fueron grabados y el tercer salto fue grabado para el análisis de vídeo con la app My Jump 2. Se estableció un intervalo de descanso de 30 segundos entre cada salto (Bogataj et al., 2020).

Se utilizó la app My Jump 2 (creada por Balsalobre-Fernández et al. (2015) que fue diseñada para analizar los saltos verticales). Esta app es capaz de medir la altura de los saltos verticales con precisión (sin necesidad de tener experiencia previa en el análisis de vídeo) para la mayoría de las poblaciones, incluidos los atletas entrenados (Gallardo-Fuentes et al., 2016). Para calcular la altura del salto se selecciona manualmente el fotograma de despegue y el de aterrizaje del vídeo (figura 2). Todas las grabaciones se realizaron con el mismo teléfono y por el mismo investigador sin experiencia profesional en el análisis de vídeo (Bogataj et al., 2020). Para registrar la ejecución de los saltos con la app, un investigador se tumbó en el suelo boca abajo mirando al jugador (en el plano frontal) a aproximadamente 1.5 metros del jugador y haciendo zoom sobre los pies (Balsalobre-Fernández et al., 2015; Gallardo-Fuentes et al., 2016). El investigador siempre grabó desde la misma posición (Balsalobre-Fernández et al., 2015; Bogataj et al., 2020; Gallardo-Fuentes et al., 2016). Para mayor fiabilidad de los datos,

los vídeos se volvieron a supervisar dos veces por cada jugador (Coswig et al., 2019).

Figura 2

Fotogramas de la Fase de Despegue y Aterrizaje en la aplicación My Jump 2



Fuerza de los músculos isquiosulares

La prueba SLHB ha sido validada (Freckleton et al., 2014). La prueba SLHB siguió los procedimientos propuestos de Freckleton et al. (2014) que realizaron con jugadores de fútbol australianos. Se indicó a los jugadores que se posicionaran en el suelo en decúbito supino con un talón sobre una caja. Se utilizó una caja de 60 cm de altura para todos los participantes (figura 3). La pierna de prueba se colocó en una flexión de rodilla de aproximadamente 20°. Los jugadores fueron instruidos para cruzar los brazos sobre el pecho y empujar hacia abajo a través del talón para levantar el glúteo del suelo. Se advirtió a los jugadores que el objetivo de la prueba era hacer tantas repeticiones como fuera posible hasta que no pudieran más. Se proporcionó información constante a lo largo del procedimiento para asegurar que se lograba la técnica correcta. Era esencial que cada prueba incluyera que el jugador tocara su glúteo en el suelo, sin descansar, y luego extendiera la cadera a 0°. La pierna que no trabajaba debía mantenerse inmóvil en posición vertical para asegurar que no se ganaba impulso al balancear esta pierna. Cuando se perdía la forma correcta, se daba un aviso y se dejaba de realizar la prueba al siguiente fallo técnico. Se registraba la repetición máxima y se repetía la prueba con la pierna contraria. El lado probado primero se alternó entre los participantes (Freckleton et al., 2014; Mahnič et al., 2021; Rey et al., 2017). Utilizando los criterios de clasificación recomendados (Freckleton et al., 2014), los resultados se dividieron categóricamente en tres grupos según su rendimiento en la prueba SLBT. El grupo con una puntuación pobre incluyó a todos los jugadores que lograron menos de 20 repeticiones con al menos una pierna, mientras que el grupo con una puntuación media incluyó a los jugadores que lograron entre 20 y 25 repeticiones con ambas piernas y el grupo con una puntuación buena incluyó a los que lograron valores de 30 o más repeticiones con al menos una pierna (Freckleton et al., 2014; Mahnič et al., 2021).

Figura 3

Prueba Single Leg Bridge Test



Una semana antes de la prueba, los jugadores realizaron 1 sesión de familiarización con el test SLHB que fue el día 1 de marzo (martes) de 2022 (Rey et al., 2017).

Variable Independiente (Programa de entrenamiento de fuerza con ejercicios isométricos)

Se diseñó un programa de entrenamiento de fuerza con 4 ejercicios isométricos. Las sesiones de entrenamiento de fuerza eran de 15 min hasta 30 min de duración. Además, las sesiones se llevaron a cabo antes de la sesión de entrenamiento de fútbol que tenía una duración aproximadamente de 80 minutos. Las sesiones de entrenamiento de fuerza eran supervisadas por el preparador físico y primer entrenador (cuerpo técnico) un día antes para la preparación de la sesión técnico-táctica. El programa de entrenamiento de fuerza con ejercicios isométricos se aplicó dos veces por semana (martes y jueves) con al menos 48 horas de descanso entre las sesiones de entrenamiento, durante un total de 10 semanas, siendo la primera semana de marzo (15 de marzo de 2022, primera sesión) y siendo la última semana en mayo (26 de mayo de 2022, última sesión).

Cada sesión de entrenamiento para la prevención de lesiones incluía 2 ejercicios de entrenamiento de fuerza que son dominantes de cadera, rodilla y dos ejercicios de estabilidad central, conocido como “core”, solamente con acciones musculares isométricas. Estos ejercicios se seleccionaron en función de sus efectos en la prevención de lesiones en la HSM (Bourne et al., 2018; Raya-González et al., 2021; Van Hooren & Bosch, 2017a; Van Hooren & Bosch, 2017b). Se aplicó una sobrecarga progresiva durante la intervención (anexo 1). Los futbolistas se familiarizaron con el programa de entrenamiento de fuerza con ejercicios isométricos durante el periodo de intervención y todos los ejercicios tenían variantes de menor a mayor dificultad (anexo 2).

Procedimiento

Antes de comenzar el estudio, se contactó con el club, el cual nos autorizó para informar sobre la investigación a los jugadores y cuerpo técnico. Posteriormente se informó al resto de directivos del club ofreciéndoles la información necesaria para el desarrollo del mismo. Una vez aceptada la participación y colaboración, se estableció un calendario de actuaciones por parte de los investigadores para proceder a realizar el estudio sin afectar al desarrollo normal de los entrenamientos. Durante el periodo de intervención (marzo hasta mayo), los jugadores realizaron sus rutinas normales de entrenamiento de fútbol ya que la intervención se realizó al inicio del entrenamiento sin ocupar demasiado tiempo. Respecto a la forma de establecerlo

durante la semana, las sesiones de fuerza se realizaron durante el primer y el segundo entrenamiento del microciclo, asegurando así que no se realizaban ambas sesiones en días consecutivos, es decir, se realizaban martes y jueves. Durante el periodo de intervención, la semana se llevó a cabo de la misma forma que hasta el momento, con 3 días de entrenamiento (martes, jueves y viernes) y un partido de competición oficial. Se informó a los jugadores de los cuales obtuvimos un consentimiento informado para la posterior participación en la investigación. El nombre de cada jugador participante fue codificado para asegurar el anonimato y confidencialidad.

Análisis estadístico

Los datos del presente TFM se mostraron como medias y desviaciones típicas y como frecuencias y porcentajes para las variables continuas y categóricas, respectivamente. La prueba T de Student (variables continuas) y Chi cuadrado (variables continuas) se emplearon para el estudio de las diferencias entre grupos. Para analizar las diferencias entre los valores antes y después de la intervención se llevó a cabo un análisis de varianza mixto siendo el factor entre grupos el programa de ejercicios isométricos (control vs experimental) y el factor intragrupos el tiempo de medida (pre y post-tratamiento). Las variables dependientes fueron: Síntomas y riesgo de lesiones en la HSM (cuestionario HaOS), potencia de miembro inferior (SJ y CMJ) y fuerza de los isquiosurales (SLHB). La variable independiente fue la intervención con ejercicios isométricos. También se analizó la interacción “grupo x tiempo de medida”. Para calcular el tamaño del efecto en el análisis exhaustivo de las posibles interacciones grupo x tiempo se empleó el estadístico d de Cohen. Un tamaño del efecto < 0.2 expresa una diferencia insignificante, una diferencia pequeña entre ≥ 0.2 y ≤ 0.5 , una diferencia moderada entre ≥ 0.5 y ≤ 0.8 y un valor ≥ 0.8 hace referencia a una amplia diferencia (Cohen, 1992). Los resultados se consideraron estadísticamente significativos a un valor de $p < 0.05$. Para el análisis estadístico se utilizó el software SPSS (SPSS Inc, Chicago, IL, USA) para Windows, versión 20.

Resultados

Una vez transcurrido el tiempo del período experimental, hubo tres pérdidas en el seguimiento, 2 en el GC (dejó el club, y la otra por una lesión no relacionada con el programa de entrenamiento) y una en el GE (dejó el club). Las características descriptivas generales antes del inicio de la intervención se muestran en la tabla 1. La media de edad de los participantes fue de 24.61 ± 6.22 años y el IMC se encuentra dentro de los parámetros de normopeso (22.84 ± 2.44 kg/m²). La mayor parte de los participantes era estudiante (44.44%), estaban solteros (83.33%), tenían estudios universitarios (y no eran fumadores 72.22% para ambos parámetros). El análisis al inicio de la intervención no mostró ninguna diferencia significativa entre grupos respecto a estas variables (tabla 1).

Tabla 1

Características Generales Descriptivas de los Participantes

	Total (n=18)		Control (n=9)		Experimental (n=9)		Valor p	
	Media	DT	Media	DT	Media	DT		
Edad	24.61	6.22	24.67	7.18	24.56	5.55	0.971	
IMC (kg/m ²)	22.84	2.44	22.25	2.13	23.44	2.71	0.317	
			Frec.	%	Frec.	%	Valor p	
Estado ocupacional	Estudiante	8	44.44	4	50.00	4	50.00	0.370
	Trabajador	7	38.89	4	57.14	3	42.86	
	Estudiante y trabajador	1	5.56	1	100.00	0	0.00	
	Desempleado	2	11.11	0	0.00	2	100.00	
Estado marital	Soltero	15	83.33	7	46.67	8	53.33	0.527
	Casado	3	16.67	2	66.67	1	33.33	
Estado educacional	Sin estudios	4	22.22	0	0.00	0	0.00	1.000
	Estudios primarios	10	55.56	2	50.00	2	50.00	
	Estudios secundarios	4	22.22	5	50.00	5	50.00	
	Estudios universitarios	13	72.22	2	50.00	2	50.00	
Fumador	No	13	72.22	6	46.15	7	53.85	0.599
	Sí	5	27.78	3	60.00	2	40.00	

Nota. DT: Desviación típica. Frec.: Frecuencia. IMC: Índice de Masa Corporal.

Respecto a las características relacionada con la práctica deportiva y (tabla 2), la media de experiencia jugando al fútbol de los participantes era de 15.33 ± 8.82 años y 16.11 ± 5.32 partidos como titular. Casi todos los participantes eran diestros (66.7%) y la mayoría no tienen antecedentes de lesiones en los músculos isquiosurales, pantorrilla, o rodilla, aunque un 61.11% afirmaron haber sufrido al menos un esguince de tobillo previo. El análisis pre-intervención no nos enseñó ninguna diferencia significativa entre grupos respecto a estas variables (tabla 2).

Tabla 2
Características Descriptivas Relacionadas con la Práctica del Fútbol de los Participantes

		Control (n=9)		Experimental (n=9)		Valor p		
		Media	DT	Media	DT		Media	DT
Experiencia jugando al fútbol (años)		15.33	8.82	16.11	9.75	14.56	8.29	0.720
Partidos jugados		16.11	5.32	14.22	6.57	18.00	3.00	0.145
Partidos jugados como titular		10.56	6.31	10.44	6.46	10.67	6.54	0.943
Partidos jugados como suplente		5.56	5.85	3.78	1.72	7.33	7.92	0.222
		Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Valor p
Dominancia	Izquierda	3	16.67	2	66.67	1	33.33	0.607
	Derecha	12	66.67	5	41.67	7	58.33	
	Ambas	3	16.67	2	66.67	1	33.33	
	Portero	2	11.11	1	50.00	1	50.00	
	Lateral	4	22.22	2	50.00	2	50.00	
Posición	Central	3	16.67	0	0.00	3	100.00	0.502
	Mediocentro	2	11.11	2	100.00	0	0.00	
	Media punta	3	16.67	2	66.67	1	33.33	
	Extremo	2	11.11	1	50.00	1	50.00	
	Delantero	2	11.11	1	50.00	1	50.00	
Lesión isquiosurales previa	No	14	77.78	7	50.00	7	50.00	1.000
	Sí	4	22.22	2	50.00	2	50.00	
Lesión LCA previa	No	17	94.44	9	52.94	8	47.06	0.303
	Sí	1	5.56	0	0.00	1	100.00	
Otra lesión de rodilla previa	No	13	72.22	7	53.85	6	46.2	0.599
	Sí	5	27.78	2	40.00	3	60.0	
Lesión pantorrilla previa	No	18	100.00	9	50.00	9	50.00	1.000
	Sí	0	0.00	0	0.00	0	0.00	
Esguince tobillo previo	No	7	38.89	2	28.57	5	71.43	0.147
	Sí	11	61.11	7	63.64	4	36.36	

Nota. DT: Desviación típica. Frec.: Frecuencia. LCA: Ligamento cruzado anterior.

Síntomas y riesgo de lesión de los músculos isquiosurales

La comparación entre grupos pre-intervención muestra que no hubo diferencias significativas respecto a ninguno de los apartados o preguntas del cuestionario HaOS. La tabla 3 presenta los datos relacionados con la primera parte de este cuestionario, y que hacen referencia a la historia de lesiones en los isquiosurales.

Tabla 3

Diferencias Pre-Intervención Respecto a la Parte 1 del Cuestionario HaOS

HaOS. Parte 1	Pierna izquierda					Pierna derecha					
	Grupo control		Grupo experimental		Valor p	Grupo control		Grupo experimental		Valor p	
	Frec.	%	Frec.	%		Frec.	%	Frec.	%		
Preg unta 1	0	5	50.00	5	50.00	0.766	6	50.00	6	50.00	0.717
	1	3	60.00	2	40.00		2	66.67	1	33.33	
	2	1	33.33	2	66.67		1	33.33	2	66.67	
	3	0	0	0	0		0	0	0	0	
	4	0	0	0	0		0	0	0	0	
	5	0	0	0	0		0	0	0	0	
Preg unta 2	>5	0	0	0	0	0.069	0	0	0	0	0.343
	0-6 meses	2	50	1	25		2	66.67	1	33.33	
	6-12 meses	0	0	0	0		1	33.33	0	0	
Preg unta 3	1-2 años	2	50	0	0	0.264	0	0	1	33.33	0.513
	2-3 años	0	0	3	75		0	0	1	33.33	
	4-7 días	2	50	1	25		2	66.67	1	33.33	
	1-4 semanas	2	50	1	25		1	33.33	1	33.33	
Preg unta 4.1	> 4 semanas	0	0	2	50	0.294	0	0	1	33.33	0.143
	No	1	25	3	60		0	0	3	75	
Preg unta 4.2	Si	3	75	2	40	1.000	3	100	1	25	0.709
	Casi nunca	2	66.67	2	66.67		2	66.67	1	50	
	A veces	1	33.33	1	33.33		1	33.33	1	50	
	Con frecuencia	0	0	0	0		0	0	0	0	

El análisis del cuestionario HaOS en su segunda parte (tabla 4) mostró que los valores post-intervención en el GC y GE para tanto los dominios como para la puntuación total de la pierna derecha y de la izquierda fueron superiores en comparación a los valores obtenidos en las mediciones pre-intervención (tabla 4), y más concretamente en la puntuación total del cuestionario HaOS para la suma de ambos miembros inferiores el GC experimentó un incremento en la puntuación (y por tanto una disminución del riesgo) de 5.53%, mientras que en el GE este incremento fue de 9.4%. Se pudieron apreciar cambios significativos de la variable de Tiempo en los dominios 3 ($p=0.021$), 4 ($p=0.038$), y 5 ($p=0.010$) de la pierna izquierda, en el dominio 5 de la pierna derecha ($p=0.032$), y puntuación total de la pierna izquierda ($p=0.011$) y total de ambas piernas ($p=0.046$). No se observaron cambios significativos en la variable de Grupo. Tampoco se encontraron cambios significativos en la interacción Grupo x Tiempo.

Potencia del miembro inferior

El estudio de la potencia de miembro inferior evaluada por las pruebas SJ y CMJ (tabla 5) nos indicó que no hubo diferencias significativas entre grupos en las medidas pre-intervención. También se pudo ver que todos los participantes mostraron mejorías tras el período de intervención, aunque la diferencia fue mayor en el GE que el GC (1.89 cm vs 0.31

cm respectivamente para SJ y 2.34 cm vs 0.86 cm respectivamente para el CMJ). No se encontraron diferencias significativas respecto al efecto principal para la variable Grupo ni para la interacción Grupo x Tiempo, aunque sí se pudieron observar para la variable Tiempo en ambos tests, $F(1,18)=23.801$, $p=0.001$, $\eta^2=0.575$ para la prueba SJ y $F(1,18)=6.136$, $p=0.001$, $\eta^2=0.566$ para la prueba CMJ.

Fuerza de los músculos isquiosulares

Finalmente, los datos obtenidos respecto a la fuerza de la HSM (tabla 5) nos mostraron que no hubo diferencias significativas entre ambos grupos antes del período de intervención. Además, en las medidas post-intervención, el grupo de participantes que recibieron el programa de entrenamiento con ejercicios isométricos mostraron valores muy superiores en relación a los obtenidos en las mediciones pre-intervención: pierna izquierda (-2.22 vs -8.39 repeticiones para GC y GE, respectivamente) e derecha (0.7 vs -9.52 repeticiones), así como en la fuerza en conjunto (-1.53 vs -17.91 repeticiones).

Tras el análisis de los datos obtenidos respecto a la fuerza de la HSM, los resultados nos indicaron que no se pudieron apreciar resultados significativos respecto al efecto grupo, mientras que sí se vieron para la variable efecto Tiempo en SJ ($p=0.001$), CMJ ($p=0.001$), y fuerza en ambas piernas ($p=0.040$). También se observaron interacciones significativas Grupo x Tiempo para la fuerza de pierna derecha, $F(1,18)=8.923$, $p=0.010$, $\eta^2=0.407$, y para la variable fuerza total, $F(1,18)=5.494$, $p=0.036$, $\eta^2=0.297$.

El análisis exhaustivo de esta interacción Grupo x Tiempo nos mostró que, respecto a la fuerza de la HSM en la pierna derecha, aparecieron diferencias significativas entre ambos grupos en la medida post-intervención, $t(13)=-3.664$, $p=0.003$, con un tamaño del efecto grande (d de Cohen=0.679), así como entre los valores pre y post-intervención en el GE $t(7)=-2.877$, $p=0.038$, con un tamaño del efecto grande (d de Cohen=0.521).

Del mismo modo, en relación a la fuerza total de la HSM, se pudieron apreciar diferencias significativas entre ambos grupos en la medida post-intervención, $t(13)=-3.719$, $p=0.003$, con un tamaño del efecto grande ($d=0.687$), así como entre los valores pre y post-intervención en el GE $t(7)=-2.522$, $p=0.038$, con un tamaño del efecto grande ($d=0.521$).

Tabla 4

Efectos del Entrenamiento de Fuerza con Ejercicios Isométricos sobre los Dominios y la Puntuación Total del Cuestionario HaOS

HaOS	Pre-intervención				Post-intervención				F	Grupo		Tiempo			Grupo x tiempo		
	Control		Experimental		Control		Experimental			Valor p	Eta ² parcial	F	Valor p	Eta ² parcial	F	Valor p	Eta ² parcial
	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT									
Dom. 1 izquierdo	83.33	21.65	75.00	25.00	85.71	24.40	87.50	23.15	0.000	1.000	0.000	4.603	0.051	0.262	1.421	0.255	0.099
Dom. 1 derecho	88.19	15.76	88.89	11.60	97.22	5.51	92.36	18.69	0.096	0.762	0.007	1.474	0.246	0.102	.205	0.658	0.015
Dom. 2 izquierdo	86.11	15.71	89.93	8.24	92.36	15.63	96.18	5.80	0.074	0.789	0.006	2.303	0.153	0.151	.499	0.492	0.037
Dom. 2 derecho	90.28	13.30	87.50	14.32	94.44	12.67	99.31	2.08	0.565	0.466	0.042	.895	0.361	0.064	.002	0.967	0.000
Dom. 3 izquierdo	76.39	30.26	83.33	19.76	87.50	21.65	97.22	5.51	0.444	0.517	0.033	6.860	0.021	0.345	.415	0.530	0.031
Dom. 3 derecho	83.75	20.28	83.27	12.81	90.97	16.21	94.79	8.08	0.000	1.000	0.000	0.353	0.562	0.026	.223	0.644	0.017
Dom. 4 izquierdo	83.33	21.65	75.00	25.00	85.71	24.40	87.50	23.15	0.068	0.799	0.005	5.329	0.038	0.291	2.231	0.159	0.146
Dom. 4 derecho	93.75	8.27	90.97	11.32	96.88	8.84	94.44	11.02	0.140	0.714	0.011	1.003	0.335	0.072	.355	0.562	0.027
Dom. 5 izquierdo	90.63	9.76	90.97	9.94	93.36	11.38	94.79	10.36	1.173	0.298	0.083	8.935	0.010	0.407	.110	0.745	0.008
Dom. 5 derecho	93.06	8.53	90.28	14.01	96.09	8.80	97.22	8.33	0.957	0.346	0.069	5.758	0.032	0.307	.399	0.539	0.030
Puntuación Total izquierdo	81.94	19.87	87.50	18.75	93.75	11.57	95.83	6.25	0.173	0.684	0.013	8.744	0.011	0.402	.611	0.449	0.045
Puntuación Total derecho	88.54	11.43	86.95	13.73	93.52	12.05	94.24	9.87	0.001	0.970	0.000	1.981	0.183	0.132	0.049	0.828	0.004
Puntuación Total ambos	86.15	15.06	85.11	12.92	91.68	11.76	94.51	5.82	0.085	0.775	0.006	4.860	0.046	0.272	0.237	0.635	0.018

Dom.: Dominio. HaOS: Hamstring Outcome Score. Dom 1: Síntomas. Dom 2: Inflamación/Molestias. Dom 3: Dolor. Dom 4: Función, Vida Diaria y Deporte. Dom 5: Calidad de vida.

Tabla 5*Efectos del Entrenamiento de Fuerza con Ejercicios Isométricos sobre la Fuerza de la Musculatura Isquiosural y Potencia del Tren Inferior*

	Pre-intervención				Post-intervención				Grupo			Tiempo		Grupo x tiempo			
	Control		Experimental		Control		Experimental		F	Valor p	Eta ² parcial	F	Valor p	Eta ² parcial	F	Valor p	Eta ² parcial
	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	F	Valor p	Eta ² parcial	F	Valor p	Eta ² parcial	F	Valor p	Eta ² parcial
SJ (cm)	27.34	5.48	29.87	3.21	27.65	5.32	31.76	2.69	3.403	0.088	0.207	17.616	0.001	0.575	0.509	0.488	0.038
CMJ (cm)	27.80	5.03	31.19	4.02	28.66	6.12	33.53	3.22	2.647	0.128	0.169	16.928	0.001	0.566	3.682	0.077	0.221
Fuerza pierna izquierda (rep)	17.78	8.61	23.11	10.43	20.00	7.37	31.50	5.37	4.428	0.055	0.254	4.103	0.064	0.240	2.102	0.171	0.139
Fuerza pierna derecha (rep)	20.56	8.31	22.11	10.97	19.86	7.97	31.63	4.14	2.074	0.173	0.138	4.617	0.051	0.262	8.923	0.010	0.407
Fuerza ambas piernas (rep)	38.33	16.32	45.22	18.82	39.86	15.06	63.13	8.77	3.591	0.081	0.216	5.175	0.040	0.285	5.494	0.036	0.297

CMJ: Salto con contramovimiento. Rep.: Repeticiones. SJ: Squat Jump.

Discusión

El objetivo principal de este estudio piloto fue analizar los efectos de un programa de entrenamiento con ejercicios isométricos durante 10 semanas sobre factores de riesgo de lesión en la HSM en jugadores de fútbol aficionados. Los resultados mostraron resultados significativos respecto a la fuerza muscular de la pierna derecha y la fuerza total. Además, se pudieron observar mejorías respecto al cuestionario HaOS y las pruebas de salto vertical, pero no alcanzaron la significación estadística. Estos resultados sugieren que incrementar el número de horas en programas de prevención podría ayudar a disminuir el riesgo de lesión en la HSM y aumentar el rendimiento físico en fútbol.

Síntomas y riesgo de lesión de los músculos isquiosurales

El dolor a la palpación y las molestias durante y después de los ejercicios (específicos del deporte), el dolor y las molestias durante las actividades diarias y el miedo a volver a lesionarse están asociados a las lesiones musculares (Jones et al., 2019; Van Der Horst et al., 2015). El cuestionario HaOS es útil para identificar a los jugadores con estos síntomas (van de Hoef et al., 2021). La principal diferencia de nuestro estudio en comparación con anteriores investigaciones (Engebretsen et al., 2008; Engebretsen et al., 2010; van de Hoef et al., 2021), es que hemos realizado un estudio longitudinal y las otras investigaciones son estudios de cohorte prospectivos cuyo objetivo era detectar factores de riesgo de la HSM en futbolistas.

Por tal razón, en el estudio de van de Hoef et al. (2021) los jugadores que habían sufrido una lesión en la temporada anterior y los jugadores que sufrieron una nueva lesión en la HSM (durante la nueva temporada) tenían en la puntuación total y la media de los dominios del cuestionario HaOS una puntuación menor que los jugadores sin lesión en la HSM. Lo mismo sucede en un estudio anterior (Engebretsen et al., 2010). Los resultados de nuestro estudio demuestran que los jugadores no tenían riesgo de sufrir una lesión en la HSM (debido a que su puntuación estaba $> 80\%$), es decir, nuestros resultados indican que los jugadores no experimentan síntomas malos, no presentan molestias y tampoco dolor, presentan una buena capacidad en su deporte y una calidad de vida correcta en cuanto a la HSM. Aunque, no se alcanzó la significación estadística, los participantes del GE experimentaron un aumento del 9.4% en la puntuación total del HaOS, lo que significaría una disminución evidente del riesgo de sufrir una lesión en la HSM.

Potencia del miembro inferior

Hay que tener en cuenta que el salto es una variable para evaluar la explosividad de las extremidades inferiores y las pruebas más comunes para evaluar a los deportistas son las pruebas de salto vertical tanto del SJ como del CMJ (Bogataj et al., 2020; Gallardo-Fuentes et al., 2016). Asimismo, la investigación de Venturelli et al. (2011) informaron por primera vez de que una ΔJH menor y negativa entre la altura del CMJ y del SJ es un factor de riesgo para la HSM.

Por ello, en el fútbol las indicaciones tácticas que mandan los entrenadores como, por ejemplo, el "pressing individual" y la "presión tras pérdida" para tener una recuperación inmediata del balón son consideradas acciones de alta intensidad, es decir, acciones explosivas (Križaj et al., 2019). Por tanto, se ha comprobado que un programa de entrenamiento excéntrico de 10 semanas en jugadores daneses, mejoró la altura del CMJ a lo largo del tiempo tanto en el GC como GE, pero el GE obtuvo mejores resultados (GE: 2.1 cm vs GC: 0.55 cm). Ocurre lo mismo con los resultados de nuestro estudio tras el programa de entrenamiento con ejercicios isométricos durante 10 semanas (GE: 1.89 cm vs GC: 0.31 cm para SJ y GE: 2.34 cm vs GC: 0.86 cm para el CMJ). En cualquier caso, estos resultados deben ser tomados con precaución

porque no se encontró significación estadística. Por otro lado, los resultados de los saltos verticales (SJ y CMJ) de nuestro estudio son inferiores en comparación a otras investigaciones (Krommes et al., 2017; Venturelli et al., 2011).

Esto puede ser debido a que los jugadores de nuestro estudio son jugadores aficionados en comparación con los jugadores de otros estudios que eran jugadores profesionales de élite (Krommes et al., 2017; Venturelli et al., 2011), donde la DAI que realizan los jugadores durante un partido separa a los futbolistas profesionales de primera clase mundial de los futbolistas amateurs (Mohr et al., 2003), es decir, esto se debe a que los futbolistas profesionales realizan más DAI y acciones explosivas que un jugador amateurs porque las demandas físicas de su competición son menores.

Fuerza de los músculos isquiosurales

Probar los isquiosurales en una capacidad más funcional similar a la última fase swing de carrera puede evaluar mejor la fuerza como factor de riesgo de lesión (Freckleton et al., 2014). El estudio llevado a cabo por Freckleton et al. (2014) desarrollaron una sencilla prueba clínica de campo para medir la fuerza de los isquiosurales conocida como la prueba SLBT. El uso del SLBT en el fútbol es escaso y sólo se ha utilizado dos veces en jugadores de fútbol juvenil (Mahnič et al., 2021; Rey et al., 2017).

En cuanto a la media de repeticiones en la pierna (izquierda y derecha) y la fuerza en ambas piernas los datos coinciden con anteriores investigaciones (Freckleton et al., 2014; Mahnič et al., 2021), pero el grupo que recibió el programa de entrenamiento con ejercicios isométricos mostraron valores muy superiores en relación a los anteriores estudios. Por otra parte, el estudio de Rey et al. (2017) mostraron valores más altos que los resultados de nuestro estudio. Esto podría explicarse por los niveles de fuerza relativa del jugador, que están relacionados con la masa corporal del individuo (Mahnič et al., 2021). Especialmente los jugadores de nuestro estudio eran más pesados en comparación con (72.1 kg vs. 68.3 kg) los jugadores del otro estudio (Rey et al., 2017). Aunque tras aplicar un programa de fuerza excéntrica en la HSM (GE1 vs GE2 vs GC) sus dos GE (que realizaron un programa de entrenamiento excéntrico) obtuvieron mejores resultados respecto a su GC.

Normalmente es habitual escuchar que una lesión muscular ha tenido una recuperación inadecuada, por tanto, la prevención de la primera lesión debería ser una prioridad, debido a que las recaídas provocan bajas deportivas significativamente más largas que las lesiones previas (Ekstrand et al., 2011). La explicación más probable de que una lesión previa sea un factor de riesgo tan constante es que las articulaciones o los músculos en cuestión no están completamente restaurados estructural y/o funcionalmente. Basándonos en esto, parece razonable sugerir que una cosa que los equipos pueden hacer, incluso en los niveles más bajos, es centrarse en mejorar la rehabilitación después de la lesión y aplicar unas líneas de actuación adecuadas para la vuelta al terreno de juego midiendo factores de riesgo de lesión de la musculatura (Engebretsen et al., 2008). Añadir, que los jugadores deberían someterse a un programa de rehabilitación y los expertos aconsejan que la "ausencia de dolor" es un criterio para volver a jugar con seguridad y para prevenir las recaídas (Engebretsen et al., 2008; Van Der Horst et al., 2015).

Por ello, recomendamos que todos los jugadores participen en programas de fuerza en la HSM. En un futuro, podría ser posible dirigir los programas de prevención a aquellos jugadores aficionados con mayor riesgo de lesión en esta musculatura (van de Hoef et al., 2021). Recordar, que las lesiones de los isquiosurales son un problema multifactorial, y se necesita un enfoque multifactorial para su prevención y tratamiento (Freckleton et al., 2014; Van Dyk et

al., 2017).

En el caso del cuestionario HaOS y saltos verticales tienen efectos beneficiosos, aunque no llegaron al rango de significación estadística, pero si detectamos diferencias significativas entre ambos grupos en la fuerza de la pierna derecha y la fuerza total de ambas piernas en la prueba SLBT, por tanto, podemos afirmar que un programa de entrenamiento de fuerza de 10 semanas parece ser un contenido excelente para reducir factores de riesgo en la HSM. Esto está en línea con el estudio de Rey et al. (2017) que tras aplicar un programa de entrenamiento excéntrico de 10 semanas obtuvo mejoras en su GE y Raya-González et al. (2021) que examinaron los efectos a corto y largo plazo de un programa de entrenamiento de fuerza en la prevención de lesiones musculares en jugadores de fútbol juvenil, reduciendo la incidencia de lesiones musculares durante su período de aplicación. Por consiguiente, la implementación de un programa de entrenamiento de fuerza en futbolistas parece ser una opción válida para reducir el riesgo de lesión (Petersen et al., 2011; Raya-González et al., 2021; van der Horst et al., 2015).

Los resultados obtenidos en este estudio indican que un programa de entrenamiento de fuerza con ejercicios isométricos aplicado como entrenamiento complementario para jugadores de fútbol aficionado puede reducir los factores de riesgo de la HSM a corto plazo en este grupo de deportistas. El programa de entrenamiento de fuerza fue especialmente diseñado para ser aplicado sin un equipo costoso, con el fin de implementarse masivamente en programas de entrenamiento de fútbol con equipos de categoría senior pertenecientes a equipos como la “Primera Andaluza Senior”. Los resultados actuales pueden ser de relevancia para jugadores, entrenadores e investigadores.

Limitaciones y futuras investigaciones

Este estudio presenta algunas limitaciones. En primer lugar, el bajo número de participantes incluidos por grupo hace que el poder estadístico de los resultados sea limitado y podría explicar que algunos resultados, a pesar de mostrar mejorías evidentes, no alcanzaron la significación estadística. Por otro lado, solo se midieron los resultados a corto plazo, es decir, inmediatamente después de la intervención. Se recomienda la realización de futuros estudios con un número de participantes mayor, que empleen varios indicadores de medida de potencia o fuerza y que evalúen los efectos a medio y largo plazo.

Conclusión

Los resultados de este estudio nos permiten concluir que la realización de un programa de ejercicios isométricos, sumado a su entrenamiento habitual, tiene efectos positivos en la prevención de lesiones de la musculatura isquiosural. Más concretamente, se encontraron beneficios estadísticamente significativos en la fuerza muscular evaluada con la prueba Single Leg Bridge Test. También se pudieron encontrar mejorías en las puntuaciones tanto en el cuestionario Hamstring Outcome Score como en la altura de los saltos verticales, aunque no alcanzaron la significación estadística, posiblemente en relación al tamaño de la muestra. Esto debe ser tenido en cuenta a la hora de interpretar los resultados, que deben ser considerados con precaución. Por lo tanto, se sugiere que la práctica de un programa de entrenamiento de fuerza con ejercicios isométricos antes de la sesión técnico-táctica no afecta negativamente a los futbolistas y podría reducir los factores de riesgo de lesión asociados a la musculatura isquiosural, y se recomienda la realización de futuros estudios con un mayor número de participantes.

Referencias

- Arnason, A., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 18(1), 40–48. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00634.x>
- Burgess, K. E., Connick, M. J., Graham-Smith, P., & Pearson, S. J. (2007). Plyometric vs. isometric training influences on tendon properties and muscle output. *Journal of strength and conditioning research*, 21(3), 986–989. <https://doi.org/10.1519/R-20235.1>
- Ekstrand, J., Häggglund, M., & Waldén, M. (2011). Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *The American journal of sports medicine*, 39(6), 1226–1232. <https://doi.org/10.1177/0363546510395879>
- Ekstrand, J., Waldén, M., & Häggglund, M. (2016). Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *British journal of sports medicine*, 50(12), 731–737. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095359>
- Engebretsen, A. H., Myklebust, G., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2010). Intrinsic risk factors for hamstring injuries among male soccer players: a prospective cohort study. *The American journal of sports medicine*, 38(6), 1147–1153. <https://doi.org/10.1177/0363546509358381>
- Freckleton, G., Cook, J., & Pizzari, T. (2014). The predictive validity of a single leg bridge test for hamstring injuries in Australian Rules Football Players. *British journal of sports medicine*, 48(8), 713–717. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092356>
- Gallardo-Fuentes, F., Gallardo-Fuentes, J., Ramírez-Campillo, R., Balsalobre-Fernández, C., Martínez, C., Caniuqueo, A., Cañas, R., Banzer, W., Loturco, I., Nakamura, F. Y., & Izquierdo, M. (2016). Intersession and Intrasession Reliability and Validity of the My Jump App for Measuring Different Jump Actions in Trained Male and Female Athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 30(7), 2049–2056. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001304>
- Jones, A., Jones, G., Greig, N., Bower, P., Brown, J., Hind, K., & Francis, P. (2019). Epidemiology of injury in English Professional Football players: A cohort study. *Physical therapy in sport: official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 35, 18–22. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.10.011>
- McGill, S. (2010). Core training: Evidence translating to better performance and injury prevention. *Strength & Conditioning Journal*, 32(3), 33–46. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181df4521>
- Petersen, J., Thorborg, K., Nielsen, M. B., Budtz-Jørgensen, E., & Hölmich, P. (2011). Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial. *The American journal of sports medicine*, 39(11), 2296–2303. <https://doi.org/10.1177/0363546511419277>
- Peterson, M. D., Rhea, M. R., & Alvar, B. A. (2004). Maximizing strength development in athletes: a meta-analysis to determine the dose-response relationship. *Journal of*

- strength and conditioning research*, 18(2), 377–382. <https://doi.org/10.1519/R-12842.1>
- Raya-González, J., Suarez-Arrones, L., Sanchez-Sanchez, J., Ramirez-Campillo, R., Nakamura, F. Y., & Sáez De Villarreal, E. (2021). Short and Long-Term Effects of a Simple-Strength-Training Program on Injuries Among Elite U-19 Soccer Players. *Research quarterly for exercise and sport*, 92(3), 411–419. <https://doi.org/10.1080/02701367.2020.1741498>
- Rey, E., Paz-Domínguez, Á., Porcel-Almendral, D., Paredes-Hernández, V., BarcalaFurelos, R., & Abelairas-Gómez, C. (2017). Effects of a 10-Week Nordic Hamstring Exercise and Russian Belt Training on Posterior Lower-Limb Muscle Strength in Elite Junior Soccer Players. *Journal of strength and conditioning research*, 31(5), 1198– 1205. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001579>
- Timmins, R. G., Bourne, M. N., Shield, A. J., Williams, M. D., Lorenzen, C., & Opar, D. A. (2016). Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): a prospective cohort study. *British journal of sports medicine*, 50(24), 1524–1535. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095362>
- van Beijsterveldt, A. M., Steffen, K., Stubbe, J. H., Frederiks, J. E., van de Port, I. G., & Backx, F. J. (2014). Soccer injuries and recovery in Dutch male amateur soccer players: results of a prospective cohort study. *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 24(4), 337–342. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000028>
- van der Horst, N., Smits, D. W., Petersen, J., Goedhart, E. A., & Backx, F. J. (2015). The preventive effect of the nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer players: a randomized controlled trial. *The American journal of sports medicine*, 43(6), 1316–1323. <https://doi.org/10.1177/0363546515574057>
- Van Hooren, B., & Bosch, F. (2017b). Is there really an eccentric action of the hamstrings during the swing phase of high-speed running? Part II: Implications for exercise. *Journal of sports sciences*, 35(23), 2322–2333. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1266019>
- Van Hooren, B., & Bosch, F. (2018). Preventing hamstring injuries-Part 2: There is possibly an isometric action of the hamstrings in high-speed running and it does matter. *Sport Perf Sci Rep*, 1, 1-5.
- Venturelli, M., Schena, F., Zanolla, L., & Bishop, D. (2011). Injury risk factors in young soccer players detected by a multivariate survival model. *Journal of science and medicine in sport*, 14(4), 293–298. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.02.013>
- World Health Organization (2000). *Obesity: preventing and managing the global epidemic*. Who technical report series.

Anexos

Anexo 1

Programa de Entrenamiento de Fuerza con Ejercicios Isométricos

Ejercicios	Semanas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Split step	2 x 3 C/L x 6''	3 x 3 C/L x 6''	3 x 5 C/L x 8''	2 x 4 C/L x 6''	3 x 4 C/L x 6''	2 x 3 C/L x 6''	3 x 3 C/L x 6''	2 x 4 C/L x 8''	3 x 4 C/L x 6''	3 x 5 C/L x 8''
Prone bridge	2 x 4 x 8''	3 x 5 x 8''	3 x 4 x 8''	2 x 4 x 8''	3 x 4 x 8''	2 x 4 x 8''	3 x 4 x 8''	2 x 4 x 8''	3 x 3 C/L x 6''	3 x 3 C/L x 10''
Supine straight	2 x 4 x 6''	3 x 4 x 6''	3 x 5 x 10''	2 x 4 C/L x 8''	3 x 4 C/L x 8''	2 x 4 C/L x 8''	3 x 4 C/L x 8''	2 x 4 C/L x 8''	3 x 4 C/L x 8''	3 x 5 C/L x 8''
Side bridge	2 x 2 C/L x 8''	3 x 2 C/L x 8''	3 x 2 C/L X 8''	2 x 2 C/L x 8''	3 x 2 C/L x 8''	2 x 3 C/L x 4''	3 x 3 C/L x 8''	2 x 3 C/L x 4''	3 x 3 C/L x 8''	3 x 3 C/L x 8''

Nota. 2 x 3 x 8'' significa 2 series de 3 repeticiones con una duración de 8 segundos, mientras que 2 x 2 C/L x 8'' significa 2 series de 2 repeticiones cada lado con una duración de 8 segundos.

Anexo 2

Variantes de los ejercicios isométricos

Split step squat



Prone bridge



Supine straight leg bridge



Side bridge



Nota. Los ejercicios están ordenados por orden de intensidad, es decir, el primer ejercicio se encuentra en la esquina superior izquierda siendo el ejercicio de menor dificultad y finaliza la progresión con el ejercicio de mayor intensidad, correspondiente al lado derecho de la esquina inferior.

Fecha de recepción: 14/06/2023

Fecha de revisión: 03/07/2023

Fecha de aceptación: 11/07/2023



Cómo citar este artículo:

Andrade-Lara, K. & Millán García, R. (2023). Bike desk una propuesta de intervención para mejorar el nivel de actividad física y el rendimiento cognitivo en escolares de Educación Primaria. *MLS Sport Research*, 3(1), 59-73. doi: 10.54716/mlssr.v3i1.2238.

BIKE DESK UNA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN PARA MEJORAR EL NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA Y EL RENDIMIENTO COGNITIVO EN ESCOLARES DE EDUCACIÓN PRIMARIA

Karina Andrade Lara

Universidad de Jaén (España)

karinandrade9011@gmail.com · <https://orcid.org/0000-0001-9804-1318>

Rafael Millán García

Universidad de Jaén (España)

rmg00102@red.ujaen.es · <https://orcid.org/0009-0004-0102-9048>

Resumen. El objetivo de este estudio fue analizar el efecto de 5 semanas de pedaleo interactivo durante las clases en la condición física, aptitudes escolares y creatividad en niños de Educación Primaria. Un total de 89 niños (rango de edad = 10-12 años) participaron en este estudio, aunque debido a la pandemia del COVID-19 solo 37 alumnos se pudieron considerar para el análisis de los resultados. Los estudiantes fueron asignados al azar a dos grupos, grupo experimental (GE) y grupo de control (GC). El GE realizó un programa de pedaleo de intensidad moderada a vigorosa con compromiso cognitivo durante 5 semanas, 4 días a la semana. Se evaluaron la aptitud física, las aptitudes escolares y la creatividad. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos en cuanto a creatividad se refiere. El GC experimentó mejoras significativas en el cálculo y el total TEA. Además, ambos grupos mostraron mejoras significativas en el test del salto horizontal. En conclusión, la implementación de pedaleadores no interfiere con el rendimiento académico de los escolares por lo que puede ser un medio efectivo para la mejora de los niveles de actividad física del alumnado.

Palabras clave: Pedaleo interactivo, condición física, aptitudes escolares, creatividad.

BIKE DESK AN INTERVENTION PROPOSAL TO IMPROVE THE LEVEL OF PHYSICAL ACTIVITY AND COGNITIVE PERFORMANCE IN PRIMARY SCHOOL CHILDREN

Abstract. The aim of this study was to analyze the effect of 5 weeks of interactive pedaling during classes on physical fitness, school skills and creativity in primary school children. A total of 89 children (age range = 10-12 years) participated in this study, although due to the COVID-19 pandemic only 37 students could be considered for the analysis of the results. The students were randomly assigned to two groups, experimental group (EG) and control group (CG). The GE performed a moderate to vigorous intensity cycling program with cognitive engagement for 5 weeks, 4 days a week. Physical fitness, school skills and creativity were assessed. No significant differences were found between groups in terms of creativity. The CG experienced significant improvements in numeracy and total ASD. In addition, both groups showed significant improvements in the horizontal jump test.

In conclusion, the implementation of pedal machines does not interfere with the academic performance of schoolchildren and can therefore be an effective means of improving students' physical activity levels.

Keywords: Interactive pedaling, physical fitness, school skills, creativity.

Introducción

Es bien sabido que, en el siglo XXI, la obesidad infantil sigue siendo uno de los problemas de salud pública más importantes (Yi et al., 2019). Este problema es a nivel mundial por lo que afecta a muchos países. Es probable que los niños obesos y con sobrepeso se conviertan en adultos obesos, lo que conlleva a una mayor tendencia de padecer enfermedades comunes en las personas adultas como son la diabetes, hipertensión arterial y enfermedades cardiovasculares en edades más tempranas, así como diversos tipos de cáncer (Muñoz y Arango, 2017). En consecuencia, es fundamental dar prioridad a la prevención de la obesidad infantil debido a que este problema mundial es, por lo general, prevenible.

Las personas que dedican mayor tiempo a la actividad física (AF) muestran menores riesgos de desarrollar síndrome metabólico, enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer, hipertensión, obesidad y problemas de salud mental, como ansiedad y depresión (Belmonte Darraz et al., 2021; Esteban-Cornejo et al., 2015; Parvin et al., 2020; Wu et al., 2022). Los beneficios de la actividad física son múltiples, siendo su principal objetivo la mejora de la condición física en las diferentes poblaciones (Cobo-Cuenca et al., 2019; Huang et al., 2019; Kritsilis et al., 2018; Ruiz et al., 2006) pero además, la evidencia de las últimas décadas ha mostrado la influencia de la práctica regular de actividad física en la mejora de la calidad de vida (Arbinaga et al., 2011; Ruiz et al., 2016), mejora en los procesos cognitivos (Bahdur et al., 2019; Kvalø et al., 2019; Latorre-Román et al., 2020; Van Der Niet et al., 2016), mejora de las relaciones sociales y personales (Alves Donato et al., 2021; Gentile et al., 2011) y mecanismo de prevención para las enfermedades degenerativas (Buchman et al., 2020; Ma et al., 2022; Soulard et al., 2021).

Es por ello que la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que los niños y jóvenes con edades comprendidas entre los 5 y 17 años realicen como mínimo 60 minutos al día en actividades físicas de intensidad moderada a vigorosa, con el objetivo de mejorar las funciones cardiorrespiratorias, musculares y de salud ósea (OMS, 2021, párr. 2-3). En España, tan solo se imparten clases de Educación Física 2 horas semanales, lo que dificulta que el alumnado pueda cumplir con estas recomendaciones el resto de los días de la semana.

Varios estudios demuestran los efectos agudos positivos del ejercicio en varias funciones ejecutivas (FE) y variables cognitivas en alumnado de Educación Primaria, como control inhibitorio, creatividad, cambio, atención y memoria (Berrios Aguayo et al., 2018, 2019; Latorre Román et al., 2018; Peruyero et al., 2017; Tsukamoto et al., 2016). Además, estudios previos han mostrado beneficios en la cognición después de diferentes programas de AF escolares (Fisher et al., 2011; Lind et al., 2018). Además, a medida que las personas envejecen, se acelera el deterioro de la reserva funcional (cognitivo-motora), incrementando la variabilidad motora a lo largo de la vejez, siendo la AF a través de las tareas duales, un predictor de salud para prevenir la prevalencia de sufrir caídas en poblaciones mayores (Grobe et al., 2017; Wollesen et al., 2017).

En este sentido, las tareas duales, representan una gran oportunidad para mejorar la capacidad cognitiva y atencional de los escolares, ya que una tarea dual, hace referencia a la capacidad que posee una persona para realizar dos tareas (motora-cognitiva) simultáneamente

(Plummer et al., 2011). Los beneficios positivos de las tareas duales se focalizan en la habilidad de los estudiantes de mantener la atención frente a estímulos internos o externos que se presentan en los procesos de aprendizaje (Theill et al., 2013).

Algunos estudios previos emplearon métodos no validados para analizar el vínculo entre los niveles de AF y los de cognición del alumnado, basándose en ensayos a corto plazo, no aleatorizados y con muestras pequeñas (Donnelly et al., 2016).

Es por ello que, a día de hoy, no se puede evidenciar que haya efectos beneficiosos de las intervenciones de AF sobre el aprendizaje cognitivo. A tal efecto, aún no se ha validado la presunción de que la AF tendrá beneficios en el ámbito de aprendizaje escolar (Donnelly et al., 2016).

La mayoría de los escolares en España se sientan unas de 20 horas por semana en promedio. Investigadores que observan el lugar de trabajo y el entorno de la Educación Primaria con estaciones de trabajo activas para combatir el comportamiento sedentario han mostrado una cognición mejorada sin distracciones (Ojo et al., 2018).

Teniendo en cuenta la información anterior nos planteamos como el principal objetivo de esta investigación fue como analizar el efecto de 5 semanas de pedaleo interactivo durante las clases en la condición física, aptitudes escolares y creatividad en niños de Educación Primaria. La hipótesis que planteamos fue que aquellos niños expuestos a este programa de entrenamiento mejorarían tanto las capacidades físicas como las capacidades cognitivas analizadas.

Método

En el estudio participaron 89 escolares, 51 niñas y 38 niños. Los niños fueron seleccionados de un centro escolar de la provincia de Córdoba. La estructuración de los grupos, tanto control (GC) como grupo experimental (GE) se hizo de manera randomizada. Se establecieron como criterios de inclusión el no padecer enfermedad o trastornos físico, mental o intelectual. Los padres y madres y/o tutores legales del niño o de la niña debían dar el consentimiento para participar y el estudio se ajustó a los criterios éticos de la declaración de Helsinki (2013). Debido a la situación de la pandemia del COVID-19, finalmente sólo 37 niños se pudieron considerar para el análisis de datos, 19 en el GC y 18 en el GE.

Los padres completaron un cuestionario sociodemográfico con información sobre el estado civil, los niveles de estudio y el nivel socioeconómico. La altura (cm) se midió con un estadiómetro (Seca 222, Hamburgo, Alemania) y el peso con una balanza (Seca 899, Hamburgo, Alemania). El índice de masa corporal (IMC) se calculó dividiendo el peso (en kilogramos) por la altura al cuadrado (en metros).

Condición Física: Para la capacidad aeróbica, se realizó el test de Léger (Léger et al., 1988), que consistió en una carrera de ida y vuelta multietapa de 20 m con velocidad creciente en cada carrera, indicando el ritmo con señales audibles; el mejor resultado corresponde al mayor número de etapas realizadas. Además, para medir la fuerza explosiva de la parte inferior del cuerpo, se utilizó el test de salto horizontal (J. R. Ruiz et al., 2011), que consiste en un salto horizontal a dos piernas en el que se pueden emplear la ayuda de la acción de los brazos. La mejor puntuación fue la distancia alcanzada (entre el despegue y el talón del pie más cercano en el aterrizaje), una distancia menor indica un bajo rendimiento. La prueba se realizó dos veces y la mejor puntuación se registró en centímetros.

Pruebas Cognitivas: Las habilidades escolares fueron evaluadas por Test de aptitudes escolares (TEA) (Ruiz Alva, 2014). Esta prueba evalúa la inteligencia desde el enfoque clásico que la entiende como la aptitud del sujeto para aprender. Se divide en 3 niveles sobre el desempeño en las tareas escolares. Cada nivel explora 3 habilidades escolares fundamentales: verbal, numérica y razonamiento.

La habilidad verbal se evalúa mediante imágenes (identificación verbal de la imagen), diferentes palabras (razonamiento verbal) y vocabulario (comprensión verbal); la suma de estas partes comprende la aptitud verbal total (valores máximo y mínimo = 0-50). Por otro lado, la suma de razonamiento (valores máximos y mínimos = 0-27) y habilidades numéricas (valores máximos y mínimos = 0-55) es el total de aptitudes no verbales (valores máximos y mínimos = 0-42).

Finalmente, la suma de habilidades verbales y no verbales es la puntuación total que mide la aptitud escolar real (valores máximo y mínimo = 0-132). Para evaluar cualquier aptitud se dispone de un tiempo máximo para realizar. Cuando se acabó el tiempo, los niños tuvieron que dejar de escribir. En cuanto a la confiabilidad de la consistencia interna, esta prueba arrojó un alfa de Cronbach = 0.86 para el componente verbal; Alfa de Cronbach = 0,82 para numérico; Alfa de Cronbach = 0,93 para el razonamiento y alfa de Cronbach = 0,92 para la puntuación total (Ruiz Alva, 2014).

Para evaluar la capacidad creativa se utilizó el Test de Pensamiento Creativo de Torrance (TTCT Torrance Thinking of Creative Test). El test fue desarrollado por Torrance y sus colaboradores en 1966. Después ha sido revisado en diferentes momentos, 1974, 1984, 1990 y 1998. Consta de dos pruebas independientes, el TTCT-Verbal y el TTCT-Figurativo, cada una de ellas con dos formas paralelas, A y B. En nuestro trabajo hemos utilizado el TTCT-Figurativo (forma A), cuyo objetivo es evaluar las producciones creativas a través de dibujos y composiciones. Consta de tres subtests: componer un dibujo, acabar un dibujo y líneas paralelas. En el primero, componer un dibujo, se le pide al niño que realice un dibujo a partir de una forma dada, consistente en un trozo de papel adhesivo de color. El papel, según el autor, podría parecerse a una lágrima, un huevo o a una pera. Hay que destacar que si el niño no pone título no se puede calificar.

El objetivo es dar una finalidad a algo que previamente no tenía. Las habilidades que se valoran con este primer subtest son: a) originalidad, consistente en considerar las respuestas novedosas, no familiares e inusuales; y b) elaboración, se refiere a la cantidad de detalles que el niño añade al dibujo con el objetivo de embellecerlo.

El segundo subtest, acabar un dibujo, consta de 10 trazos, a partir de los cuales el niño tiene que utilizarlos realizando diferentes dibujos y poniéndoles un título. Se evalúa la elaboración (número de detalles añadidos al dibujo), la originalidad (respuestas inusuales y poco convencionales), la flexibilidad (variedad de categorías en las respuestas) y en menor grado la fluidez (número de dibujos con título realizados). El tercer y último subtest, las líneas paralelas, consta de 30 pares de líneas paralelas. El objetivo es hacer tantos dibujos como se puedan a partir de las líneas. Se mide la fluidez (aptitud para hacer asociaciones múltiples a partir de un estímulo único); la flexibilidad (capacidad para cambiar el patrón o estructura de las composiciones), originalidad (habilidad para realizar estructuras diferentes y poco familiares) y elaboración (habilidad para añadir detalles a las estructuras realizadas con las líneas paralelas) (Torrance, 1974).

Procedimiento

Después de obtener los permisos correspondientes en la escuela y los consentimientos informados de los padres, procedimos a la aplicación de la batería de pruebas. Todas las pruebas

se realizaron en escuelas - instalaciones deportivas y aulas - y fueron supervisadas por investigadores propios, con la presencia de profesores. En tres sesiones separadas, con 48 horas de diferencia, un equipo de investigadores previamente capacitados para realizar las diferentes pruebas evaluó a los participantes.

Durante la primera sesión se registraron la prueba de salto de longitud en bipedestación (dos intentos, se registró el mejor intento) y el test de Leger (un ensayo) y seguidamente después, los niños indicaron su nivel de percepción del esfuerzo mediante la escala de Borg (Borg, 1970). Antes de las sesiones de prueba, los niños realizaron un calentamiento típico que consistía en cinco minutos de carrera de baja intensidad y cinco minutos de ejercicio general (es decir, saltos, levantamiento de piernas, carrera lateral y rotaciones de brazos de adelante hacia atrás). Los niños se sintieron motivados y alentados a alcanzar la mejor puntuación posible en cada prueba. En una tercera sesión, los estudiantes fueron evaluados sobre los diferentes cuestionarios. Los cuestionarios se cumplimentaron de forma individual y en presencia de investigadores, respetando la confidencialidad de los datos y aclarando las dudas surgidas. La toma de datos se realizó durante el Estado de Alarma, en este caso de abril a mayo del 2021.

Intervención

Una vez comprobada la viabilidad de la instalación de los pedaleadores (Bike desk) (ver figura 1) y garantizando que su uso no perjudicaba el desarrollo normal de las diferentes clases, se procedió a la instalación de 3 *bike desks*, modelo Wakeman Under Desk Bike Pedal Exerciser en diferentes aulas de tal manera que hubiera representación de los 3 cursos participantes, 4º, 5º y 6º de Educación Primaria.

Figura 1

Ilustración del Bike Desk



Los participantes en el GE realizaron 4 veces por semana (lunes, martes, jueves y viernes) un programa de pedaleo estático durante las clases entre 4 a 5 semanas. Cada aula tenía

establecido un horario de pedaleo de forma que este coincidiera con las materias impartidas dentro de las clases, siendo supervisado en todo momento por el profesorado de cada materia. Los profesores y alumnos fueron previamente informados sobre el protocolo y el funcionamiento de los pedaleadores, siendo de vital importancia registrar los datos obtenidos de cada alumno en su ficha personal, proporcionada por el investigador, tras la hora de pedaleo. En dicha ficha apuntaban el tiempo de pedaleo, las calorías quemadas y el número de vueltas de pedaleo. Además, se diseñó un programa de intensidad regulando los pedaleadores, siendo la primera semana de pedaleo un nivel menos intenso, la segunda y tercera semana un nivel mayor y las dos últimas semanas se aumentó aún más la intensidad. Durante estas 5 semanas, el grupo control no realizó ningún programa de intervención.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron utilizando SPSS, v.19.0 para Windows (SPSS Inc, Chicago, EE. UU.) Y el nivel de significación se estableció en $\alpha = 95\%$. Los datos se muestran como estadísticas descriptivas que incluyen la media, la desviación estándar (DE) y los porcentajes. Se realizaron pruebas de distribución normal y homogeneidad (Kolmogorov-Smirnov y Levene, respectivamente) en todos los datos antes del análisis. Se utilizó una prueba de chi-cuadrado y t de Student para comparar variables demográficas entre grupos. Se realizó un análisis de varianza 2x2 (ANOVA) con medidas repetidas (medida x grupo) para las variables dependientes (aptitud escolar, creatividad y condición física). Además, los tamaños del efecto para las diferencias de grupo se expresaron como d de Cohen (Cohen, 2013). Los tamaños del efecto se informan como: trivial ($<0,2$), pequeño ($0,2-0,49$), mediano ($0,5-0,79$) y grande ($\geq 0,8$)

Resultados

En la tabla 1 se exponen los resultados descriptivos del GC y GE en cuanto a edad, variables antropométricas y media de pasos realizados durante el protocolo de intervención. No se observan diferencias significativas entre grupos.

Tabla 1

Edad, medidas antropométricas y nivel de actividad física por sexos

	GC	GE	p-valor	Cohen's d
	Media (DT)	Media (DT)		
Edad	10.73 (0.87)	10.77 (0.73)	0.878	0.051
Peso (Kg)	40.73 (11.29)	40.03 (9.92)	0.855	0.067
Talla (cm)	143.65 (12.56)	143.50 (9.84)	0.970	0.013
IMC (Kg/m ²)	19.17 (2.99)	18.99 (2.46)	0.859	0.067
Pasos diarios	7376.18 (1935.15)	7665.15 (2369.68)	0.791	0.137

Nota. GC= grupo control; GE= grupo experimental.

En la tabla 2 se exponen los valores de pedaleo durante la intervención.

Tabla 2

Estadísticos descriptivos del rendimiento en pedaleo durante la intervención en el GE

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Semanas de pedaleo (días)	4,00	5,00	4,55	0,41618
Nº de pedaleos (ciclos)	708,90	5247,05	2394,37	1326,79
Tiempo de pedaleo (min)	17,047	44,25	31,58	8,58
Frecuencia de pedaleo (ciclos por minuto)	40,94	122,19	71,17	24,63

En la tabla 3 se indican los resultados en el pretest y posttest del GC y GE tanto en las variables de condición física como cognitivas. En el análisis tiempo grupo se observa que solo el GC experimenta una mejora significativa en la dimensión cálculo y en la puntuación total del TEA. A su vez ambos grupos muestran una mejora significativa en el rendimiento del salto horizontal.

Tabla 3

Resultados en las variables de condición física y cognitivas

Grupos	Grupos	Pre-test Mean (SD)	Post-test Mean (SD)	p-valor (Tiempo x grupo)	Cohen's d
Test de Léger (periodo)	GC	3.23 (0.88)	3.36 (0.95)	0.607	0.141
	GE	4.27 (2.00)	4.16 (1.73)	0.672	0.058
p-valor (Grupo x tiempo)		0.047	0.089		
Cohen's d		0.698	0.593		
Salto horizontal (cm)	GC	123.05 (15.38)	134.68 (15.39)	0.000	0,755
	GE	128,22 (19.81)	136,00 (21.01)	0.001	0.381
p-valor (Grupo x tiempo)		0.381	0.829		
Cohen's d		0.300	0.074		
Escala de Borg (0-10)	GC	7.13 (2.85)	7.78 (2.27)	0.487	0.252
	GE	6.97 (7.05)	6.50 (2.06)	0.629	0.090
p-valor (Grupo x tiempo)		0.863	0.080		
Cohen's d		0.030	0.606		
Vocabulario	GC	10.52 (3.50)	11.15 (3.76)	0.223	0.173
	GE	9.44 (3.69)	8.83 (3.95)	0.251	0.159
p-valor (Grupo x tiempo)		0.367	0.076		
Cohen's d		0.309	0.619		
Razonamiento	GC	17.05 (5.43)	18.15 (5.39)	0.320	0,203
	GE	17.11 (4.15)	17.94 (5.36)	0.464	0.173
p-valor (Grupo x tiempo)		0.971	0.905		
Cohen's d		0.012	0.040		
Cálculo	GC	37.10 (13.30)	43.21 (9.43)	0.003	0.529
	GE	38.77 (11.88)	39.72 (8.15)	0.635	0.093
p-valor (Grupo x tiempo)		0.690	0.238		
Cohen's d		0.135	0.406		
Total TEA (0-132)	GC	85.21 (22.76)	94.63 (18.61)	0.000	0.453
	GE	84.00 (18.66)	86.27 (16.83)	0.318	0.127
p-valor (Grupo x tiempo)		0.861	0.162		
Cohen's d		0.059	0,483		
Test de Torrance	GC	190.05 (62.57)	194.47 (57.89)	0.569	0.073
	GE	184.38 (60.97)	195.11 (56.72)	0.184	0.182
p-valor (Grupo x tiempo)		0.782	0.973		
Cohen's d		0.094	0.011		

Discusión y conclusiones

Finalmente, se presentarán en un último apartado las conclusiones del artículo y posteriormente las principales conclusiones. En su caso, se incluirán limitaciones y propuestas de continuidad.

El principal objetivo de esta investigación fue analizar el efecto de 5 semanas de pedaleo interactivo durante las clases ordinarias escolares en la condición física, aptitudes escolares y creatividad en niños de Educación Primaria. Nuestro principal hallazgo fue que la hipótesis planteada no se pudo demostrar. El protocolo planteado fue insuficiente para provocar mejoras significativas en la condición física y las capacidades cognitivas al margen de las que se hubieran producido debido al proceso escolar. Es destacar que incluso el GC mejoró la puntuación total en el TEA.

Otro hallazgo relevante fue que teniendo en cuenta que los niños y adolescentes que hacen <12 000 pasos / día se podrían considerar físicamente inactivos (Colley et al., 2012), los niños tanto del GE y GC se podría clasificar de esta manera ya que realizaron sobre 7500 pasos diarios. Sin embargo, la introducción del pedaleador durante las clases incrementó los niveles de actividad física semanales de los participantes del GC en 126 minutos de promedio. De esta forma, han podido cumplir con uno de las principales recomendaciones de la OMS en cuanto a actividad física se refiere, realizar al menos una media de 60 minutos diarios de actividad física de intensidad moderada a vigorosa.

Aunque existen estudios previos que demuestran el efecto agudo (Berrios Aguayo et al., 2019; Latorre Román et al., 2018; Peruyero et al., 2017) y crónico (Aadland et al., 2019; Ludyga et al., 2018; Latorre et al., 2021) de la actividad física en los procesos cognitivos, estos estudios se han realizado al margen de la propia dinámica de la clase escolar formal, es decir, o en el recreo o entre clases, o extraescolarmente. Además, otros estudios previos no mostraron efectos significativos de la AF en los procesos cognitivos. Kvalø y col. (2017) no encontraron diferencias significativas en niños de 10-11 años que realizaron clases académicas físicamente activas, descansos físicamente activos y tareas físicamente activas durante 10 meses en su EF. Además, Donnelly et al. (2016) informaron que ningún estudio que examinó el uso de descansos para AF en el aula mostró resultados positivos en el rendimiento académico.

Aunque los resultados de nuestro estudio están en consonancia con las conclusiones aportadas por Sui et al., (2019) en una reciente revisión y que indican que las estaciones de trabajo activas no parecen disminuir el rendimiento en el lugar de trabajo; aunque las estaciones de trabajo en bicicleta pueden disminuir algunos aspectos de la productividad y el rendimiento, pero esto podría ser debido a la falta de familiaridad con las estaciones de trabajo. De igual manera a los hallazgos de este estudio, otros autores señalaron que el ciclismo de baja intensidad durante un curso universitario mantuvo el rendimiento académico de los estudiantes y posiblemente redujo el tiempo de comportamiento sedentario semanal (Joubert et al., 2017). Recientemente, un estudio con escolares españoles de Educación Secundaria muestra que tras 4 semanas de pedaleo en la clase de matemáticas, 4 veces a la semana, produjo una mejora en el rendimiento del test de Leger pero no de la competencia matemática (Polo-Recuero et al., 2020).

Una posible explicación a los resultados de este estudio se podría deber al diseño de la actividad, una actividad dual (paradigma de “Dual Task”), en la que se ha demostrado previamente que una de las dos actividades, física o cognitiva, se ve perjudicada. Así, la coordinación de una tarea motora y cognitiva puede resultar en una disminución del rendimiento en una o ambas tareas, en relación con el rendimiento de cada tarea por separado (Schott & Klotzbier, 2018). Las tareas duales durante la locomoción, por ejemplo durante la marcha, cuando se pide a las personas que caminen y simultáneamente realicen otra tarea

cognitivamente exigente como recitar palabras o cálculos, pueden representar un nuevo enfoque metodológico para la evaluación de la función cerebral a través de la interferencia cognitivo-motora (Klotzbier & Schott, 2017; Montero-Odasso et al., 2014). Se han utilizado dos teorías para explicar los efectos de la doble tarea en la marcha, la teoría del intercambio de capacidad propone que los recursos de atención tienen una capacidad limitada y deben compartirse entre dos tareas y la teoría del cuello de botella que propone que dos tareas que se realizan simultáneamente solo se pueden realizar de forma secuencial lo que a su vez puede conducir a una disminución del rendimiento en una o ambas tareas (Hagmann-von Arx et al., 2016). Es decir, se produce un empeoramiento del rendimiento, conocido como costo de doble tarea, es decir, hay una reducción del rendimiento en el rendimiento de doble tarea, en comparación al desempeño de una sola tarea) (Rabaglietti et al., 2019).

De acuerdo con Gallotta et al., (2014) es posible que sean necesarios más estudios, de naturaleza ecológica, en los que se prueben diferentes componentes de la carga de entrenamiento (duración del ejercicio, la intensidad del ejercicio, la condición física de los participantes y el tipo específico de ejercicios físicos) para dilucidar el verdadero efecto de la actividad física en los procesos cognitivos de escolares. Además, los estudios previos fueron muy diversos, la duración de las intervenciones varió de 8 semanas a 3 años, ocurriendo a través del aumento de AF, con lecciones de actividad física en el aula, descansos de AF en el aula, AF adicional en la escuela, un programa de acondicionamiento físico extracurricular, en laboratorio o entorno escolar (Donnelly et al., 2016).

Finalmente cabe destacar la reciente revisión realizada por Guirado et al., (2021) en la que destacan que se produce alrededor de un 36% en gasto de energía para los “cycling desks”, a su vez los niños aumentaron el control inhibitorio y la capacidad de atención selectiva mientras pedaleaban en el pupitre. Aunque estos mismos autores indican una calidad heterogénea de diseño y de resultados que limitaban las comparaciones y conclusiones para cada “pupitre activo”; aunque a pesar de la falta de una metodología sólida para los estudios incluidos, los pupitres activos parecen ser una intervención prometedora en las aulas para mejorar los resultados relacionados con la salud.

Una de las principales limitaciones de este estudio fue la alta “mortalidad experimental” debido a los confinamientos producidos en el Centro Escolar por la pandemia del COVID-19, lo que restó potencia estadística y la posibilidad de realizar una intervención más prolongada. Cabe destacar el no poder controlar las intervenciones por ser un sujeto ajeno al centro, pudiendo esto influir en los resultados obtenidos. Además, se distinguen problemas de validación externa al estar centrado únicamente en un centro escolar y en un rango de edad no muy amplio. Sin embargo, como fortalezas de este estudio destacamos que se han podido llevar a cabo todas las pruebas previstas a pesar de los inconvenientes, por lo que se ha podido completar la investigación.

A modo de conclusión y de acuerdo con (Torbeyns et al., 2017) como la implementación de pedaleadores en el aula no interfirió con el rendimiento académico de los escolares, esta estrategia puede verse como un medio eficaz para reducir el sedentarismo en el aula a la vez que podría mejorar la salud física de los niños, mejorando el tiempo que transcurren sentados y cumpliendo así con las recomendaciones mundiales de la OMS. Sin embargo, apreciamos que se necesita más tiempo de intervención para poder obtener mejores resultados y poder comparar con un mayor número de sujetos.

Referencias

- Aadland, K. N., Ommundsen, Y., Anderssen, S. A., Brønnick, K. S., Moe, V. F., Resaland, G. K., Skrede, T., Stavnsbo, M., & Aadland, E. (2019). Effects of the Active Smarter Kids (ASK) Physical Activity School-based Intervention on Executive Functions: A Cluster-Randomized Controlled Trial. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 63(2), 214–228. <https://doi.org/10.1080/00313831.2017.1336477>
- Alves Donato, A., Waclawovsky, A., Tonello, L., Firth, J., Smith, L., Stubbs, B., Schuch, F., & Boulosa, D. (2021). Association between cardiorespiratory fitness and depressive symptoms in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Affective Disorders*, 282, 1234–1240. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2021.01.032>
- Arbinaga, F., García, D., Vázquez, I., Joaquín, M., & Pazos, E. (2011). Actitudes Hacia El Ejercicio En Estudiantes Relacionado Con Habitos E Insatisfaccion. *Revista De Iberoamericana De Psicología Del Ejercicio Y El Deporte*, 6(1), 97–112. <http://www.webs.ulpgc.es/ripec/docs/20110107.pdf>
- Bahdur, K., Gilchrist, R., Park, G., Nina, L., & Pruna, R. (2019). Effect of HIIT on cognitive and physical performance. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 54(204), 113–117. <https://doi.org/10.1016/J.APUNTS.2019.07.001>
- Belmonte Darraz, S., González-Roldán, A., de María Arrebola, J., & Montoro-Aguilar, C. (2021). Impacto del ejercicio físico en variables relacionadas con el bienestar emocional y funcional en adultos mayores. *Revista Española de Geriatria y Gerontología*, 56(3), 136–143. <https://doi.org/10.1016/J.REGG.2021.01.006>
- Berrios Aguayo, B., Pantoja Vallejo, A., & Latorre Román, P. Á. (2019). Acute effect of two different physical education classes on memory in children school-age. *Cognitive Development*, 50. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2019.03.004>
- Borg, G. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 2(2), 92–98.
- Buchman, A., Wang, T., Yu, L., Leurgans, S., Schneider, J., & Bennett, D. (2020). Brain pathologies are associated with both the rate and variability of declining motor function in older adults. *Acta Neuropathologica*, 140(4), 587–589. <https://doi.org/10.1007/S00401-020-02212-Z>
- Cobo-Cuenca, A. I., Garrido-Miguel, M., Soriano-Cano, A., Ferri-Morales, A., Martínez-Vizcaíno, V., & Martín-Espinosa, N. M. (2019). Adherence to the mediterranean diet and its association with body composition and physical fitness in Spanish university students. *Nutrients*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/nu11112830>
- Cohen, J. (2013). Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. In *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Colley, R. C., Janssen, I. A. N., & Tremblay, M. S. (2012). Daily step target to measure adherence to physical activity guidelines in children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(5), 977–982.
- Donnelly, J. E., Hillman, C. H., Castelli, D., Etner, J. L., Lee, S., Tomporowski, P., Lambourne, K., & Szabo-Reed, A. N. (2016). Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: A systematic review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(6), 1197–1222. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000901>

- Esteban-Cornejo, I., Tejero-Gonzalez, C., Sallis, J., & Veiga, O. (2015). Physical activity and cognition in adolescents: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *18*(5), 534–539. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.07.007>
- Gallotta, M. C., Emerenziani, G. P., Franciosi, E., Meucci, M., Guidetti, L., & Baldari, C. (2014). Acute physical activity and delayed attention in primary school students. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *25*(3), e331-8. <https://doi.org/10.1111/sms.12310>
- Gentile, A., Choo, H., Liau, A., Sim, T., Li, D., Fung, D., & Khoo, A. (2011). Pathological video game use among youths: A two-year longitudinal study. *Pediatrics*, *127*(2), e319-29. <https://doi.org/10.1542/peds.2010-1353>
- Grobe, S., Kakar, R. S., Smith, M., Mehta, R., Baghurst, T., & Boolani, A. (2017). Impact of cognitive fatigue on gait and sway among older adults: A literature review. *Preventive Medicine Reports*, *6*, 88–93. <https://doi.org/10.1016/J.PMEDR.2017.02.016>
- Guirado, T., Chambonnière, C., Chaput, J.-P., Metz, L., Thivel, D., & Duclos, M. (2021). Effects of classroom active desks on children and adolescents' physical activity, sedentary behavior, academic achievements and overall health: a systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(6), 2828.
- Hagmann-von Arx, P., Manicolo, O., Lemola, S., & Grob, A. (2016). Walking in school-aged children in a dual-task paradigm is related to age but not to cognition, motor behavior, injuries, or psychosocial functioning. *Frontiers in Psychology*, *10*(7), 352. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00352>
- Huang, X., Zeng, N., & Ye, S. (2019). Associations of sedentary behavior with physical fitness and academic performance among chinese students aged 8–19 years. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(22). <https://doi.org/10.3390/ijerph16224494>
- Joubert, L., Kilgas, M., Riley, A., Gautam, Y., Donath, L., & Drum, S. (2017). In-class cycling to augment college student academic performance and reduce physical inactivity: results from an RCT. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *14*(11), 1343.
- Klotzbier, T. J., & Schott, N. (2017). Cognitive-motor interference during walking in older adults with probable mild cognitive impairment. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *9*, 350. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00350>
- Kritsilis, M., Rizou, S., Koutsoudaki, P., Evangelou, K., Gorgoulis, V., & Papadopoulos, D. (2018). Ageing, Cellular Senescence and Neurodegenerative Disease. *International Journal of Molecular Sciences*, *19*(10). <https://doi.org/10.3390/IJMS19102937>
- Kvalø, S. E., Dyrstad, S. M., Bru, E., & Brønneck, K. (2019). Relationship between aerobic fitness and academic performance: the mediational role of executive function. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *59*(8), 1397–1404. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.08971-5>
- Latorre-Román, P., Muñoz Jiménez, M., Salas Sánchez, J., Consuegra González, P., Moreno Del Castillo, R., Herrador Sánchez, J., López Ivanco, M., Linares Jiménez, C., Navas Morales, J., & Párraga Montilla, J. (2020). Complex Gait Is Related to Cognitive Functioning in Older People: A Cross-Sectional Study Providing an Innovative Test. *Gerontology*, *66*(4), 401–408. <https://doi.org/10.1159/000508245>

- Latorre Román, P. Á., Pantoja Vallejo, A., & Berrios Aguayo, B. (2018). Acute Aerobic Exercise Enhances Students' Creativity. *CREATIVITY RESEARCH JOURNAL*, 30(3), 310–315. <https://doi.org/10.1080/10400419.2018.1488198>
- Léger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, 6(2), 93–101. <https://doi.org/10.1080/02640418808729800>
- Ludyga, S., Gerber, M., Kamijo, K., Brand, S., & Pühse, U. (2018). The effects of a school-based exercise program on neurophysiological indices of working memory operations in adolescents. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(8), 833–838. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.01.001>
- Ma, R., Zhào, H., Wei, W., Liu, Y., & Huang, Y. (2022). Gait characteristics under single-/dual-task walking conditions in elderly patients with cerebral small vessel disease: Analysis of gait variability, gait asymmetry and bilateral coordination of gait. *Gait & Posture*, 92, 65–70. <https://doi.org/10.1016/J.GAITPOST.2021.11.007>
- Montero-Odasso, M., Oteng-Amoako, A., Speechley, M., Gopaul, K., Beauchet, O., Annweiler, C., & Muir-Hunter, S. W. (2014). The motor signature of mild cognitive impairment: Results from the gait and brain study. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 11(69), 1415–1421. <https://doi.org/10.1093/gerona/glu155>
- Ojo, S. O., Bailey, D. P., Chater, A. M., & Hewson, D. J. (2018). The impact of active workstations on workplace productivity and performance: a systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(3), 417.
- Parvin, E., Mohammadian, F., Amani-Shalamzari, S., Bayati, M., & Tazesh, B. (2020). Dual-Task Training Affect Cognitive and Physical Performances and Brain Oscillation Ratio of Patients With Alzheimer's Disease: A Randomized Controlled Trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 12, 456. <https://doi.org/10.3389/FNAGI.2020.605317/BIBTEX>
- Pedro Ángel, L.-R., Beatriz, B.-A., Jerónimo, A.-V., & Antonio, P.-V. (2021). Effects of a 10-week active recess program in school setting on physical fitness, school aptitudes, creativity and cognitive flexibility in elementary school children. A randomised-controlled trial. *Journal of Sports Sciences*, 1–10.
- Peruyero, F., Zapata, J., Pastor, D., & Cervelló, E. (2017). The acute effects of exercise intensity on inhibitory cognitive control in adolescents. *Frontiers in Psychology*, 8(MAY). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00921>
- Plummer, P., Altmann, L., & Reilly, K. (2011). Dual-task effects of spontaneous speech and executive function on gait in aging: Exaggerated effects in slow walkers. *Gait & Posture*, 33(2), 233–237. <https://doi.org/10.1016/J.GAITPOST.2010.11.011>
- Polo-Recuero, B., Moreno-Barrio, A., & Ordóñez-Dios, A. (2020). Lecciones activas: estrategia para aumentar la actividad física de los escolares durante la jornada lectiva.[Physically active lessons: strategy to increase scholars' physical activity during school time]. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias Del Deporte. Doi: 10.5232/Ricyde*, 16(62), 342–357.
- Rabaglietti, E., De Lorenzo, A., & Brustio, P. R. (2019). The role of working memory on dual-task cost during walking performance in childhood. *Frontiers in Psychology*, 10, 1754.

- Ruiz Alva, C. (2014). Estandarización del test de aptitudes escolares T.A.E. Niveles 1 y 2. *Revista de Investigación En Psicología*, 5(1), 71. <https://doi.org/10.15381/rinvp.v5i1.5056>
- Ruiz, J., Cavero-Redondo, I., Ortega, F., Welk, G., Andersen, L., & Martínez-Vizcaino, V. (2016). Cardiorespiratory fitness cut points to avoid cardiovascular disease risk in children and adolescents; what level of fitness should raise a red flag? A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 50(23), 1451–1458. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2015-095903>
- Ruiz, J., Ortega, F., Gutierrez, A., Sjöström, M., & Castillo, M. (2006). Health-related fitness assessment in childhood and adolescence: A European approach based on the AVENA, EYHS and HELENA studies. *Journal of Public Health*, 14(5), 269–277. <https://doi.org/10.1007/s10389-006-0059-z>
- Ruiz, J. R., Castro-Piñero, J., España-Romero, V., Artero, E. G., Ortega, F. B., Cuenca, M. M. A. M., Enez-Pavón, D. J., Chillón, P., Girela-Rejón, M. J., Mora, J., Gutiérrez, Á., Suni, J., Sjöström, M., Castillo, M. J., Castro-Pinero, J., España-Romero, V., Artero, E. G., Ortega, F. B., Cuenca, M. M. A. M., ... Castillo, M. J. (2011). Field-based fitness assessment in young people: the ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *British Journal of Sports Medicine*, 45(6), 518–524. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.075341>
- Schott, N., & Klotzbier, T. J. (2018). Profiles of cognitive-motor interference during walking in children: Does the motor or the cognitive task matter? *Frontiers in Psychology*, 9, 947.
- Soulard, J., Vaillant, J., Baillet, A., Gaudin, P., & Vuillerme, N. (2021). The effects of a secondary task on gait in axial spondyloarthritis. *Scientific Reports 2021 11:1*, 11(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98732-z>
- Sui, W., Smith, S. T., Fagan, M. J., Rollo, S., & Prapavessis, H. (2019). The effects of sedentary behaviour interventions on work-related productivity and performance outcomes in real and simulated office work: A systematic review. *Applied Ergonomics*, 75, 27–73.
- Theill, N., Schumacher, V., Adelsberger, R., Martin, M., & Jäncke, L. (2013). Effects of simultaneously performed cognitive and physical training in older adults. *BMC Neuroscience*, 14. <https://doi.org/10.1186/1471-2202-14-103>
- Torbeyns, T., de Geus, B., Bailey, S., Decroix, L., Van Cutsem, J., De Pauw, K., & Meeusen, R. (2017). Bike desks in the classroom: Energy expenditure, physical health, cognitive performance, brain functioning, and academic performance. *Journal of Physical Activity and Health*, 14(6), 429–439.
- Van Der Niet, A., Smith, J., Oosterlaan, J., Scherder, E. J. A., Hartman, E., & Visscher, C. (2016). Effects of a Cognitively Demanding Aerobic Intervention During Recess on Children's Physical Fitness and Executive Functioning. *Pediatric Exercise Science*, 28(1), 64–70. <https://doi.org/10.1123/PES.2015-0084>
- Wollesen, B., Schulz, S., Seydell, L., & Delbaere, K. (2017). Does dual task training improve walking performance of older adults with concern of falling? *BMC Geriatrics*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s12877-017-0610-5>
- Wu, J., Zhang, H., Yang, L., Shao, J., Chen, D., Cui, N., Tang, L., Fu, Y., Xue, E., Lai, C., & Ye, Z. (2022). Sedentary time and the risk of metabolic syndrome: A systematic review and dose-response meta-analysis. *Obesity Reviews: An Official Journal of the*

Bike desk una propuesta de intervención para mejorar el nivel de actividad física y el rendimiento cognitivo en escolares de Educación Primaria. Estudio piloto

International Association for the Study of Obesity, 23(12).
<https://doi.org/10.1111/OBR.13510>

Fecha de recepción: 20/06/2023
Fecha de revisión: 05/07/2023
Fecha de aceptación: 11/07/2023



Cómo citar este artículo:

Hernández Sáez, D. A. & Hernández Cruz, L. J. (2023). Motivación, ansiedad, depresión y estrés en deportistas universitarios en tiempos de restricciones sanitarias producidas por la pandemia del Covid 19. *MLS Sport Research*, 3(1), 74-86. doi: 10.54716/mlssr.v3i1.1871

MOTIVACIÓN, ANSIEDAD, DEPRESIÓN Y ESTRÉS EN DEPORTISTAS UNIVERSITARIOS EN TIEMPOS DE RESTRICCIONES SANITARIAS PRODUCIDAS POR LA PANDEMIA DEL COVID 19

Daniel Alejandro Hernández Sáez

Universidad Europea del Atlántico (España)

daniel.hernandez@alumnos.unini.edu.mx · <https://orcid.org/0009-0005-9848-9581>

Leonardo de Jesús Hernández Cruz

Universidad Internacional Iberoamericana (Angola)

leonardo.hernandez@unib.org · <https://orcid.org/0000-0003-0451-479X>

Resumen. En el regreso a las actividades universitarias presenciales posterior al confinamiento estricto y total iniciado en marzo del año 2020 en Chile, surge la necesidad de conocer el estado de las variables psicológicas en deportistas universitarios, ya que el nuevo proceso adaptativo a entrenamientos de manera presencial, junto con nuevas normas sanitarias y no poder tener objetivos competitivos aún, son un problema a resolver. El objetivo del estudio es evaluar las variables de motivación, ansiedad, estrés y depresión en deportistas universitarios activos en la vuelta a la presencialidad de actividades académicas y deportivas, así también conocer si existe relación entre la motivación y las demás. La metodología que se utiliza es de carácter cuantitativo, con un diseño exploratorio de corte transversal, con participación de 135 sujetos. Los resultados que se presentan en este estudio manifiestan a través del coeficiente de correlación de Spearman entre la motivación con la depresión ($<.001$) y la ansiedad ($<.001$), mientras que con el estrés no ($<.079$), usando un p valor $.05$. Se concluye que, si bien la relación es baja (rho de Spearman ansiedad $<.339$, depresión $<.289$ y estrés $<.152$), también se evidencia en la muestra un alto grado de autodeterminación en la motivación (M 5,76) y como esta tiene una relación favorable con las demás variables de estudio, los cuales presentan la puntuación de un estado mental estable en la población de deportistas durante el regreso a las actividades universitarias deportivas y académicas.

Palabras clave: motivación, ansiedad, depresión, estrés, universitarios.

MOTIVATION, ANXIETY, DEPRESSION AND STRESS IN UNIVERSITY ATHLETES IN TIMES OF HEALTH RESTRICTIONS CAUSED BY THE COVID 19 PANDEMIC

Abstract. In the return to face-to-face university activities after the strict and total confinement initiated in March 2020 in Chile, there is a need to know the state of psychological variables in university athletes, since the new adaptive process to face-to-face training, together with new health regulations and not being able to have competitive objectives yet, are a problem to be solved. The objective of the study is to evaluate the variables of

motivation, anxiety, stress and depression in active university athletes in the return to face-to-face academic and sports activities, as well as to know if there is a relationship between motivation and the others. The methodology used is quantitative, with an exploratory cross-sectional design, with the participation of 135 subjects. The results presented in this study show through Spearman's correlation coefficient between motivation with depression ($<.001$) and anxiety ($<.001$), while not with stress ($<.079$), using a p value of .05. It is concluded that, although the relationship is low (Spearman's rho anxiety $<.339$, depression $<.289$ and stress $<.152$), it is also evident in the sample a high degree of self-determination in motivation (M 5.76) and how this has a favorable relationship with the other study variables, which present the score of a stable mental state in the population of athletes during the return to university sports and academic activities.

Keywords: motivation, anxiety, depression, stress, university.

Introducción

La pandemia del Covid-19 iniciada a principios del año 2020, ha sido una de las grandes crisis sanitarias de la última década, y debido a ello la población mundial debió caer en un confinamiento extenso en el tiempo por la rápida propagación del virus a lo largo y ancho del planeta, siendo recién el año 2022 una época donde comienza a restablecerse la llamada "nueva normalidad", donde las restricciones sanitarias son menos severas y permiten el regreso a las actividades presenciales en los diferentes contextos sociales, laborales, educacionales y deportivos. Particularmente los dos últimos contextos mencionados, son los cuales han sufrido un retraso mayor para el retorno presencial, y es en el campo universitario, donde la presente investigación se focaliza.

El ingreso a la universidad por esencia trae consigo una serie de procesos de adaptación, maduración y crecimiento por parte de las personas, tanto en el primer año como en los posteriores, por lo que la pandemia sin duda tuvo efectos negativos y otros positivos (aumento del conocimiento tecnológico), creando situaciones difíciles de sobrellevar y generando una nueva conciencia en diferentes frentes de la cotidianidad, como clases virtuales, protocolos de salud, deporte, entre otros (Vilca et al., 2022). Es en este punto que se hace interesante conocer el estado mental de los estudiantes universitarios que son parte de las diversas disciplinas deportivas en las cuales se desenvuelven dentro de sus casas de estudios.

La propagación de la pandemia ha causado sentimientos de temor en las personas debido al riesgo de morir por un agente biológico; activando emociones difíciles de controlar a nivel poblacional. Expresan Ruiz et al. (2022), que las medidas sanitarias, como el distanciamiento social o cuarentenas, generan sensación de incertidumbre y ansiedad, provocando un impacto negativo sobre la salud mental de las personas.

El mundo se ha desestructurado abruptamente en esa cotidianidad social y contemporánea, el confinamiento ha generado un enfrentamiento de las personas con ellas mismas, incrementando un extraño estrés a medida que la pandemia se fue prolongando, bien afirma González (2020), que afecta de manera significativa a los procesos académicos, mentales y sociales de los diversos grupos de estudiantes universitarios, no solo en Chile, sino en la gran mayoría de los países del mundo. En este contexto, el estudiante considera como angustiantes la mayoría de las situaciones a las que se enfrenta en su proceso formativo, ya que atribuye que sus estrategias de afrontamiento son insuficientes o poco efectivas para hacerle frente a las exigencias de su medio escolar, lo que favorece, a su vez, a la aparición de reacciones como agotamiento físico, ansiedad, insomnio, bajo rendimiento académico, desinterés por la carrera, ausentismo e incluso deserción escolar. Como bien lo señala Lledo (2014), la respuesta al estrés, por ejemplo, en el ámbito universitario depende de la disposición del estudiante para hacer

frente a las demandas que impone el medio educativo. Es importante resaltar que las estrategias de afrontamiento pueden ser consideradas como efectos y variables que modulan los niveles de estrés en el ámbito universitario y deportivo.

En países como España, investigadores han implementado hacia la actualidad estudios sobre la población universitaria para comprender cómo los estudiantes han adaptado sus hábitos de actividad física y estilo de vida a la situación de confinamiento, donde ratifican información como la entregada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que es mantener la recomendación de realizar 150 minutos de actividad física moderada por semana, traducido en aproximadamente 30 minutos diarios (Andreu 2020; Bustamante et al., 2022). Uno de los beneficios encontrados se basa en que la actividad física ayuda a disminuir el proceso inflamatorio pulmonar generado por este virus, así como también a reducir los niveles de depresión y ansiedad. Es por ello que Andreu (2020), dice que la práctica se volvió algo destinado a los aspectos benéficos que esta tiene en favor de la salud, más que cualquier otro motivo.

El repentino cambio a la modalidad de educación a distancia, provocó un cierto desamparo que afecta los anteriores niveles de motivación y estrés en el ámbito educacional, los cuales se suman al proceso que ya se vive durante esta etapa de la vida universitaria en los jóvenes. Estudios como el de Pajarito et al. (2020), muestra como factores protectores tanto la familia, como el apoyo de profesores, siendo las personas facilitadoras en los estudiantes para enfrentar el contexto académico en pandemia de mejor manera.

En cuanto a lo que es el estrés académico (el estrés que se hace presente en mayor medida en la etapa estudiantil), se ha definido como "la situación de tensión física y emocional vinculada a las exigencias del mundo académico" (González, 2020). La percepción del estudiante sobre su capacidad para enfrentar exitosamente las exigencias académicas, pueden generar pensamientos y emociones negativas, afectación física como sueño, dolor de cabeza, ansiedad, desconcentración, desorganización y problemas de adaptación. Dentro del contexto de la educación superior, tanto en primer año como en posteriores, se suma también el aumento o descontrol por momento de los niveles ansiedad, y suele ser parte del día a día, debido a las responsabilidades y exigencias que genera la vida universitaria (Andrade et al., 2015). Junto con ello, hay épocas que suelen ser más complejas de abordar por muchos, tal es el periodo de pruebas, trabajos, prácticas y exámenes finales. La pandemia y las adaptaciones en la educación a distancia ha sido un punto de inflexión en cómo tratar estas situaciones.

Otra variable que es necesario considerar, es la ansiedad, la cual suele manifestarse de manera cognitiva, limitando la posibilidad de atender y concentrarse para enfrentar clases, prácticas o exámenes, teniendo repercusiones sobre el desempeño académico (Trunce et al, 2020; Núñez y García, 2017). Si bien las universidades locales suelen tener departamentos o unidades que apoyen a sus estudiantes en aspectos psicológicos, es complejo favorecer a un porcentaje mayor de estudiantes para su atención, así lo describen Bustamante et al. (2020), mencionando que sobre todo en tiempos de pandemia, ha existido un aumento considerable de la ansiedad y otras patologías que van en desmedro del rendimiento académico.

Junto con la ansiedad y el estrés, una de las patologías que se asocian a los estudiantes universitarios, es la depresión, la cual en Chile tiene una prevalencia en sus diversos síntomas con un 14,4%, siendo una cifra alarmante considerando que esta va en aumento (Rossi et al., 2019). El proceso o etapa universitaria, como se ha venido expresando en párrafos anteriores, es un momento de la vida donde se definen aspectos importantes de esta y que son parte de la identidad que forman al joven en su crecimiento hacia una adultez que alcance una madurez suficiente para aspectos como la independencia personal. Para aquellos estudiantes deportistas, la depresión también suele estar asociada al abandono deportivo, por lo cual la pandemia a

golpeado duro en muchos, pero han podido resolver y tener paciencia para el momento del regreso a la actividad (Mendoza et al., 2022; Reche et al., 2018).

Otro factor que afecta a los universitarios, indiscutiblemente es la motivación, la cual sufre producto de enfrentar los nuevos métodos académicos ajustados a la virtualidad durante la pandemia y el hecho de no poder practicar deporte a causa del confinamiento. La motivación es entendida como la energía, dirección, persistencia y finalidad de los comportamientos de las personas, la cual incluye las intenciones y acciones (Deci y Ryan, 2008; Stover et al., 2017). Esta es un factor fuertemente vinculado con los estados emocionales de las personas, así lo manifiesta en su estudio Bustamante (2020), que durante la pandemia y bajo diversas restricciones sanitarias, estudiantes universitarios presentaron un nivel disminuido de actividad física y motivación hacia el movimiento.

Por lo expuesto anteriormente, es que se realiza este estudio con motivo de conocer y evaluar estas variables psicológicas de la población universitaria en el regreso a la actividad presencial (aún con restricciones sanitarias), quienes perdieron la posibilidad de practicar deporte como se acostumbraba. También, se relaciona el grado de motivación con las demás variables de ansiedad, depresión y estrés, considerando esencialmente la motivación intrínseca como la de mayor autodeterminación en el ser humano.

Método

El estudio tiene como metodología un origen cuantitativo, de tipo exploratorio con un corte de carácter transversal. La investigación se llevó a cabo durante el mes de julio del año 2022.

Diseño

Se desarrolló un estudio aplicando dos escalas psicométricas por formularios en plataformas virtuales, y así evaluar cuatro variables psicológicas en una población de estudiantes universitarios que practican deporte durante el regreso a la presencialidad tras el aumento en la libertad de acción al disminuir las restricciones sanitarias y el confinamiento. Fueron cuatro semanas de duración para la recolección de datos, considerando los permisos correspondientes por parte de las autoridades de cada institución para la realización de la investigación y la aplicación de los instrumentos a cargo de dos profesionales, para su posterior análisis.

El objetivo general del estudio es evaluar las variables de motivación, ansiedad, depresión y estrés en deportistas universitarios activos en la vuelta a la presencialidad de actividades académicas y deportivas, aun cuando se mantienen las medidas de restricción por la pandemia del Covid-19. Como objetivos específicos se establece analizar los datos obtenidos en población de la muestra universitaria a través del software IBM Spss versión 29; describir e identificar el estado mental a través de las variables de motivación, ansiedad, depresión y estrés de los deportistas en cada una de las dimensiones del instrumento aplicado; identificar si se presentan orientaciones positivas o negativas relacionadas a las diferentes variables de estudio; correlacionar los resultados entre las variables de motivación, ansiedad, depresión y estrés; diseñar tablas que expresen los resultados obtenidos en la investigación.

Participantes

Los participantes son de la ciudad de Punta Arenas, capital de la región de Magallanes, Chile. Por la distancia que separa a la zona geográficamente, las costumbres son diferentes y

particulares al resto del país, describiendo a la comunidad como un lugar de personas tranquilas, de hábitos australes en cuanto a la manera de alimentarse, vestir y compartir. El contexto de la población de muestra, es situada en un entorno deportivo, académico y universitario. Se recopiló información en un total de 135 sujetos matriculados en las universidades locales, que mantienen la práctica de actividades deportivas en el regreso a lo presencial.

Los criterios de inclusión para el estudio fueron: sujeto universitario entre 18 y 38 años, que practique deporte de manera activa según registro de asistencia en los entrenamientos universitarios, y que se encuentre matriculado en cualquiera de las 3 universidades de la ciudad. Los criterios de exclusión para el estudio fueron: padecer algún tipo de trastorno mental, tomar medicamentos que alteren estados mentales y consumir drogas de carácter ilegal. Los criterios de eliminación para el estudio fueron: responder las escalas y no establecer ser practicante activo de algún deporte. La incoherencia e inconsistencia en las respuestas entregadas bajo análisis del software.

Instrumento

Para la medición de las variables de ansiedad, depresión y estrés, se escogió un instrumento existente validado para el contexto universitario en Chile, que lleva el nombre de Escala de Depresión, Ansiedad y Estrés (sus siglas en inglés conocido como DASS-21). Esta fue traducida y adaptada en Chile por Vinet, Rehbein, Román y Saiz (2008), siendo esta última versión la utilizada. El DASS-21 cuenta con 21 ítems, con cuatro alternativas de respuesta en formato Likert, las cuales van desde 0 (“No describe nada de lo que me pasó o sentí en la semana”) hasta 3 (“Sí, esto me pasó mucho, o casi siempre”). Para responder, la consigna establece indicar en qué medida la frase describe lo que le pasó o sintió la persona durante la última semana. Este instrumento tiene la ventaja de ser una escala de auto reporte, breve, fácil de administrar y responder, siendo su interpretación sencilla. El instrumento fue validado en el contexto universitario chileno por Antúnez y Vinet (2011).

El instrumento de medición que se ajusta a la presente investigación para valorar la variable de motivación, corresponde a la Escala de Motivación en el Deporte 2 (EMD-2), adaptada al contexto chileno (Vallejo et al., 2017). Este estudio fue validado en deportistas universitarios de diversas disciplinas y categorías, con edades entre los 18 y 38 años, lo cual lo hace pertinente de aplicar en este estudio. La EMD-2 cuenta con 6 dimensiones, las cuales son: motivación intrínseca, regulación integrada, regulación identificada, regulación introyectada, regulación externa y amotivación. En total son 18 ítems que deben contestar los deportistas, y cada dimensión cuenta con 3 ítems.

Variables

Las variables que se presentan en esta investigación, se logran medir a través de escalas psicométricas que permiten valorizar el nivel de la motivación, depresión, ansiedad y estrés. Todas estas variables suelen sufrir variabilidad en sus niveles, según los diversos contextos que se manifiestan y el cómo son procesados por cada persona. La pandemia ha tenido un efecto sobre la vida, y este estudio busca identificar la implicancia y relación entre los niveles de motivación intrínseca y las demás variables antes mencionada, arrojando también datos sobre su estado mental. A continuación, una descripción de cada una:

Motivación intrínseca: variable continua de tipo escala, obtenida a través de la primera dimensión de la EMD-2.

Depresión: variable continua de tipo escala, obtenida a través de la subescala de depresión en el DASS-21.

Ansiedad: variable continua de tipo escala, obtenida a través de la subescala de ansiedad en el DASS-21.

Estrés: variable continua de tipo escala, obtenida a través de la subescala de estrés en el DASS-21.

Hipótesis

En relación a la hipótesis que se plantean en la presente investigación, se describen a continuación la hipótesis 1 o alterna y la hipótesis 0 o nula:

Hipótesis 1: "El grado de motivación intrínseca está relacionado favorablemente con el estado mental (depresión, ansiedad y estrés) de los estudiantes universitarios deportistas tras el regreso a la presencialidad".

Hipótesis 0: "El grado de motivación intrínseca no tiene relación con el estado mental (depresión, ansiedad y estrés) de los estudiantes universitarios deportistas tras el regreso a la presencialidad".

Análisis de datos

El procesamiento de toda la información recopilada en esta investigación, se realiza a través del software IBM Spss v29, en el cual se realizan los análisis correspondientes descritos en los siguiente párrafos.

Para la fiabilidad de los instrumentos se utiliza la prueba del coeficiente Alfa de Cronbach. Para procesar los datos recolectados, se realizó inicialmente la prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov, para determinar si la muestra aleatoria presenta una distribución normal, lo cual permite dar una orientación si se debe utilizar pruebas paramétricas o no paramétricas. Se aplica un análisis descriptivo de cada una de las variables y dimensiones que la conforman en las escalas aplicadas a la población de muestra. En ello se incluyó la media, la mediana y desviación estándar de cada una, junto con la elaboración de tablas que favorecen a su comprensión.

Para establecer si hay una relación entre la variable motivación intrínseca de la escala EMD-2 y las variables de depresión, ansiedad y estrés de la escala DASS-21, se calculó el coeficiente de correlación de la rho de Spearman con una significancia de $<.05$.

Resultados

Se realizaron pruebas de normalidad, estadística descriptiva de las medias, medianas y desviación de los datos obtenidos de los instrumentos aplicados, donde se presentan tablas para su comprensión. Para identificar y relacionar las variables, se aplicó el coeficiente de correlación de Spearman.

Los resultados del análisis de las pruebas de normalidad que se visualizan en la tabla 1, al tener una significancia de $<.001$, debajo del nivel $<.05$, establece que: no se presenta una distribución normal, por lo tanto se estableció el uso de pruebas no paramétricas en los análisis posteriores del estudio.

Tabla 1*Prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov*

	Kolmogorov-Smirnova		
	Estadístico	gl	Sig.
Motivación intrínseca	.156	135	<.001
Depresión	.158	135	<.001
Ansiedad	.186	135	<.001
Estrés	.152	135	<.001

La puntuación máxima por cada dimensión de la EMD-2, es de 7 puntos en una escala de Likert del 1 al 7. En lo que comprende a la dimensión de la motivación intrínseca, la que se considera como la más autodeterminada, presenta una media de 5,76 en la tabla 2, lo cual expresa un alto grado de autodeterminación, entendiendo la práctica deportiva como parte de un placer propio de la realización de la actividad, donde el individuo se mueve por causas personales y no ajenas al contexto. Considerar que los datos fueron obtenidos iniciando un semestre de manera presencial, se infiere el alto puntaje como una necesidad ante la vuelta a la actividad física y social producida por el deporte.

Tabla 2*Análisis descriptivo de la motivación intrínseca.*

Motivación intrínseca	
N validos	135
Perdidos	0
Media	5.76
Mediana	6
Rango	5
Mínimo	2
Máximo	7

Dentro del instrumento DASS-21 validado para la población universitaria de Chile, una puntuación entre 5 y 6, manifiesta un estado mental el cual padece una leve depresión, y como se presenta en la tabla 3, es posible afirmar la presencia de este padecimiento en la población de deportistas universitarios que están retornando a la actividad deportiva y académica de manera presencial. El aislamiento y las restricciones causadas por la pandemia, son parte del problema que puede generar argumentos para la aparición de esta variable en las personas.

Tabla 3*Análisis descriptivo de la depresión.*

Depresión	
N validos	135
Perdidos	0
Media	5.36
Mediana	4
Rango	21
Mínimo	0
Máximo	21

La puntuación de la media que se presenta en la tabla 4.6., dentro del instrumento utilizado para su medición, expresa que 4 puntos es la manifestación de una ansiedad leve en

las personas, estado que puede ser variable, entendiendo las circunstancias que es posible vive cotidianamente para enfrentar las situaciones que puedan darse. El regreso a la presencialidad puede aumentar los niveles de ansiedad después de un periodo de encierro, sin embargo, es un puntaje que es posible estimar como favorable.

Tabla 4

Análisis descriptivo de la ansiedad.

Ansiedad	
N validos	135
Perdidos	0
Media	4.03
Mediana	2
Rango	20
Mínimo	0
Máximo	20

La tabla 5, presenta una descripción del estrés con una media aproximada de 7, donde según el DASS-21, es un puntaje por debajo de la manifestación de un estrés leve, en cual se encuentra entre los 8 y 9 puntos. Es posible inferir que, en un periodo de regreso a las actividades presenciales, luego de un gran receso de estar encerrado en casa con muchas limitantes, es favorable para esta variable mental, por lo liberador que es volver a tener cierta "normalidad" en el diario vivir.

Tabla 5

Análisis descriptivo del estrés.

Estrés	
N validos	135
Perdidos	0
Media	7.01
Mediana	6
Rango	18
Mínimo	0
Máximo	18

En la tabla 6. se presenta un p valor de $<.001$, menor al .05, indicando que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna. El coeficiente de rho de Spearman al ser el negativo $-.289$, lo que indica que la relación entre las variables es inversa y su grado bajo. Esto expresa una relación negativa baja, lo cual resulta favorable en el sentido de que, a mayor motivación intrínseca, se expresan bajo niveles de depresión.

Tabla 6*Análisis de correlación entre la motivación intrínseca y la depresión.*

			Motivación intrínseca	Depresión
Rho de Spearman	Motivación Intrínseca.	Coefficiente de correlación	1.000	-.289**
		Sig. (bilateral)	.	<.001
		N	135	135
	Depresión	Coefficiente de correlación	-.289**	1.000
		Sig. (bilateral)	<.001	.
		N	135	135

En la tabla 7. se presenta un p valor de <.001, menor al <.05, indicando que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna. El coeficiente de rho de Spearman al ser el negativo -.339, lo que indica que la relación entre las variables es inversa y su grado bajo. Esto expresa una relación negativa baja, lo cual resulta favorable en el sentido de que, a mayor motivación intrínseca, se expresan bajo niveles de ansiedad.

Tabla 7*Análisis de correlación entre la motivación intrínseca y la ansiedad.*

			Motivación intrínseca	Ansiedad
Rho de Spearman	Motivación Intrínseca.	Coefficiente de correlación	1.000	-.339**
		Sig. (bilateral)	.	<.001
		N	135	135
	Ansiedad	Coefficiente de correlación	-.339**	1.000
		Sig. (bilateral)	<.001	.
		N	135	135

En la tabla 8. donde se analiza la correlación entre la motivación intrínseca y el estrés, al presentar un p valor de .79, resultado mayor que <.05, manifiesta que no existe una relación entre ambas variables estadísticamente.

Tabla 8*Análisis de correlación entre la motivación intrínseca y el estrés.*

			Motivación intrínseca	Estrés
Rho de Spearman	Motivación Intrínseca.	Coefficiente de correlación	1.000	-.152**
		Sig. (bilateral)	.	.079
		N	135	135
	Estrés.	Coefficiente de correlación	-.152**	1.000
		Sig. (bilateral)	.079	.
		N	135	135

Discusión

Los resultados obtenidos dentro de esta investigación son destacados como positivos y esperados, considerando el contexto y el momento en el cual se busca recolectar la información es dentro de un periodo de vulnerabilidad en transición a un avance hacia mayor "libertad" de acción en su cotidianidad como estudiantes, sobre todo en la posibilidad de poder volver a practicar deporte, lo cual trae implícitos efectos favorables sobre el organismo y la mente de las

personas con alto grado de motivación (González et al., 2020; Andrade et al., 2015; Pérez et al., 2015). Además, no es extraño encontrar, aunque sean bajos, niveles de ansiedad y depresión leve en la población de estudio, ya que durante el desarrollo de la pandemia estas variables fueron en aumento de manera creciente debido a diversos momentos de crisis, desde lo económico hasta lo social y académico, donde estos últimos dos aspectos suelen tener efectos adversos si la adaptación viene de un brusco cambio (Bustamante et al., 2020; Anicama et al., 2021).

Según los estudios de Vilca et al. (2020), donde muestra como la pandemia del Covid-19 ha generado evidentemente cambios en la forma de vivir, y atendiendo a este estudio en el área universitaria, donde el principal cambio se notó mayormente en la transición a la educación virtual, la cual generó niveles elevados de estrés y estrés académico, ha sido una adaptación que no se ha logrado del todo durante la pandemia (Ruiz et al., 2022), por lo cual, los resultados obtenidos en los niveles de estrés en esta investigación se muestran bajos, entendiendo que si bien deben volver adaptarse ahora de lo virtual a lo presencial, es una situación que favorece a enfrentar de mejor manera las diversas áreas de desempeño universitario (módulos, deportes, servicio social, practicas, etc), junto con tener espacios de esparcimiento diferentes al encierro y cuarentenas provocadas por el confinamiento (Barahona y Ojeda, 2019).

Los estudios que hacen alusión a la población universitaria durante el proceso estricto de restricciones sanitarias, muestran un aumento en los niveles de ansiedad y depresión, y una decreciente motivación por la actividad académica y deportiva desde el plano de la virtualidad como único recurso de realización (Mendoza et al., 2022; Ruiz et al., 2022), lo cual contrasta con los datos obtenidos de los estudiantes al estar de regreso en un nuevo semestre académico y deportivo de manera presencial tras el confinamiento, donde presentan un estado mental favorable, con un deseo elevado de practicar deporte (Huamán y Barrial, 2022), lo cual permite enfrentar el proceso universitario de manera óptima, respetando y aceptando las normas establecidas en la nueva "normalidad" (Bustamante et al., 2020).

La implicancia correlativa de la motivación sobre el nivel de depresión y ansiedad, permite la posibilidad de exploración en investigaciones que indaguen y ratifiquen el hecho de que esto es así, ya que inferir en esto está sujeto a mayor evidencia científica y estudios que se introduzcan en el contexto universitario como tal en tiempos posteriores a los problemas causados por la pandemia (López y Pineda, 2015; Caro et al., 2019).

Conclusiones

Los deportistas universitarios, al igual que la población en general, tuvieron que experimentar procesos adversos durante la pandemia, y la evaluación psicológica de los efectos de esta constante adaptación que tuvieron y tendrán que enfrentar, permitió ver y deducir en este estudio que la transición del confinamiento hacia una mayor libertad, arrojó estados mentales equilibrados con una tendencia motivacional hacia la práctica deportiva que tiene relación al disfrute de poder realizarla, fuera de la necesidad de tener eventos competitivos para entrenar o participar en alguna disciplina. En esto se refuerzan las ideas del deporte como una herramienta útil para el bienestar general de las personas, aún en tiempos adversos.

Al describir e identificar en la población los parámetros de las variables psicológicas investigadas, se refleja una orientación positiva de los resultados obtenidos, donde la hipótesis planteada expresaba que la motivación intrínseca elevada era un factor a considerar al relacionarse con las demás variables de estrés, ansiedad y depresión. En este caso, la motivación intrínseca se presenta en un alto grado, correlacionado con el menor grado de presencia de

ansiedad, depresión y estrés. Este resultado es un elemento determinante de comprender, ya que puede existir herramientas o medios de intervención para trabajar particularmente sobre la motivación intrínseca de los estudiantes-deportistas para mejorar otras condicionantes mentales.

Los niveles altos de motivación intrínseca en el regreso a la actividad presencial deportiva, permite dar cuenta que es una necesidad en los universitarios, donde al volver a practicar su deporte no es causa de la búsqueda de reconocimiento o estímulos externos, más bien por el placer de querer realizarlo, sentirse pleno, siendo un factor protector frente al desarrollo de patologías tales como la ansiedad y la depresión particularmente. Es importante mencionar de manera especial que los resultados del estudio arrojaron la relación de que, a mayor motivación intrínseca, menor es la manifestación patológica de estas dos variables, por lo tanto, entendiendo que durante un gran periodo de tiempo se estuvo confinados con una implicancia mental, social y deportiva desfavorable, volver a la presencialidad repercutió de manera positiva, y en los estudiantes que practican deporte se logró ver un estado mental estable para volver a enfrentar la etapa universitaria.

Referencias

- Andrade, A., Galindo, M., & Cuevas, J. (2015). Análisis multivariante del perfil psicológico de los deportistas universitarios. Aplicación del CPRD en México. *Educación Física y Ciencia*, 17(2), 1-11.
- Andreu, E. (2020). Actividad física y efectos psicológicos del confinamiento por covid 19. *Crecimiento psicológico y afrontamiento de la madurez*, 2 (1), 209-2020. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2020.n1.v2.1828>
- Anicama, J., Pizarro, R., Pineda, C., Vallenas, F., Aguirre, M., & Villanueva, L. (2021). Evidencias psicométricas del inventario ansiedad estado-rasgo: IDARE en universitarios de Lima en tiempos de covid-19. *Psychologia. Avances de la Disciplina*, 15(2), 49-62. <https://doi:10.21500/19002386.5911>
- Antúnez, Z. & Vinet, E. (2011). Escalas de depresión, ansiedad y estrés (DASS-21): Validación de la Versión abreviada en Estudiantes Universitarios Chilenos. *Terapia Psicológica*, 30(3), 49-55. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-48082012000300005>
- Barahona, G. & Ojeda, H. (2019). Influencia de las habilidades psicológicas sobre los niveles de ansiedad y estrés en el deporte. *Revista Educación las Américas*, 9, 19-28.
- Barrera, A. & Vinet, E. (2017). Adulthood emergent and cultural characteristics of the stage in Chilean university students. *Terapia psicológica*, 35(1), 47-56.
- Bustamante, N., Russell, J., Godoy, A., Merellano, E. & Uribe, N. (2020). Rendimiento académico, actividad física, sueño y género en universitarios durante la pandemia 2020. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 17(53), 109-131. <https://doi.org/10.12800/ccd.v17i53.1897>
- Carlin, M., Salguero, A., Márquez, S. & Garcés de los Fayos, E. (2009). Análisis de los motivos de retirada de la práctica deportiva y su relación con la orientación motivacional en deportistas universitarios. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 9 (1), 85-99.
- Caro, Y., Trujillo, S. & Trujillo, N. (2019). Prevalencia y factores asociados a sintomatología depresiva y ansiedad rasgo en estudiantes universitarios del área de la salud. *Psychologia*, 13(1), 41-52. <https://doi.org/10.21500/19002386.3726>
- Cuellar, R., Bazán, A. & Araya, G. (2019). Efectos de la práctica de aikido sobre mindfulness y la ansiedad en estudiantes universitarios de Costa Rica. *Retos*, 35, 13-19. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i35.62044>

- Deci, E. & Ryan, R. (2008). Self-determination theory: A macrotheory of human motivation, development and health. *Canadian Psychology*, 49(3), 183-185.
- González, N., Tejada, A., Espinosa, M. & Ontiveros, Z. (2020). Impacto psicológico en estudiantes universitarios mexicanos por confinamiento durante la pandemia por Covid-19. *SciELO*, 1-17. <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.756>
- Huamán, A. & Barrial, D. (2022). Estrategias de motivación en la enseñanza remota durante la pandemia Covid-19 en los estudiantes de administración del departamento de Apurímac. *Micaela Revista de Investigación-UNAMBA*, 3(1), 29-34. <https://doi.org/10.57166/micaela.v3.n1.2022.74>
- Lledó, A., Perandones, T., Herrera, L. & Lorenzo, G. (2014). Cansancio emocional, autoestima y satisfacción con los estudios en estudiantes universitarios. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 7, 161-170.
- López, J. & Pineda, A. (2015). Orientaciones de meta, intensidad y dirección de ansiedad precompetitiva en deportistas universitarios. *Ciencia UANL*, 18 (74), 44-50.
- Mendoza, M., Bonifaz, M., Caluña, W. & Tutiven, J. (2022). Depresión y Ansiedad en Universitarios por Covid-19. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 7(2), 2324-2344.
- Núñez, A. & García, A. (2017). Relación entre el rendimiento y la ansiedad en el deporte: una revisión sistemática, *Retos*, 32, 172-177. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6352297>
- Pajarianto, E., Kadir, A., Galugu, P. & Februanty, S. (2020). Study from Home in the Middle of the COVID-19 Pandemic: Analysis of Religiosity, Teacher, and Parents Support Against Academic Stress. *Talent Development & Excellence*, 12(2), 1791-1807.
- Pineda, H., Alarcón, E., López, Z., Trejo, M. & Chávez, C. (2016). Propiedades psicométricas de la escala de Motivación en el Deporte revisada (SMS-II) adaptada al español hablado en México. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 12(44), 107-120.
- Reche, C., De Francisco, C. & Martínez, A. (2018). Relationship among sociodemographic and sport variables, exercise dependence, and burnout: a preliminary study in athletes. *Canales de Psicología*, 34(2), 398-404.
- Rossi, J., Jiménez, J., Barros, P., Assar, R., Jaramillo, K., Herrera, L. & Martínez, F. (2019). Sintomatología depresiva y bienestar psicológico en estudiantes universitarios chilenos. *Revista médica de Chile*, 147(5), 579-588. <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872019000500579>
- Ruiz E., Cruz J., Gómez C., García V., & Lemus E. (2022). Comparación de la motivación en alumnos(as) universitarios(as) de modalidad virtual/virtual versus presencial/virtual desde el MSLQ. *Revista mexicana de investigación educativa*, 27(93), 369-386. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14071512002>
- Stover, J., Bruno, F., Uriel, F. & Fernández, M. (2017). Teoría de la Autodeterminación: Una revisión teórica. *Revista de Psicología y Ciencias Afines*, 14(2), 105-115. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=483555396010>
- Vallejo, A., Mena, J., Louchbaum, M., Duclos, D., Guerrero, I., & Carrasco, H. (2017). Adaptación y validez de la escala de motivación en el deporte 2 (EMD-2) para estudiantes universitarios chilenos. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 18(1), 63-74. <https://revistas.um.es/cpd/article/view/265151>
- Vilca, O., Espinoza, N., Ugarte, V., & Ramos, J. (2022). Estrés académico en estudiantes universitarios frente a la educación virtual asociada al covid-19. *Puriq*, 4, 200-206. <https://doi.org/10.37073/puriq.4.1.200>

Fecha de recepción: 03/03/2023
Fecha de revisión: 04/07/2023
Fecha de aceptación: 23/07/2023