
Efectos de la suplementación en la prevención y tratamiento de lesiones musculoesqueléticas en corredores de resistencia.

Modalidad **DISEÑO DE INTERVENCIÓN**

Trabajo Final de Máster

*Máster de Alimentación en la Actividad Física y el
Deporte*

Autor/a: Pablo Alberto Pérez Álvarez

Tutor/a del TFM: Montserrat Bellver

18 de octubre de 2023/ 9 de febrero de 2024



Esta obra está bajo una licencia de Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada

©opyright Reservados todos los derechos. Está prohibida la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la impresión, la reprografía, el microfilm, el tratamiento informático o cualquier otro sistema, así como la distribución de ejemplares mediante alquiler y préstamo, sin la autorización escrita del autor o de los límites que autorice la Ley de Propiedad Intelectual.

Índice

Resumen	4
Abstract.....	5
1. Introducción.....	6
2. Objetivos	10
3. Metodología.....	11
4. Plan de evaluación de la intervención	15
5. Aplicabilidad de la intervención	19
6. Conclusiones.....	21
7. Bibliografía.....	22

Resumen

El atletismo es uno de los deportes más populares en todo el mundo. En los últimos años, el número de corredores ha aumentado, siendo las carreras a pie uno de los deportes más practicados por los españoles. Correr aporta innumerables beneficios para la salud, pero, desafortunadamente, también se asocia con un alto riesgo de lesiones, especialmente en las extremidades inferiores, siendo los corredores de larga distancia los que mayor índice de lesiones presentan. La mayoría de las lesiones están causadas por sobreuso o un uso excesivo de las estructuras musculoesqueléticas. Aunque las lesiones son algo inevitable, existen estrategias nutricionales que se pueden implementar para reducir su incidencia y disminuir el tiempo de recuperación, así como beneficiar el proceso de rehabilitación. Un equilibrio adecuado de nutrientes, así como una disponibilidad suficiente de energía y dietas altas en proteínas y carbohidratos es fundamental. Por ello, el objetivo de este trabajo estuvo enfocado en la implementación de unas recomendaciones nutricionales y de suplementación que ayuden a prevenir las lesiones musculoesqueléticas en atletas de resistencia. Según la bibliografía consultada, el aumento de las proteínas en la dieta puede aliviar los marcadores de daño muscular, ayudando en el tratamiento después de una lesión. Los lípidos también tienen gran importancia en la prevención de lesiones musculoesqueléticas, sobre todo los ácidos grasos poliinsaturados omega-3, por sus propiedades antiinflamatorias. Por otra parte, no es raro que los corredores presenten déficits de calcio, vitamina D y hierro, por lo que la suplementación puede ayudarles a evitar lesiones.

Palabras clave

Estrategias nutricionales

Suplementación

Lesiones musculoesqueléticas

Corredores de resistencia

Abstract

Athletics is one of the most popular sports around the world. In the last years, the number of runners has increased, with foot racing being one of the sports most practiced by the Spanish people. Running provides countless health benefits, but, unfortunately, it is also associated with a high risk of injuries, especially in the lower extremities, with long-distance runners having the highest injury rate. Most injuries are caused by overuse of musculoskeletal structures. Although injuries are inevitable, there are nutritional strategies that can be implemented to reduce their incidence and reduce recovery time, as well as benefit the rehabilitation process. A proper balance of nutrients, as well as sufficient energy availability and diets high in protein and carbohydrates, are essential. Therefore, the objective of this work was focused on the implementation of nutritional and supplementation measures that help prevent musculoskeletal injuries in endurance athletes. According to the literature consulted, increasing protein in the diet can alleviate markers of muscle damage, helping in treatment after an injury. Lipids are also of great importance in the prevention of musculoskeletal injuries, especially omega-3 polyunsaturated fatty acids, due to their anti-inflammatory properties. On the other hand, it is not uncommon for runners to present deficiencies in calcium, vitamin D and iron, so supplementation can help avoid injuries.

Key words

Nutritional strategies

Supplementation

Athletic injuries

Endurance athletes

1. Introducción

Correr es una de las actividades físicas más populares en todo el mundo, que se practica con el objetivo de obtener una mejor salud física. En concreto, las carreras de larga distancia o de fondo son aquellas carreras a pie cuya distancia va desde los 5 km hasta los 42, 195km que se disputan en la prueba de maratón. En los últimos años, el número de corredores ha aumentado, siendo las carreras a pie uno de los deportes más practicados por los españoles, ya que tal y como nos muestra la Encuesta de Hábitos Deportivos en España, este deporte se encuentra en la sexta posición, siendo practicado por un 19% de los españoles (1).

Correr aporta innumerables beneficios para la salud, ya que mejora la capacidad aeróbica, disminuye el riesgo de enfermedades cardiovasculares, beneficia la aptitud metabólica y el equilibrio corporal (2). Pero, desafortunadamente, correr también se asocia con un alto riesgo de lesiones, especialmente en las extremidades inferiores. Alrededor del 80% de las lesiones de los corredores están relacionadas con las sobrecargas. Los corredores de larga distancia presentan mayor incidencia de lesiones (3).

La tasa de incidencia entre los corredores oscila entre el 18,2% y el 92,4% o 6,8 a 59 lesiones por cada 1000 horas de exposición a la carrera (4). Un análisis de 52 semanas en atletas adolescentes de élite observó una tasa de lesiones a 1 año del 91,6%. La tasa general de lesiones fue de 4,1 por cada 1000 h de exposición deportiva y, en promedio, 3 de cada 10 (30,8%) atletas informaron lesiones por semana (5). La mayoría de las lesiones están causadas por sobreuso o un uso excesivo de las estructuras musculoesqueléticas de los corredores. Este tipo de lesiones incluyen las lesiones de músculos, tendones, ligamentos, nervios, articulaciones, cartílagos, huevos o vasos sanguíneos. Dentro de las lesiones más frecuentes en corredores encontramos el síndrome por estrés tibial medial, la tendinopatía de Aquiles y la fascitis plantar (4). En los corredores de maratón, se estima que la incidencia de lesiones musculares de las extremidades inferiores relacionadas con el entrenamiento oscila entre el 19 y el 58% (6).

Aunque las lesiones son algo inevitable, existen estrategias nutricionales que se pueden implementar para reducir su incidencia y disminuir el tiempo de recuperación, así como beneficiar el proceso de rehabilitación. Un equilibrio adecuado de nutrientes, así como una disponibilidad suficiente de energía y dietas altas en proteínas y carbohidratos es fundamental. Algunos estudios (7) (8) han mostrado que ciertas estrategias nutricionales

son clave para abordar las demandas fisiológicas y metabólicas después de una lesión, entre las que se encuentran: una demanda calórica elevada, un aumento de proteínas, la regulación de la glucosa con carbohidratos complejos y ácidos grasos esenciales y el uso de ciertos suplementos dietéticos específicos como creatina, ácidos grasos omega-3, aminoácidos esenciales, vitamina D, HMB (β -hidroxi- β -metilbutirato), prebióticos y probióticos y micronutrientes (vitaminas A, C y E). Así como suplementos antiinflamatorios como la curcumina o el jugo de cereza ácida (8) y suplementos antioxidantes como los bioactivos marinos (9). Por tanto, una dieta adecuada y equilibrada es de suma importancia en la recuperación y rehabilitación de los atletas, ya que ayuda a reducir la inflamación (10), así como una dieta basada en alimentos integrales mínimamente procesados (11).

En cuanto a los macronutrientes, la ingesta de proteínas acelera la recuperación ayudando a reconstruir las fibras musculares tras una carrera. Un aporte calórico suficiente y una ingesta de grasas saludables (aceite de oliva, pescado, aguacate, semillas y frutos secos) puede ayudar a mejorar la recuperación y a prevenir lesiones en atletas (12). Algunos estudios (13) (14) muestran que el aumento de las proteínas en la dieta puede aliviar los marcadores de daño muscular. Además, este aumento proteico puede ser beneficioso como tratamiento después de una lesión, ya que puede ayudar a atenuar la atrofia muscular y a favorecer la reparación muscular (13) (11). Otras investigaciones también han mostrado que la suplementación proteica parece acelerar las respuestas de las células satélite después del daño muscular agudo, lo cual puede ser importante en los procesos de remodelación muscular y recuperación de lesiones (14). Por otra parte, los lípidos también tienen gran importancia en la prevención de lesiones musculoesqueléticas, sobre todo los ácidos grasos poliinsaturados omega-3, por sus propiedades antiinflamatorias. Se han encontrado beneficios al utilizar suplementación con AGPI n-3 (ácidos grasos omega-3) sobre la pérdida de la función muscular y la inflamación después del daño muscular inducido por el ejercicio, por lo que es recomendable que los atletas consuman este suplemento de forma regular (13). Las lesiones musculares generan una respuesta inflamatoria compleja y se ha demostrado que el uso de ácidos grasos de cadena larga de la familia omega-3 es una estrategia antiinflamatoria útil. Además, el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA) disminuyen las concentraciones de algunos marcadores inflamatorios (14). Respecto a los carbohidratos, además de ser la fuente principal de energía para los deportistas de resistencia, pueden ayudar a retardar la liberación de hormonas del estrés del cuerpo por lo que se recomienda que los atletas ingieran entre 6-10g de CH/kg de peso (10).

En cuanto a las necesidades de micronutrientes, no es raro que los corredores (sobre todo mujeres) presenten déficits de calcio, vitamina D y hierro, por lo que la suplementación puede ayudarles a evitar lesiones (6). Una dieta baja en grasas (16%), en comparación con dietas medias (31%) y altas (44%), así como una ingesta energética reducida se ha relacionado con el aumento de fracturas por estrés en atletas (12).

Existen otros suplementos nutricionales que pueden ayudar con las lesiones musculoesqueléticas de los atletas, como la vitamina D, ya que su déficit puede afectar a la regeneración muscular después del ejercicio. Las vitaminas C y E, ya que el aumento de radicales libres aumenta la magnitud del daño muscular después del ejercicio y estos suplementos podrían aumentar el tiempo de recuperación y atenuar el daño muscular (15). Los polifenoles también pueden atenuar el daño muscular causado por la inflamación, además de reducir el dolor muscular y la inflamación (15). La suplementación con monohidrato de creatina atenúa la pérdida de masa muscular aumentando la hipertrofia muscular (13). Por otro lado, evitar la baja disponibilidad energética e incluir un suministro adecuado de calcio, proteínas, magnesio, fósforo, vitamina d, potasio y flúor puede apoyar directamente la salud ósea y evitar las fracturas por estrés (16) (17) (18), una de las lesiones ósea más frecuentes en los atletas, por lo que se recomienda a los corredores un consumo de lácteos, frutas y verduras (13).

Otras investigaciones (7) (14) también han apoyado que la suplementación con monohidrato de creatina podría ayudar a mantener o mejorar los resultados clínicos al mejorar las adaptaciones fisiológicas durante los procesos de rehabilitación de las lesiones deportivas, reduciendo el tiempo de recuperación y mejorando el rendimiento deportivo.

Existen indicios de que el HMB (β -hidroxi- β -metilbutirato) puede ayudar a reducir el daño muscular esquelético, aunque se necesita más investigación al respecto (6) (7) (8) (19).

Por otra parte, también hay investigaciones que han demostrado que la suplementación con colágeno hidrolizado y vitamina C pueden mejorar la síntesis de colágeno y contribuir en la prevención de lesiones tendinosas y la reparación de tejidos (14).

Otros estudios han observado que la suplementación con vitamina D redujo los niveles de biomarcadores post- ejercicio, por lo que podría desempeñar un papel importante en la prevención de lesiones del músculo esquelético en atletas (20).

También se han encontrado evidencias de que la suplementación con cúrcuma (entre 150 y 1500 mg/día) es capaz de disminuir el daño muscular mediante la reducción de la

actividad de la CK, además de producir un efecto antiinflamatorio post- ejercicio al modular ciertas citocinas proinflamatorias y tener un ligero efecto antioxidante (21).

Efectos similares se han encontrado en la suplementación con extracto de té verde (500 mg/día durante 15 días), otra buena estrategia para reducir el daño muscular durante la recuperación del ejercicio (22).

La proteína de suero también ha demostrado tener propiedades positivas en la prevención de lesiones post ejercicio en corredores de maratón al desempeñar funciones de protección fisiológica (23).

Se ha demostrado que las lesiones en los atletas de resistencia son algo inevitable, pero que con una óptima planificación y estrategias nutricionales concretas se puede favorecer tanto su recuperación como su prevención, por lo que resulta de gran interés investigar acerca de dichas estrategias y suplementos nutricionales para la prevención y recuperación de lesiones musculoesqueléticas en corredores de resistencia.

Por último, veamos un cuadro resumen donde se recogen los principales micronutrientes y suplementos y sus beneficios para la prevención de lesiones:

Tabla 1. Beneficios de los principales macronutrientes o suplementos.

Macronutriente o suplemento	Beneficios
Proteínas	Acelera la recuperación ayudando a reconstruir las fibras musculares. Disminuye los marcadores de daño muscular, atenuar la atrofia muscular y favorece la reparación muscular.
Carbohidratos	Ayudan a retardar la liberación de hormonas del estrés del cuerpo.
Lípidos	Disminuyen el riesgo de fracturas por estrés.
Ácidos grasos poliinsaturados omega-3	Propiedades antiinflamatorias.
Cúrcuma, jugo de cereza y extracto de té verde	Propiedades antiinflamatorias. La cúrcuma disminuye el daño muscular mediante la reducción de la actividad de la CK.
Vitamina A, C, E, polifenoles y bioactivos marinos	Propiedades antioxidantes y ayudan a atenuar el daño muscular causado por la inflamación, además de reducir el dolor muscular.

Vitamina D	Favorece la regeneración muscular después del ejercicio, reduciendo los niveles de biomarcadores post- ejercicio y mejora la salud ósea, evitando fracturas por estrés.
Minerales como el calcio, magnesio, fósforo, potasio y fluor	También mejoran la salud ósea y ayudan a prevenir fracturas por estrés.
Monohidrato de creatina	Atenúa la pérdida de masa muscular aumentando la hipertrofia muscular. Mejora las adaptaciones fisiológicas durante los procesos de rehabilitación de las lesiones deportivas, reduciendo el tiempo de recuperación.
HMB (β-hidroxi-β-metilbutirato)	Ayuda a reducir el daño muscular esquelético.
Colágeno hidrolizado y vitamina C	Mejora la síntesis de colágeno y contribuye en la prevención de lesiones tendinosas y la reparación de tejidos.
Proteína de suero	Desempeña funciones de protección fisiológica.

2. Objetivos

El objetivo general de este trabajo será el siguiente:

- Diseñar un estudio de intervención para identificar las estrategias nutricionales más eficientes para la prevención y la recuperación de lesiones musculoesqueléticas en los corredores de resistencia.

Para conseguir dicho objetivo se plantean los siguientes objetivos complementarios:

- Conocer las características de las carreras de larga distancia.
- Conocer las principales lesiones sufridas por los corredores de resistencia.
- Identificar los déficits más habituales en las dietas de los corredores de resistencia.
- Valorar la inclusión de ciertos suplementos en la dieta de los corredores de resistencia para prevenir las lesiones musculoesqueléticas.

Preguntas investigables

Una vez propuestos los objetivos, se proponen algunas preguntas investigables que nos van a guiar a lo largo de nuestra intervención:

- ¿Cómo influye la implementación de una estrategia nutricional adecuada en la prevención y tratamiento de lesiones musculoesqueléticas en corredores de resistencia?
- ¿La inclusión en la dieta de ciertos suplementos dietéticos basados en la evidencia científica puede ayudar a disminuir el riesgo de lesión de los corredores?

3. Metodología

El presente trabajo ha constado de dos partes: En primer lugar, se realizó una búsqueda bibliográfica acerca del tema de estudio y, en segundo lugar, se planteó un diseño de intervención que se desarrollará más adelante.

3.1 Revisión bibliográfica

El primer paso del presente trabajo fue realizar una revisión sistemática de estudios y revisiones científicas acerca del tema de estudio. Dicha búsqueda se realizó a través de la base de datos de PubMed. La búsqueda se limitó a publicaciones tanto en inglés como en español, excluyendo el resto de los idiomas. Además, la búsqueda quedó restringida a publicaciones contrastadas científicamente y desarrolladas durante los últimos 10 años. Para el desarrollo de esta búsqueda se introdujo en la base de datos indicada los siguiente términos: *injuries in athletes AND supplementation OR athletic injuries AND dietary supplements*. La bibliografía encontrada también nos sirvió para ampliar la base teórica de la investigación y ayudar a su justificación.

- Criterios de inclusión:

Los criterios de inclusión que se siguieron para esta revisión bibliográfica fueron los siguientes:

- Artículos de texto completo desarrollados durante los últimos 10 años.
- Tipos de artículo: ensayo clínico, metaanálisis, ensayo controlado aleatorio y revisión sistemática.
- Estudios en corredores de larga distancia.
- Lesiones musculoesqueléticas.

- Criterios de exclusión:

Los criterios de exclusión para esta revisión fueron los siguientes:

- Estudios en idiomas diferentes al inglés y castellano.
- Estudios anteriores a 2013.
- Estudios en deportistas que no sean corredores de larga distancia.
- Estudios sin respaldo científico.
- Estudios sobre lesiones que no sean musculoesqueléticas.

3.2 Diseño de intervención y actividades a desarrollar

La segunda parte del trabajo tiene como objetivo proponer una estrategia nutricional práctica, basada en las evidencias encontradas, para la prevención y el tratamiento de las lesiones musculoesqueléticas de los corredores. Para ello, contaremos con la colaboración de los corredores del CAR de Sant Cugat. Las fases de la intervención y las actividades a realizar en cada una de ellas serán las siguientes:

1. Planificación de la intervención:

Tras realizar la revisión bibliográfica, basándonos en las conclusiones, se pasará al **diseño del estudio**. En primer lugar, se diseñará un cuestionario para conocer los hábitos alimenticios de los corredores y comprobar si llevan a cabo una ingesta equilibrada. También les preguntaremos sobre las horas de entrenamiento que realizan y las lesiones musculoesqueléticas que han tenido en el último año, para poder correlacionar sus hábitos nutricionales con esas lesiones. Posteriormente se les proporcionarán unas pautas y estrategias nutricionales que deberán seguir.

Los bloques sobre los que constará el cuestionario serán los siguientes:

1. **Las estrategias nutricionales que lleva a cabo:** Es decir, la frecuencia de consumo de los diferentes grupos de alimentos (frutas y verduras, cereales, legumbres, carne y pescado, huevos, lácteos), su ingesta de alimentos ultraprocesados (bollería) y de bebidas azucaradas o alcohólicas y el número de comidas que realiza a lo largo del día. Además, se realizará un historial 24h para conocer lo que el atleta suele comer en un día normal de su dieta. Se analizará si la dieta es equilibrada y si la disponibilidad energética es suficiente para cubrir sus necesidades (teniendo en cuenta las horas de entrenamiento).

2. **Las pautas de suplementación:** Para conocer si el atleta está tomando algún suplemento nutricional y con qué objetivo (suplir algún déficit en la dieta, obtener una mejora de rendimiento o favorecer la recuperación muscular).
3. **Entrenamiento:** Con el objetivo de conocer la frecuencia de entrenamiento, la duración, la intensidad y el volumen de entrenamiento que realiza el corredor y si lo asimila correctamente.
4. **Historial de lesiones:** Para conocer si el atleta ha sufrido algún tipo de lesión musculoesquelética (y en que parte del cuerpo) en el último año y valorar que relación ha podido tener con sus hábitos nutricionales.

2. Ejecución de la intervención:

El segundo paso sería la captación de la **población diana** de estudio. Para ello, se establecerá contacto con los corredores del CAR de Sant Cugat, a través de su entrenador, para presentarles la intervención. Se les enviará un cuestionario a través de la plataforma Google Forms donde obtendremos la información anteriormente descrita. Una vez hayan rellenado el formulario, se pasará a la valoración de los hábitos nutricionales de los deportistas y a compararlos con las recomendaciones basadas en la evidencia científica. En base a esas evidencias, se procederá a realizar una tabla con la suplementación y las estrategias nutricionales recomendadas para la prevención de lesiones (consultar Tabla 6). El objetivo será que incorporen estas estrategias en la temporada siguiente y comprobar si el número de lesiones ha disminuido.

3. Evaluación de la intervención:

Tras haber realizado la implementación de la intervención, el último paso será la evaluación y la valoración de esta. Esta evaluación constará de 3 fases que se desarrollaran en el punto 4: "Plan de evaluación de la intervención".

- Evaluación del proceso.
- Evaluación del impacto.
- Evaluación de los resultados.

Población diana

La población diana de esta intervención será la siguiente:

Corredores de larga distancia del CAR de Sant Cugat. De sexo masculino, de distintas edades (entre 20-25 años) y que compitan tanto a nivel nacional como internacional.

Cronograma

En esta **Tabla 2** se muestra el cronograma planteado para la intervención:

Tabla 2. Cronograma

FASES	TAREAS	NOV	DIC	ENE	FEB
		PLANIFICACIÓN	1. Revisión bibliográfica		
	2. Elaboración de la intervención				
EJECUCIÓN	1. Captación de la población diana.				
	2. Recabar información de los sujetos mediante cuestionarios				
	3. Diseñar estrategias nutricionales				
EVALUACIÓN	1. Evaluación del proceso				
	2. Evaluación del impacto				
	3. Evaluación de los resultados				

Recursos necesarios

Para la implementación de esta intervención tenemos que hacer una estimación de los recursos económicos necesarios, materiales, los recursos humanos y su disponibilidad temporal. Como hemos mencionado se trata de una intervención con corredores del CAR de Sant Cugat por lo que contaremos con el apoyo de dicho centro. Por ello, se buscará la colaboración altruista de aquellos atletas voluntarios que quieran participar. Por tanto, los recursos necesarios serán los siguientes:

- **Recursos materiales:** cuestionarios elaborados por nosotros mismos.
- **Recursos humanos:** los sujetos voluntarios que participan en el estudio y el contacto de su entrenador (Carles Castillejo).
- **Disponibilidad temporal:** Tendremos que adaptarnos a la disponibilidad horaria tanto del entrenador como de los atletas voluntarios.

- **Recursos económicos:** La participación es voluntaria y de forma altruista por lo que no se precisan recursos económicos.

Consideraciones éticas

Los cuestionarios que se pasarán a los atletas serán totalmente anónimos y su participación será totalmente libre y voluntaria. Además, se asegurará la total confidencialidad de los datos aportados, siendo únicamente utilizados para el presente trabajo.

4. Plan de evaluación de la intervención

Para evaluar esta intervención vamos a mencionar los diferentes tipos de evaluación descritos anteriormente: evaluación del proceso, del impacto y de los resultados.

4.1 Evaluación del proceso

La evaluación del proceso permite evaluar la adecuación de la intervención a los objetivos propuestos. Como se ha comentado anteriormente, para realizar esta intervención se cuenta con la colaboración de los atletas del CAR de Sant Cugat, por tanto, la población diana son los corredores de dicho centro. Nos hemos asegurado de que el cuestionario haya llegado a todos los atletas a través de su entrenador, con el que hemos tenido una comunicación directa a través del correo electrónico, para asegurarnos de que los atletas no tengan ninguna duda a la hora de rellenar el cuestionario.

Los indicadores que valoraremos serán las dificultades a la hora de contactar con la población diana, la correcta realización del cuestionario por parte de los atletas, la motivación hacia la participación en la intervención por parte de los atletas y la facilidad de seguimiento de la intervención.

- Dificultades a la hora de contactar con la población diana: El contacto con los atletas se ha establecido a través de su entrenador, quien se ha encargado de reclutar la muestra y de solicitarles que participen en la intervención.

- Correcta realización del cuestionario por parte de los atletas: A través de un contacto directo vía correo electrónico con el entrenador, hemos garantizado que los atletas reciban el cuestionario a través de un Google Forms, con las pautas necesarias para su correcta elaboración.

- Motivación hacia la participación: La participación en la intervención ha sido voluntaria, por lo que ha sido el entrenador el que les ha motivado a participar, teniendo en cuenta la falta de tiempo de los atletas y siendo pacientes a la hora de recibir los resultados.

- Facilidad del seguimiento de la intervención: Una vez analizados los resultados obtenidos en el cuestionario, se les ha enviado unas pautas nutricionales a través del entrenador para que puedan perfeccionar su alimentación y contribuir en la prevención de lesiones.

En la **Tabla 3** se especifica el tipo de evaluación, los indicadores y el instrumento de evaluación de dichos indicadores:

Tabla 3. Evaluación del proceso

	INDICADORES	INTRUMENTO DE EVALUACIÓN
EVALUACIÓN DEL PROCESO	- Reclutamiento de la población diana para la participación en la intervención.	Comunicación con el entrenador vía email electrónico
	- Realización del cuestionario por parte de los atletas.	Google Forms (Anexos)
	- Motivación e interés de los atletas de cara a la intervención.	Observación por parte del entrenador
	- Facilidad del seguimiento de la intervención.	Comunicación con el entrenador vía email electrónico

4.2 Evaluación del impacto

La evaluación del impacto pretende valorar y describir los efectos de la intervención. Se realizará al final de la siguiente temporada para analizar si las pautas nutricionales que se les han facilitado a los atletas, en base a las deficiencias encontradas en los resultados obtenidos, han repercutido positivamente en la disminución del número de lesiones. Se valorarán indicadores como las pautas nutricionales de los atletas, para comprobar si han mejorado respecto a la temporada anterior y el número de lesiones y su comparación con la temporada previa a la intervención.

En la **Tabla 4** se especifican los indicadores y el instrumento de evaluación.

Tabla 4. Evaluación del impacto

	INDICADORES	INTRUMENTO DE EVALUACIÓN
EVALUACIÓN DEL IMPACTO	- Modificación y mejora de los hábitos nutricionales de los atletas.	Registro 24h
	- Pautas nutricionales actuales de los atletas.	Cuestionario de frecuencia de consumo Cuestionario suplementación
	- Número de lesiones.	Cuestionario lesiones

4.3 Evaluación de los resultados

La evaluación de resultados consiste en realizar una evaluación al final de la intervención y proporciona información sobre los resultados de esta. Por tanto, sirve para mostrar el grado de efectividad de la intervención, ya que se lleva a cabo una comparación de los indicadores antes y después de la intervención. Para ello, se repetirán los métodos analizados en la fase inicial:

- Estrategias nutricionales de los atletas.
- Pautas de suplementación.
- Entrenamiento.
- Número de lesiones.

En la **Tabla 5** se especifican los indicadores y el instrumento de evaluación.

Tabla 5. Evaluación de resultados

	INDICADORES	INTRUMENTO DE EVALUACIÓN
EVALUACIÓN DE RESULTADOS	- Estrategias nutricionales de los atletas	Registro 24h y cuestionario de frecuencia de consumo
	- Pautas de suplementación	Cuestionario de suplementación
	- Entrenamiento	Cuestionario entrenamiento
	- Número de lesiones.	Cuestionario lesiones

Comparación de resultados

Los datos sobre las pautas nutricionales recogidos se compararán con los resultados obtenidos en la bibliografía realizada.

En la **Tabla 6** se muestran las recomendaciones recogidas sobre las estrategias nutricionales y la suplementación adecuada para la prevención de lesiones en atletas.

Tabla 6. Recomendaciones nutricionales

INGESTA CALÓRICA	45 kcal/kg (12) (13) (14)
MACRONUTRIENTES	<ul style="list-style-type: none">- <u>Proteínas</u>: de 1,6 a 3 g/kg/día con dosis de entre 20-30g (0,3g/kg) por comida (se recomienda realizar entre 4 y 6 comidas con proteína a lo largo del día) (14). Otros estudios hablan de recomendaciones de 2,3 g/kg (13). O entre 2-2,5 g/kg durante la fase de inactividad por lesión (23).- <u>Grasa</u>: >36% (14).- <u>HC</u>: 6-10g/kg (10) (18)
SUPLEMENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none">- <u>Calcio</u>: 2000mg (13) o 2g/día (14).- <u>Vitamina D</u>: 800 UI/día (13) (14). Entre 400- 800 UI/día (24). 2000-4000 UI de D3 tomada diariamente durante los meses de invierno (14).- <u>Hierro</u>: 8-18 mg/día y 15-18 mg/día en mujeres (10).- <u>Monohidrato de creatina (CrM)</u>: 0,1 g/kg/día (14)- <u>Ácidos grasos poliinsaturados omega-3 (PUFA n-3)</u>: 5 g/día durante 2 semanas de cápsulas de aceite de pescado (que proporcionan 3500 mg de ácido eicosapentaenoico y 900 mg de ácido docosahexaenoico) (13). Otros estudios hablan de realizar una carga de 20 g/día durante 5 días seguidos de 5 g/día posteriormente (6) (14).- <u>β-hidroxi-β-metilbutirato (HMB)</u>: 3 g (2 × 1,5 g) al día (6) (7) (8).- <u>Cúrcuma</u>: entre 150 y 1500 mg/día, administradas antes e inmediatamente después del ejercicio, y durante las 72 h posteriores (24).

5. Aplicabilidad de la intervención

La propuesta de intervención realizada ha intentado subsanar las carencias encontradas en la dieta de los atletas, en base a la bibliografía científica revisada sobre el impacto de las estrategias nutricionales en la prevención de lesiones.

Cabe recordar que, cómo mencionábamos al inicio, el atletismo es uno de los deportes más populares del mundo y uno de los más practicados por los españoles. Hemos visto que correr aporta innumerables beneficios para la salud, pero al tratarse de un deporte de impacto, las lesiones por sobreuso en las estructuras musculoesqueléticas de las extremidades inferiores son habituales. Sin embargo, existe evidencia de que un adecuado protocolo nutricional puede reducir su incidencia y disminuir el tiempo de recuperación. Por tanto, ya que cada vez más personas practican este deporte, es importante que reciban un asesoramiento adecuado de las estrategias nutricionales óptimas para afrontar con garantías esta actividad.

Precisamente ese ha sido nuestro objetivo principal, tratar de aportar una serie de pautas nutricionales para implementar la salud de nuestra población diana (atletas del CAR de Sant Cugat) y reducir su índice de lesiones, basándonos en la bibliografía recogida en la tabla 6.

Tras revisar la bibliografía actual sobre el tema de estudio, se comprobó que un equilibrio adecuado de nutrientes, una demanda calórica elevada, para garantizar una disponibilidad suficiente de energía y dietas altas en proteínas, carbohidratos y ácidos grasos esenciales son los aspectos más importantes para tener en cuenta. Además, se recomienda el uso de ciertos suplementos dietéticos como creatina, ácidos grasos omega-3, aminoácidos esenciales, vitamina D, HMB, prebióticos y probióticos y micronutrientes.

El monohidrato de creatina atenúa la pérdida de masa muscular y aumenta la hipertrofia, disminuyendo el tiempo de recuperación del atleta y mejorando su rendimiento (13) (14). Los ácidos grasos de cadena larga de la familia omega-3 ayudan a reducir los procesos de inflamación y a mejorar la recuperación de los tejidos (11) (14). Los aminoácidos mejoran los indicadores de daño muscular (11). El HMB ayuda a preservar la masa magra (14). También se ha demostrado que ciertos micronutrientes (vitaminas C y E, calcio, vitamina D y hierro) pueden atenuar el daño muscular y evitar lesiones (10). En

concreto, la vitamina D y el calcio ayudan a disminuir el riesgo de fracturas por estrés (15) (16) (17) y las distensiones musculares en las extremidades inferiores (13) (14).

Hay que destacar que la mayoría de los estudios consultados son revisiones generales o estudios que se centran en analizar qué beneficios tiene un determinado suplemento en los atletas. Por eso se consideró interesante realizar una intervención para ver el comportamiento que tiene en los atletas una estrategia nutricional completa que recoja todas las pautas encontradas.

En nuestro diseño de intervención se proponen unas pautas nutricionales para que los atletas las implementen en la próxima temporada y comprobar si se ha reducido el índice de lesiones. Hay que tener en cuenta que, al tratarse de una propuesta de intervención, no se conocen los resultados concretos, no obstante, es interesante plantear nuevas líneas de estudio que amplíen esta temática de estudio.

Líneas de investigación futuras

En primer lugar, sería interesante realizar futuras intervenciones aumentando la muestra de estudio, ya que los atletas del CAR con los que hemos conseguido contactar no han sido demasiados. De esta forma se obtendrían resultados más heterogéneos.

También sería interesante contar con una muestra equilibrada de participantes de ambos sexos y de grupos de edad diferente, para comprobar las diferencias existentes.

Para obtener una mayor precisión, sería interesante, además de las encuestas que hemos realizado, contar con una analítica reciente de los corredores para cotejar sus niveles de ciertos marcadores importantes (como el hierro o la vitamina D) y comprobar si, en caso de existir alguna deficiencia, se consigue eliminar con las estrategias nutricionales aportadas.

Por otro lado, aunque más difícil de llevar a cabo, podría resultar interesante comparar nuestra muestra con un grupo de control que llevará una dieta normal, para comprobar si unas pautas nutricionales adecuadas reducen el número de lesiones respecto al grupo de control.

Por último, con una propuesta de estudio de una mayor duración (varias temporadas) se podrían obtener datos más fiables y completos.

6. Conclusiones

Una vez presentado este diseño de intervención sobre los efectos de la suplementación en la prevención y tratamiento de lesiones musculoesqueléticas en corredores de resistencia, se detallan las conclusiones que responden a los objetivos planteados al inicio del trabajo:

- El atletismo es uno de los deportes más populares en todo el mundo. Las carreras de larga distancia o de fondo son aquellas carreras a pie cuya distancia va desde los 5 km hasta los 42, 195km que se disputan en la prueba de maratón. En los últimos años, el número de corredores ha aumentado, siendo las carreras a pie uno de los deportes más practicados por los españoles (1).

- Correr se asocia con un alto riesgo de lesiones, especialmente en las extremidades inferiores. Alrededor del 80% de las lesiones de los corredores están relacionadas con las sobrecargas, siendo los corredores de larga distancia los que presentan mayor incidencia de lesiones (3). La tasa de incidencia entre los corredores oscila entre el 18,2% y el 92,4% o 6,8 a 59 lesiones por cada 1000 horas de exposición a la carrera (4). La mayoría de las lesiones están causadas por sobreuso o un uso excesivo de las estructuras musculoesqueléticas de los corredores. Este tipo de lesiones incluyen las lesiones de músculos, tendones, ligamentos, nervios, articulaciones, cartílagos, huesos o vasos sanguíneos. Dentro de las lesiones más frecuentes en corredores encontramos el síndrome por estrés tibial medial, la tendinopatía de Aquiles y la fascitis plantar (4). En los corredores de maratón, se estima que la incidencia de lesiones musculares de las extremidades inferiores relacionadas con el entrenamiento oscila entre el 19 y el 58% (6).

- Los atletas que más se lesionan suelen tener una serie de déficits en su alimentación: aporte energético insuficiente (14) (24), ingesta deficiente de grasas en la dieta (10) (12) y déficits de calcio (10) (24), vitamina D (10) (16) (17) (18) (24) (25) (26) y hierro (10) (24).

- Se han encontrado evidencias de que algunos suplementos pueden ayudar a disminuir el riesgo de lesión en los corredores: monohidrato de creatina (7) (8) (11) (13) (14), ácidos grasos omega- 3 (6) (7) (8) (11) (14), aminoácidos esenciales (6) (7) (11) (13) (14) (23), vitamina D (7) (8) (10) (12) (13) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21), calcio (10) (11) (14) (24), hierro (10) (24) y HMB (6) (7) (19).

7. Bibliografía

1. Encuesta de Hábitos Deportivos en España 2022. [Internet] Gob.es. [citado el 1 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.culturaydeporte.gob.es/dam/jcr:a0d86713-ef86-428a-9a73-845ca2b0d213/encuesta-de-habitos-deportivos-2022-sintesis-de-resultados.pdf>
2. Oja P, Titze S, Kokko S, Kujala UM, Heinonen A, Kelly P, et al. Health benefits of different sport disciplines for adults: systematic review of observational and intervention studies with meta-analysis. *Br J Sports Med* [Internet]. 2015 [citado el 1 de noviembre de 2023];49(7):434–40. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25568330/>
3. van Poppel D, van der Worp M, Slabbekoorn A, van den Heuvel SSP, van Middelkoop M, Koes BW, et al. Risk factors for overuse injuries in short- and long-distance running: A systematic review. *J Sport Health Sci* [Internet]. 2021 [citado el 1 de noviembre de 2023];10(1):14–28. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jshs.2020.06.006>
4. Lopes AD, Hespanhol LC Jr, Yeung SS, Costa LOP. What are the main running-related musculoskeletal injuries?: A systematic review. *Sports Med* [Internet]. 2012 [citado el 1 de noviembre de 2023];42(10):891–905. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/bf03262301>
5. von Rosen P, Heijne A, Frohm A, Fridén C, Kottorp A. High injury burden in elite adolescent athletes: A 52-week prospective study. *J Athl Train* [Internet]. 2018 [citado el 4 de noviembre de 2023];53(3):262–70. Disponible en: <https://meridian.allenpress.com/jat/article/53/3/262/112372/High-Injury-Burden-in-Elite-Adolescent-Athletes-A>
6. Papadopoulou SK. Rehabilitation nutrition for injury recovery of athletes: The role of macronutrient intake. *Nutrients* [Internet]. 2020 [citado el 15 de diciembre de 2023];12(8):2449. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/8/2449>
7. Smith-Ryan AE, Hirsch KR, Saylor HE, Gould LM, Blue MNM. Nutritional considerations and strategies to facilitate injury recovery and rehabilitation. *J Athl Train* [Internet]. 2020 [citado el 3 de noviembre de 2023];55(9):918–30. Disponible en: <https://meridian.allenpress.com/jat/article/55/9/918/444137/Nutritional-Considerations-and-Strategies-to>

8. Rawson ES, Miles MP, Larson-Meyer DE. Dietary supplements for health, adaptation, and recovery in athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* [Internet]. 2018 [citado el 4 de enero de 2024];28(2):188–99. Disponible en: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsnem/28/2/article-p188.xml>
9. Gammone M, Gemello E, Riccioni G, D’Orazio N. Marine bioactives and potential application in sports. *Mar Drugs* [Internet]. 2014 [citado el 10 de enero de 2024];12(5):2357–82. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-3397/12/5/2357>
10. Silva M, Ready LV, Etzel CM. Foundational health for runners: Is it the key to minimizing injury? *R I Med J* (2013) [Internet]. 2020 [citado el 1 de noviembre de 2023];103(7). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32872691/>
11. Tipton KD. Nutritional support for exercise-induced injuries. *Sports Med* [Internet]. 2015 [citado el 7 de enero de 2024];45(S1):93–104. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-015-0398-4>
12. Gerlach KE, Burton HW, Dorn JM, Leddy JJ, Horvath PJ. Fat intake and injury in female runners. *J Int Soc Sports Nutr* [Internet]. 2008 [citado el 1 de noviembre de 2023];5(1). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18173851/>
13. Close GL, Sale C, Baar K, Bermon S. Nutrition for the prevention and treatment of injuries in track and field athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* [Internet]. 2019 [citado el 1 de noviembre de 2023];29(2):189–97. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30676133/>
14. Giraldo-Vallejo JE, Cardona-Guzmán MÁ, Rodríguez-Alcivar EJ, Kočí J, Petro JL, Kreider RB, et al. Nutritional strategies in the rehabilitation of musculoskeletal injuries in athletes: A systematic integrative review. *Nutrients* [Internet]. 2023 [citado el 3 de noviembre de 2023];15(4):819. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/nu15040819>
15. Aoi W, Naito Y, Yoshikawa T. Exercise and functional foods. *Nutr J* [Internet]. 2006 [citado el 12 de enero de 2024];5(1):15. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/1475-2891-5-15>
16. Tenforde AS, Sayres LC, Sainani KL, Fredericson M. Evaluating the relationship of calcium and vitamin D in the prevention of stress fracture injuries in the young athlete: A review of the literature. *PM R* [Internet]. 2010 [citado el 10 de enero de 2024];2(10):945–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmrj.2010.05.006>

17. Larson-Meyer DE, Willis KS. Vitamin D and athletes. *Curr Sports Med Rep* [Internet]. 2010 [citado el 12 de enero de 2024];9(4):220–6. Disponible en: https://journals.lww.com/acsmcsmr/fulltext/2010/07000/vitamin_d_and_athletes.11.aspx
18. Ruohola J-P, Laaksi I, Ylikomi T, Haataja R, Mattila VM, Sahi T, et al. Association between serum 25(OH)D concentrations and bone stress fractures in Finnish young men. *J Bone Miner Res* [Internet]. 2006 [citado el 12 de enero de 2024];21(9):1483–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1359/jbmr.060607>
19. Slater GJ, Jenkins D. Beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB) supplementation and the promotion of muscle growth and strength. *Sports Med* [Internet]. 2000 [citado el 12 de enero de 2024];30(2):105–16. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10966150/>
20. Żebrowska A, Sadowska-Krępa E, Stanula A, Waśkiewicz Z, Łakomy O, Bezuglov E, et al. The effect of vitamin D supplementation on serum total 25(OH) levels and biochemical markers of skeletal muscles in runners. *J Int Soc Sports Nutr* [Internet]. 2020 [citado el 3 de noviembre de 2023];17(1). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32272973/>
21. Fernández-Lázaro D, Mielgo-Ayuso J, Seco Calvo J, Córdova Martínez A, Caballero García A, Fernandez-Lazaro C. Modulation of exercise-induced muscle damage, inflammation, and oxidative markers by curcumin supplementation in a physically active population: A Systematic Review. *Nutrients* [Internet]. 2020 [citado el 3 de noviembre de 2023];12(2):501. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/nu12020501>
22. da Silva W, Machado ÁS, Souza MA, Mello-Carpes PB, Carpes FP. Effect of green tea extract supplementation on exercise-induced delayed onset muscle soreness and muscular damage. *Physiol Behav* [Internet]. 2018; 194:77-82. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031938418302294>
23. Huang W-C, Chang Y-C, Chen Y-M, Hsu Y-J, Huang C-C, Kan N-W, et al. Whey protein improves marathon-induced injury and exercise performance in elite track runners. *Int J Med Sci* [Internet]. 2017 [citado el 3 de noviembre de 2023];14(7):648–54. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7150/ijms.19584>

24. Nutrition and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2009 [citado el 10 de enero de 2024];41(3):709–31. Disponible en: https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2009/03000/nutrition_and_athletic_performance.27.aspx
25. Ribbans WJ, Aujla R, Dalton S, Nunley JA. Vitamin D and the athlete–patient: state of the art. *J ISAKOS* [Internet]. 2021 [citado el 3 de enero de 2024];6(1):46–60. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33833045/>
26. Farrokhyar F, Tabasinejad R, Dao D, Peterson D, Ayeni OR, Hadioonzadeh R, et al. Prevalence of vitamin D inadequacy in athletes: A systematic-review and meta-analysis. *Sports Med* [Internet]. 2014 [citado el 7 de enero de 2024];45(3):365–78. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-014-0267-6>

ANEXOS

Anexo 2. Recordatorio 24h (Bloque 1)

Edad:	Peso:
Género:	Talla:
¿Cuántas comidas realizas al día?	
En este cuestionario deberá ir anotando todos los alimentos y bebidas consumidos durante el día. Es muy importante no cambiar el régimen habitual de comidas. Trate de indicar el tamaño de la ración (en gramos o mediante mediadas caseras). Indique si el peso de los alimentos es en crudo o cocinado.	
Hora: Lugar:	Desayuno:
Hora: Lugar:	Media mañana:
Hora: Lugar:	Comida:
Hora: Lugar:	Merienda:
Hora: Lugar:	Cena:
Hora: Lugar:	Otras:

Anexo 3. Cuestionario suplementación deportiva (Bloque 2)

SUPLEMENTOS DEPORTIVOS	
Durante el año pasado, ¿ha tomado algún tipo de suplementación dietética o deportiva? Sí <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
Marque la suplementación que ha tomado: vitaminas, minerales, ácidos grasos esenciales, aminoácidos, proteína, probióticos, otros.	
En caso de haber marcado otros, especifica que tipo de suplemento has consumido:	<input type="text"/>
¿Con que objetivo ha consumido dichos suplementos? Mejora del rendimiento, corregir algún déficit nutricional, otros	
En caso de haber marcado otros, especifica con que objetivo ha sido:	<input type="text"/>

Anexo 4. Cuestionario entrenamiento (Bloque 3)

ENTRENAMIENTO	
¿Cuántos días entrenas de media a la semana? <5 <input type="checkbox"/> 5-6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/>	
¿Cuántas horas sueles entrenar a la semana? <20h <input type="checkbox"/> entre 20-25h <input type="checkbox"/> >25h <input type="checkbox"/>	
¿Cuántos días de competición tienes al año?	<input type="text"/>
¿A que nivel compites? Nacional <input type="checkbox"/> Internacional <input type="checkbox"/>	
¿Cuántos km corres a la semana?	<input type="text"/>
¿Cuántos km corres en una temporada?	<input type="text"/>
¿Te sueles sentir cansado o falta de energía en los entrenamientos? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	

Anexo 5. Cuestionario historial de lesiones (Bloque 3)

LESIONES MUSCULOESQUELÉTICAS	
Durante el año pasado, ¿ha sufrido algún tipo de lesión musculoesquelética en el tren inferior? SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
Si la respuesta anterior es sí, ¿de que tipo? Muscular <input type="checkbox"/> Ligamentosa <input type="checkbox"/> Tendinosa <input type="checkbox"/> Ósea <input type="checkbox"/> Articular <input type="checkbox"/>	
¿En que parte se produjo la lesión? Pie <input type="checkbox"/> Rodilla <input type="checkbox"/> Tobillo <input type="checkbox"/> Cadera <input type="checkbox"/> Pierna <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>	
¿Cuándo se produjo la lesión? Entrenando <input type="checkbox"/> Compitiendo <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>	
¿A que creés que se debió la lesión? Falta de calentamiento o estiramiento <input type="checkbox"/> Sobrecarga muscular <input type="checkbox"/> Falta de hidratación <input type="checkbox"/> Fatiga <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>	

Enlaces de los Cuestiones en Google Forms:

1. Cuestionario general: <https://docs.google.com/forms/d/1I7XXiKNrf6MUKIIVi9HlqXd0CfkCgWlqoB0kevkjV3U/edit>
2. Frecuencia de consumo: https://docs.google.com/forms/d/1IEaTycv1aqirkymhR_DaR3YsiRWeB7VM2RHjp9Wy6sM/edit
3. Recordatorio 24h: https://docs.google.com/forms/d/1290SVqGVt6PtN759Wt1B1fxOTkAqOS7_sFx9TueGaY/edit