

### 3. Papel de la alimentación y el entrenamiento en la recuperación y la reducción del riesgo

#### ROLE OF NUTRITION AND TRAINING IN RECOVERY AND RISK REDUCTION

Itsaso Aizpurua Saizar

Graduada en enfermería por la Universidad Pública Vasca.

#### RESUMEN

**Introducción:** La nutrición es parte fundamental del rendimiento deportivo y también de la prevención y tratamiento de las lesiones.

**Objetivo:** Conocer la prevalencia de lesiones y conocer la alimentación a seguir para prevenirlas así como rehabilitarlas.

**Metodología:** Este trabajo es una revisión sistemática que se basa en literatura científica sobre nutrición y lesiones de atletas

**Conclusión:** La nutrición tiene un papel fundamental en la prevención y rehabilitación de las lesiones deportivas. Es fundamental disponer de un balance energético adecuado. Es recomendable aumentar la ingesta de proteínas en lesiones musculares y ligamentosas. El calcio y la vitamina D son muy importantes en la rehabilitación de fracturas por estrés.

**Palabras clave:** Nutrición deportiva, lesiones deportivas, factores de riesgo y estrategias de prevención.

#### ABSTRACT

**Introduction:** Nutrition is a fundamental part of sports performance and also of injury prevention and treatment.

**Objective:** To know the prevalence of injuries and to know the diet to follow in order to prevent them as well as rehabilitate them.

**Methodology:** This work is a systematic review based on scientific literature on nutrition and injuries of athletes

**Conclusion:** Nutrition has a key role in the prevention and rehabilitation of sports injuries. It is essential to have an adequate energy balance. It is advisable to increase the intake of proteins in muscle and ligamentous lesions. Calcium and vitamin D are very important in the rehabilitation of stress fractures.

**Key words:** Sports nutrition, sports injuries, risk factors and prevention strategies.

#### 1. INTRODUCCIÓN

Optimizar y mejorar el rendimiento deportivo y prevenir lesiones son dos de los principales objetivos de los profesionales de la salud deportiva y de los deportistas, que repercuten en su salud física y mental (1). Tradicionalmente, la mejora del rendimiento deportivo y la prevención de lesiones se ha basado en la aptitud física y la recuperación, pero en las últimas décadas, la nutrición también ha cobrado protagonismo en este ámbito.

En muchos casos, el debate sobre la dieta ideal para deportistas, especialmente deportistas de élite, involucra a múltiples profesionales de la salud, desde nutricionistas hasta médicos. Esto resalta la importancia del trabajo interdisciplinario en este campo (2). A pesar del reconocimiento de la importancia de una nutrición adecuada para mejorar el rendimiento deportivo, los atletas aficionados y profesionales a menudo no consideran los programas de nutrición e hidratación como parte integral del entrenamiento deportivo.

Es sabido que, en las últimas décadas, el deporte de fondo ha dado un gran auge. Además, en los últimos años también han sufrido cambios las tendencias de las carreras, ya que además de los maratones, cada vez han ganado más popularidad carreras como las de obstáculos o barro, así como carreras de muy larga duración. A la vista de ello, la dieta y preparación adecuada que siguen estos deportistas también será importante para conseguir su máximo rendimiento y evitar lesiones. (3)

Las lesiones deportivas varían desde lesiones musculares menores hasta daños graves en los tejidos o las articulaciones, y afectan no sólo las capacidades atléticas de los deportistas, sino también su calidad de vida y su carrera profesional. En este contexto, nutrientes específicos, como proteínas, ácidos grasos esenciales, minerales, vitaminas e incluso suficiente agua, juegan un papel clave. Además, la periodización nutricional durante las fases de entrenamiento de adaptación y recuperación es crucial para la eficacia de los programas de prevención y rehabilitación de lesiones.

Sin embargo, debido a la complejidad y el desarrollo constante de la ciencia de la nutrición deportiva, la literatura en este campo es limitada. (2) El objetivo principal de este programa de educación terminal es proporcionar una visión holística del impacto de la nutrición no sólo en

la prevención de lesiones deportivas, sino también en la rehabilitación de lesiones deportivas.

Al examinar artículos científicos y diversos casos clínicos, se espera que contribuyan al desarrollo de estrategias integrales para mejorar la salud y el rendimiento de los atletas, reducir el impacto de las lesiones en la competencia y promover una recuperación más efectiva y rápida.

## 2. DESARROLLO

### 2.1. Alimentación óptima para deportistas

La alimentación óptima para un deportista implica una alimentación equilibrada y específica que favorece el rendimiento deportivo, la recuperación y la salud general del cuerpo. Los atletas necesitan una proporción correcta de macronutrientes (carbohidratos, proteínas y grasas), micronutrientes (vitaminas y minerales) y una adecuada hidratación para optimizar su rendimiento físico y conservar un estado de salud óptimo.

#### Carbohidratos

Los carbohidratos son la principal fuente de energía para el organismo, especialmente durante la actividad física. Se almacenan en los músculos y el hígado en forma de glucógenos que el cuerpo utiliza para la obtención de energía durante el ejercicio. Las necesidades de este macronutriente irán aumentando en función de la actividad física que se realice, aumentando a medida que la actividad sea más intensa. Esto significa que realizar ejercicio de intensidad moderada (1 hora por día) requerirá requerimientos de carbohidratos de 5-7 g/kg por día, mientras que realizar ejercicio de alta intensidad (1-3 horas por día) puede ser de hasta 6-10 g/kg kg de carbohidratos por día, y para atletas que practican deportes de larga duración (4-5 horas por día) serán 8-12 g/kg por día. (4, 11)

Fuentes: Cereales, frutas, verduras, legumbres y tubérculos.

#### Proteínas

Las proteínas son fundamentales para la reparación y construcción de los tejidos musculares, y para la recuperación post ejercicio, además también es importante para el apoyo al sistema inmunológico. Aunque la importancia de este macronutriente para los atletas es menor que la de los carbohidratos, sus requerimientos de proteínas para mejorar el rendimiento deportivo son mayores que la cantidad diaria recomendada actualmente (0,8 g/kg/día), que es de 1,2 a 2 g/kg/día. Además, serán importantes la calidad, la cantidad y el momento de consumo de las proteínas. (4, 11)

Fuentes: carnes magras, pescado, huevos, legumbres, tofu, lácteos...

#### Grasas saludables

En comparación con los carbohidratos y las proteínas, las grasas juegan un papel menor en el rendimiento de un atleta, pero no hay que olvidar que las grasas son un componente esencial de las células nerviosas y están implicadas

en la señalización, la función nerviosa y el transporte. Por lo tanto, se anima a estos atletas a seguir recomendaciones generales para limitar la cantidad de grasa en su dieta durante la competición, durante la carga de carbohidratos o antes de la competición. (4, 11) Los ácidos grasos Omega 3 son conocidos por las propiedades antiinflamatorias que poseen. Dichas propiedades son las que convierten los ácidos grasos en un aliado muy importante para la prevención de lesiones tendinosas y articulares. Ayudan a reducir la inflamación en los tendones y ligamentos y favorecen la cicatrización de dichos tejidos. Además contribuyen en la salud cardiovascular, lo que es imprescindible para un rendimiento físico óptimo. (1, 4, 29)

Fuentes: las grasas saludables se encuentran en pescados grasos como son el salmón, las sardinas y el atún, pero también en semillas de chía, en el aguacate, en nueces y aceites vegetales.

#### Vitaminas y Minerales

Los micronutrientes son cruciales para mantener la integridad del sistema musculoesquelético y para el correcto funcionamiento de la función metabólica que es la responsable de la prevención de lesiones. (28,29,30) Aunque son necesarios en cantidades pequeñas, son esenciales para la prevención de deficiencias que pueden afectar el rendimiento deportivo.

- **Vitamina D:** Esta vitamina es esencial para la absorción del calcio y para la mineralización ósea. La deficiencia de esta, está relacionada con causar pérdida en la densidad ósea, lo que aumenta el riesgo de fracturas. La vitamina D también ayuda en la recuperación muscular después del entrenamiento y también ayuda en la disminución de la inflamación.
  - Fuentes de Vitamina D: Esta vitamina se obtiene a través de la exposición solar, pero también en algunos alimentos como el pescado graso, huevos y algunos productos lácteos.
- **Calcio:** El calcio es el mineral más importante en cuanto a la formación de huesos y dientes. Una ingesta insuficiente de esta puede llevar a huesos más débiles y por lo tanto más vulnerables a las fracturas.
  - Fuentes de calcio: los productos lácteos, los vegetales de hoja verde y los frutos secos.
- **Magnesio:** El magnesio es un mineral clave para el funcionamiento muscular y la relajación de los mismos post-ejercicio, lo que ayuda en la prevención de los calambres y la rigidez muscular. Este mineral también contribuye a la absorción del calcio por lo que es de gran importancia para la salud ósea.
  - Fuentes de magnesio: almendras, aguacate, semillas de calabaza y espinacas.
- **Vitamina C:** Esta vitamina es fundamental para la producción de una proteína estructural clave en los tendones, ligamentos y cartílagos, es decir, para la producción de colágeno. La vitamina C también contribuye a reducir el estrés oxidativo y la inflamación, lo que puede acelerar la recuperación de lesiones.

Fuente de vitamina C: frutas cítricas, el kiwi, las fresas y los pimientos rojos.

### **Antioxidantes**

Como ejemplos de antioxidante tendríamos las vitaminas E y C, los flavonoides y los carotenoides. Estos protegen a las células musculares y articulares del daño causado por los radicales libres, lo que resulta en la reducción del riesgo de lesiones y la aceleración de la recuperación. Los antioxidantes también pueden prevenir el desgaste prematuro de las articulaciones y los ligamentos, minimizando el riesgo de enfermedades crónicas como la artritis. (28,29,30)

Fuentes antioxidantes: frutas rojas, las verduras de hojas verde, el té verde y las nueces.

### **Hidratación**

La hidratación es otro componente clave para mantener la salud de los músculos y las articulaciones. La deshidratación no solo disminuye el rendimiento, es más aumenta el riesgo de lesiones musculares, calambres y fatiga. Esto sucede porque los músculos pierden elasticidad y se vuelven más propensos al daño. Mantenerse bien hidratado es fundamental para los deportistas ya que mejora la circulación sanguínea, lo que permite una mejora en el suministro de nutrientes a los músculos y facilita la eliminación de desecho como el ácido láctico. La cantidad necesaria de agua varía según la actividad física y las condiciones climáticas, pero se recomienda beber agua regularmente antes, durante y después del ejercicio. (28,29,30)

La denominada periodización de la nutrición es, por lo tanto, una intervención estratégica y organizada, su objetivo es mejorar el rendimiento. Este método organiza la aportación y la disponibilidad de los nutrientes antes, durante y después del entrenamiento. Además, también tiene el objetivo de preparar a otros órganos para competir, como por ejemplo, acostumar el estómago a una gran cantidad de alimentos y líquidos, para que esta capacidad sea desarrollada durante la competencia y no genere problemas gastrointestinales.

La adaptación en el activista físico depende de muchos factores y cada vez se han visto más claras esas adaptaciones que se han producido como consecuencia del entrenamiento que gracias a una nutrición adecuada se puede aumentar.

Por ejemplo, elegir macronutrientes y una periodización adecuada; si no se agrega suficiente proteína después del ejercicio, la síntesis de proteínas será baja y los músculos pueden estar en un equilibrio de proteínas negativa. La mayoría de los estudios sobre la importancia de la nutrición en el rendimiento físico han mencionado los cambios musculares y, aunque se les ha dado menos importancia, se ha observado que también se producen alteraciones positivas en la vascularización, el cerebro y el intestino, dando suficiente importancia a la nutrición. (5) (11)

Durante la fase de rehabilitación, se utilizan varias estrategias nutricionales para mejorar las respuestas fisiológicas y acelerar el retorno al deporte. Estos tratamientos pueden

ser difíciles, especialmente en las primeras etapas de la disfunción muscular, ya que el grado de pérdida muscular tiene un impacto importante en la duración de esta etapa. Por lo tanto, mantener la masa muscular sin ganar peso se convierte en una tarea difícil para los deportistas lesionados. (11)

### **2.2. Prevalencia de lesiones**

Las lesiones son consecuencias inevitables que van a aparecer a lo largo de la vida de los deportistas, ya que la mayoría de los deportistas a lo largo de su carrera sufren una o más lesiones. Por ejemplo, alrededor de 81 de los 1000 atletas de élite que se han apuntado a un mundial de atletismo sufrieron una lesión, es decir, uno de cada 12 deportistas sufrió una lesión a lo largo de las competiciones. De estas lesiones, el 40,9% fueron lesiones musculares, siendo la más frecuente la lesión de isquiotibiales, que se da en mayor proporción en hombres que en mujeres. (6)

La lesión isquiotibial es la lesión más frecuente que se produce entre los jugadores de fútbol, suponiendo el 12% de las lesiones que se producen entre los deportistas de élite, además suele ser una lesión con síntomas persistentes y repetitiva. Por si fuera poco, aunque cada vez se conocen más los riesgos de sufrir una lesión isquiotibial, se ha observado que la tasa de dicha lesión entre los jugadores de fútbol profesional aumenta anualmente en un 4% (7). Sin embargo, en los últimos años la prevención de las lesiones ha ganado mucha importancia, y en general, atendiendo a las lesiones producidas en los campeonatos del mundo, estas medidas preventivas han permitido ir disminuyendo el número de lesiones (8).

Además, no podemos olvidar las lesiones de rodilla, ya que las tasas de lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) están aumentando. La incidencia más elevada se da entre los adolescentes y es entre 3 y 5 veces mayor en las mujeres que en los hombres. Al igual que cualquier otra lesión, ésta puede causar graves daños en el deportista, como los costes de tratamiento o el tiempo que debe pasar fuera del deporte, y también aumenta el riesgo de osteoporosis precoz. De hecho, tras la lesión, aunque se opte por el tratamiento elegido, se espera que estos deportistas sufran osteoporosis después de 15-20 años (9).

En los deportes de contacto, la cabeza y el cuello son las partes del cuerpo que más lesiones sufren (35,9%), siendo las contusiones (68,3%) y las abrasiones (68,3%) los tipos de lesiones más frecuentes (1).

### **2.3. Tipos de lesiones**

Aunque a menudo se considera que la aparición de una lesión se debe a un solo hecho, puede deberse a una interacción compleja entre factores de riesgo internos y externos. Factores internos como la edad, el sexo, la composición corporal, el nivel de salud, la anatomía... influyen directamente en el riesgo de sufrir una lesión (9).

Además, se observa que las posibilidades de sufrir una lesión a lo largo de la competencia por parte de deportistas previamente enfermos son 5 veces mayores. Además, los

altos niveles de estrés y la ansiedad, como la provocada por periodos de entrenamientos muy intensos, guardan una relación directa en el estado nutricional del deportista y en la posibilidad de sufrir lesiones. Aunque se considera normal y habitual que se produzcan lesiones a lo largo de la vida de un deportista, hay que destacar que las estrategias nutricionales adecuadas tienen la capacidad de reducir su riesgo, incluso una vez que se tiene una lesión en su correcta rehabilitación (10).

Entre las lesiones predominan tres tipos: lesiones musculares, lesiones óseas (en su mayoría fracturas óseas) y lesiones ligamentosas (relacionadas con ligamentos o tendones) (9).

### 2.3.1. Lesión muscular

Las lesiones musculoesqueléticas que producen necrosis de fibras musculares son habituales en la medicina clínica y deportiva. El dolor a largo plazo y la discapacidad física que estos producen afectan a miles de personas en todo el mundo y representan la mayoría de las lesiones que se producen en los deportistas. (12)

Aunque el músculo esquelético lesionado puede regenerarse, el proceso no suele ser completo, ya que el excesivo crecimiento de la matriz extracelular y los depósitos de colágeno provocan una gran cicatriz fibrilar. Por ello, las lesiones musculares provocan en muchas ocasiones una gran morbilidad, incluyendo déficits funcionales y estructurales precoces, lesiones por contracción, atrofia muscular, contractura y dolor. Sin embargo, al neutralizar los procesos profibróticos del músculo es posible prevenir la fibrosis y potenciar la regeneración muscular, mejorando así la recuperación del músculo lesionado. (12)

Estas lesiones se clasifican en dos tipos, directos e indirectos. Las lesiones directas serán desgarros y contusiones, mientras que las indirectas se denominan distensiones musculares y/o intermedias completas. Además de la clasificación anterior, la actual clasificación de lesiones musculares distingue entre lesiones leves, moderadas y graves en base a los síntomas provocados. (12)

Tras la lesión se suele producir una regeneración muscular y en este proceso se encuentran diferentes etapas:(12)

- Hemostasia: formación del coágulo sanguíneo y degradación local de las plaquetas
- Fase inflamatoria aguda: contracción de la fibra muscular periférica, formación de edema, daño celular y muerte
- Fase de remodelación: restauración de estructuras anatómicas y regeneración de tejidos

### 2.3.2. Lesiones óseas

Los huesos son órganos del sistema esquelético que proporcionan forma, soporte mecánico, protección y facilitan el movimiento. Además, los huesos ayudan a la homeostasis mineral del organismo y participan en la regulación endocrina del metabolismo energético. (13)

Según la etiología, hay tres tipos de fracturas: traumáticas, derivadas del cansancio y patológicas. Aunque en la mayo-

ría de los casos las fracturas óseas son consecuencia de traumatismos o enfermedades óseas específicas, también se pueden producir "fracturas por estrés". En situaciones de estrés y compresión continuada se reduce la capacidad de soportar la fuerza del tejido óseo. La fractura ósea se produce cuando estas fuerzas superan la tolerancia del tejido óseo. (12,13)

Tras una fractura ósea, el proceso de reparación de los huesos se divide en tres fases principales: fase inflamatoria temprana, fase reproductiva o de fibroplasia y fase de reconversión (12,13).

### 2.3.3. Lesiones ligamentosas

Los tendones y ligamentos son tejidos conjuntivos fibrosados que unen el músculo con el hueso y el hueso con el hueso, respectivamente. La función principal de los tendones es transmitir al hueso la fuerza de contracción ejercida por el músculo, permitiendo el movimiento. Los ligamentos sirven para estabilizar las articulaciones de forma pasiva. (12)

Desde el punto de vista fisiológico y estructural, los tendones y los ligamentos son muy similares y, además, la delimitación entre ambos no siempre está clara. Por lo tanto, aunque su función no sea la misma, se pueden generalizar las referencias a tendones o ligamentos, siendo aplicables a ambos. (14)

Tras la lesión aguda de un tendón el proceso de cicatrización comienza rápidamente. Este proceso se divide en tres etapas: fase inflamatoria, fase de proliferación y fase de reconversión (12, 14).

### 4.4. Alimentación en la prevención de lesiones

La agenda de los deportistas es cada vez más apretada, muchas veces su rutina incluye entrenamientos dobles o competiciones (15). De hecho, las exigencias de los deportistas se han visto incrementadas por el aumento del calendario de competiciones, por lo que los deportistas suelen tener menos margen de recuperación entre entrenamientos y competiciones. En el fútbol, por ejemplo, los jugadores que juegan dos partidos a la semana tienen un riesgo de sufrir una lesión 6,2 veces mayor que los que sólo juegan un partido a la semana (16). Por lo tanto, una rápida y satisfactoria recuperación ha ganado más importancia en los últimos años.

La nutrición tiene un efecto multidimensional en la salud física y mental de los deportistas, así como en su bienestar. El cuerpo humano necesita energía, contra la inflamación, por ejemplo, son necesarias proteínas y ácidos grasos insaturados. Además, también necesita de muchos micronutrientes que contribuyan al proceso de curación (11).

Es importante realizar una recuperación inmediata y adecuada tras la práctica deportiva, ya que hay que recuperar los depósitos de glucógeno y recuperar el daño muscular para poder maximizar el rendimiento y minimizar el riesgo de lesión. (17)



Las investigaciones directas sobre nutrición para prevenir/tratar lesiones musculares son limitadas y, además, la mayoría de las investigaciones realizadas se han realizado para analizar el daño muscular causado en el laboratorio.

Es sabido que la aportación de proteínas en la dieta mejora los procesos de adaptación a ejercicios tanto de resistencia como de duración, por lo que sería atractivo plantear la hipótesis de que la adición de proteínas en la dieta puede atenuar los marcadores de daños musculares.

Sin embargo, la evidencia para respaldar esta hipótesis puede considerarse errónea, ya que aunque existen estudios que dan cuenta de un beneficio, otros no muestran ningún beneficio. Sin embargo, estos estudios han sido estudios de daños musculares provocados en el laboratorio. En una revisión sistémica reciente, el balance de la evidencia sugirió que los suplementos proteicos tomados de forma aguda, aunque generan beneficios en la síntesis de proteínas y en la señalización anabólica intracelular, no producen una reducción medible en el daño muscular causado por el ejercicio, ni ayudan a una mayor recuperación de la función muscular. Esta falta de efectos puede explicarse por las diferencias en el periodo de adaptación de una lesión muscular aguda y la sustitución de proteína muscular. De hecho, las adaptaciones para sustituir la proteína muscular son procesos relativamente lentos en comparación con los cambios rápidos que se producen tras una lesión. Por tanto, se puede concluir que si la dieta general de un deportista contiene cantidad suficiente de proteínas, la ingesta de más proteínas no prevendrá lesiones musculares ni reducirá el daño muscular posterior al ejercicio. Sin embargo, hasta el momento, esta hipótesis no ha sido estudiada en profundidad en los atletas de élite y son necesarias más investigaciones para extraer conclusiones claras.

Seguindo con las lesiones musculoesqueléticas, se ha prestado menos atención al papel que pueden tener las grasas de la dieta para su prevención. Se han estudiado principalmente ácidos grasos omega-3 poliinsaturados, ya que tienen propiedades antiinflamatorias. Sin embargo, si no hay una insuficiencia previa de este nutriente, es necesario más estudios para afirmar que estos suplementos son beneficiosos. (6, 11).

El hueso es un tejido nutricional modulado, lo que se evidencia por la reducción aguda de marcadores óseos metabólicos que se produce con la alimentación de las mujeres postmenopáusicas. En los marcadores de resorción ósea se han demostrado restricciones de hasta un 50% debido a una alimentación adecuada, por ejemplo, con una ingesta adecuada de hidratos de carbono, grasas, proteínas y calcio. Asimismo, con la alimentación se producen restricciones en los marcadores de formación ósea, aunque en menor medida que con los de resorción ósea. Además, la alimentación también puede modular varias hormonas implicadas en la sustitución ósea. (18)

Las fracturas óseas por estrés son frecuentes en deportistas y tienen una etiología diferente a la de una fractura por un traumatismo. Los deportistas que siguen entrenamientos de gran volumen e intensidad tienen más probabilidades de sufrir una fractura por estrés. La fisiopatología de estas lesiones es compleja y no se conoce del todo, pero diversos

estudios han sugerido que la escasez de nutrición puede ser un factor de riesgo. Sin embargo, hay poca información sobre el papel de la nutrición en la prevención y recuperación de las lesiones óseas y son necesarias más investigaciones.

Seguindo con las lesiones óseas, el factor nutricional más importante es no tener un balance energético negativo, ya que produce efectos negativos en la osamenta. Se ha demostrado que con el aporte de 30 kcal/kg de energía de masa corporal por día se reduce la formación ósea, reduciendo dicha aportación a 10 kcal/kg de masa corporal, además de disminuir la formación ósea, aumenta la resorción ósea, produciendo un doble efecto negativo en el hueso.

Un aporte de energía de 45 kcal/kg de masa corporal al día podría ser adecuado para optimizar la salud ósea del deportista y ayudarle a protegerse del desarrollo de lesiones óseas. Pero este objetivo se complica mucho para deportistas como el deporte de resistencia (ciclistas, maratonianos, triatletas...), cuyo gasto energético en entrenamientos y competencias es muy elevado, así como para jóvenes deportistas que combinan estudios y deporte, que disponen de poco tiempo a lo largo del día, lo que dificulta la administración de una adecuada ingesta de calorías.

También se considera que estar en un déficit calórico contribuye a mejorar el fenotipo de resistencia. Para ello es necesario identificar el umbral de balance energético por encima del cual las implicaciones negativas para los huesos son escasas o nulas. Sin embargo, en un estudio realizado a lo largo de 9 años a un atleta de resistencia de élite se forjó que es posible entrenar la mayor parte del año con un peso óptimo de competencia pero ligeramente por encima y, posteriormente, reducir la ingesta calórica en momentos específicos del año y obtener un peso competitivo óptimo. Se ha visto que puede ser una buena estrategia para que los deportistas compitan en su peso óptimo y dispongan de entrenamientos que estén en balance energético negativo para mejorar su fenotipo de resistencia, pero sin un balance energético negativo constante y peligroso de todo el año.

En cuanto a la ingesta de calcio, otro factor a tener en cuenta es el calcio que se pierde por sudoración. Esto será importante para los deportistas que practiquen actividades deportivas muy largas o que realicen sesiones dobles. Por ejemplo, los que practican triatlón, los deportistas de resistencia o los que participan en deportes con clasificaciones por peso (ya que suelen ser deportistas que siguen estrategias de deshidratación). Se recomienda introducir 1300mg de calcio en la comida previa al entrenamiento o suplementos de calcio de 1000mg. De hecho, en ambos casos se ha observado que se contribuye a limitar las alteraciones de la homeostasia del calcio.

En general, es posible que las necesidades nutricionales para la salud ósea de los deportistas no sean muy diferentes a las de la población general, ya que hay que minimizar los periodos de balance energético negativo y tener en cuenta las grandes necesidades de calcio, vitaminas D y proteínas. (6)

Por lo tanto, seguir una alimentación completa, equilibrada y generalista es importante para mantener la forma física y la salud, así como para recuperar la forma física tras una lesión de los atletas. Además, seguir una alimentación inadecuada influye negativamente en el rendimiento físico y puede contribuir a aumentar los riesgos de lesiones.

## 2.5. Alimentación en la rehabilitación de lesiones

Seguir una alimentación adecuada será muy importante para los deportistas, especialmente en el proceso de rehabilitación tras una lesión, para que el proceso de curación sea lo más rápido posible y poder volver a practicar deporte (17).

Los deportistas deben disfrutar de alimentos nutritivos y apetitosos tanto en el día a día como en las fases de rehabilitación. Por tanto, será importante adaptar la alimentación de cada uno a sus hábitos, preferencias personales y necesidades.

Un mal estado nutricional tras una cirugía o una lesión puede dar lugar a resultados negativos, como complicaciones, infecciones o estancias hospitalarias más prolongadas. Por tanto, la alimentación durante la fase de rehabilitación tendrá como objetivo maximizar la respuesta al tratamiento quirúrgico o a la lesión y mantener el peso corporal y el porcentaje graso, teniendo como objetivo principal el retorno rápido a los entrenamientos y a la máxima capacidad de rendimiento.

Tras una lesión se combina la nutrición y la rehabilitación con el objetivo de mejorar las funciones tanto físicas como psicológicas del deportista. Como decíamos, el principal objetivo a lo largo de la rehabilitación será conseguir una curación lo más rápida posible y volver a la competición. Para ello se seleccionan y utilizan los recursos más eficaces, entre los que la nutrición ocupa un lugar importante.

La correcta ingesta de alimentos y líquidos es imprescindible para garantizar el rendimiento deportivo y la recuperación. De hecho, los macronutrientes y micronutrientes juegan un papel importante en el metabolismo, la producción de energía, la síntesis de hemoglobina, el mantenimiento de la masa muscular y ósea, el inmunitario, la protección contra el daño de oxidación y la salud general (11).

### 2.5.1. Alimentación en la rehabilitación de lesiones musculares

Lo más importante desde el punto de vista de la alimentación para mantener la masa muscular es disponer de una ingesta de energía adecuada, ya que un balance energético negativo acelera la pérdida muscular, sobre todo en los momentos de inmovilización (11).

Después de una lesión muscular, es habitual que, con el fin de curar el músculo, el deportista reduzca su actividad física o la interrumpa totalmente. No obstante, es posible que se continúe trabajando en las extremidades no lesionadas, con el fin de mantener al máximo el estado físico del deportista. Como consecuencia de esta reducción de actividad, se reduce el gasto energético, lo que implica reducir la ingesta calórica para evitar un aumento de la grasa corporal.

Muchos deportistas siguen una alimentación periodizada, introduciendo mayores cantidades de hidratos de carbono antes de los entrenamientos intensos, y menores en los días de entrenamiento ligero o descanso. Por ello, parece adecuado reducir la ingesta de hidratos de carbono en ese intervalo de inactividad debido a la lesión. Sin embargo, hay que destacar que la reducción del gasto energético no es tan grande como se cree, ya que el proceso de curación hace que aumente el gasto energético. Por tanto, será importante que las y los deportistas mantengan una planificación alimentaria responsable y equilibrada que les permita gestionar en tamaño la reducción de energía durante el periodo de rehabilitación. Y es que a menudo la mayor importancia se da a no ganar grasa corporal y se hace un consumo de energía demasiado bajo, entrando en un balance energético negativo y entorpeciendo el proceso de recuperación. Además, al reducir la ingesta energética, se ha observado que los macronutrientes no deben reducirse uniformemente, ya que un aporte elevado de proteínas será fundamental para mantener la masa muscular del deportista (6).

Por tanto, como ya se ha mencionado, el mantenimiento del equilibrio energético va a jugar un papel importante en este proceso. De hecho, este equilibrio hará que se mantenga la masa muscular, utilizando los aminoácidos, en vez de oxidarlos, para la síntesis de proteínas musculares. Para ello, la ingesta de energía debe ser por lo menos más alta que el objetivo de 25-30 kcal/kg de peso corporal que se pone para hacer frente a la sarcopenia (11).

En la actualidad, se recomienda que los deportistas que realicen un entrenamiento de resistencia de cuerpo entero tomen una proteína de 20 g por comida. Pero al contrario, existen nuevos estudios que sugieren que la ingesta de 40g de proteína por comida puede ser una mejor estrategia alimentaria. Además, la distribución de proteínas a lo largo del día es de vital importancia, ya que éstas deben distribuirse de forma equitativa a lo largo del día, y muchos deportistas de élite no siguen esta estrategia. La mayoría de ellos consume la mayor cantidad de proteínas en la cena y menos en el desayuno y la comida (6). Además, para estimular una síntesis adecuada de proteínas musculares, se dice que hay que tomar entre 20 y 25 g de proteína después de un entrenamiento de resistencia. Al parecer, son los aminoácidos esenciales los que estimulan la síntesis de proteínas, y entre ellos la más importante es la leucina, que participa en la regulación del metabolismo en la síntesis de proteínas musculares. (15).

Aunque no se puede afirmar que el aporte adicional de proteínas vaya a prevenir una lesión muscular, sí se ha observado que el aumento de la cantidad de proteínas en la dieta puede ser beneficioso tras una lesión, tanto para contrarrestar la atrofia muscular como para fomentar la reparación de los tejidos. La inmovilización de las extremidades reduce la síntesis de proteínas musculares en reposo y provoca una resistencia anabólica a las proteínas tomadas de la alimentación, aunque una vez más hay que subrayar que las investigaciones que lo confirman se basan en el laboratorio y no en una lesión real.

En la época en la que se sigue una dieta de baja caloría, el aumento de la cantidad absoluta de proteínas a masa cor-

poral de 2,3 g/kg reduce la pérdida muscular, una estrategia que también puede ser útil para los atletas lesionados. En general, aunque existen limitaciones en la base bibliográfica actual, se puede decir que la mayor ingesta de proteínas por parte de los atletas lesionados para superar la resistencia anabólica provocada por la inmovilización puede ser beneficiosa, así como ayudar a mitigar las pérdidas asociadas a la masa muscular (6).

En cuanto a los hidratos de carbono, se ha observado que su mero consumo no mejora el daño muscular, pero la combinación de proteínas e hidratos de carbono parece beneficiosa. Sin embargo, varias investigaciones no apoyan estos hallazgos. A pesar de ello, en estos estudios se midió el marcador único del daño muscular. Aunque todavía existen contradicciones en torno a este tema, lo que está claro es que la combinación entre estos dos macronutrientes no es perjudicial. Además, al combinar el hidrato de carbono con la proteína, las comidas suelen tender a ser más sabrosas, siendo más agradable y más fácil adherirse a la dieta para el deportista. Por otro lado, el bajo nivel de glucógeno puede afectar negativamente a la síntesis de proteínas musculares, contribuyendo a la degradación de estas proteínas. Además, en la ingesta de 0,2-0,4 g/kg/h de proteína y 0,8-1,2 g/kg/h de hidratos de carbono, además de aportar las proteínas necesarias para la síntesis de proteínas musculares, se obtiene una tasa óptima de llenado de los depósitos de glucógeno muscular, contribuyendo a la recuperación completa del músculo.

Visto todo esto, y que todavía no es seguro que una alimentación precoz después del ejercicio sea una ventaja real, una aportación rápida de nutrientes tras la práctica deportiva no será una desventaja. Además, si se consigue que el deportista incorpore su estrategia de recuperación nutricional precoz a su rutina deportiva, se puede mejorar la adherencia garantizando una alimentación adecuada (15). Sin embargo, es evidente que se necesitan más investigaciones para obtener conclusiones claras.

La pérdida de masa y de función muscular tras una lesión se acompaña de una disminución de la creatina muscular. En la fase de inmovilización, por ejemplo, esta reducción puede llegar hasta un 24%. En consecuencia, se considera que puede ser beneficioso mantener o aumentar la creatina muscular con suplementos durante los momentos de disminución de la actividad o durante la rehabilitación de una

lesión. Se han realizado diversos estudios en torno a este tema y se han realizado diferentes hallazgos positivos, entre ellos: (a) mejor mantenimiento de la masa, fuerza y resistencia muscular; (b) mantenimiento o aumento de la creatina muscular; (c) mantenimiento o aumento del GLUT4; (d) aumento del glucógeno muscular; y (e) aumento de la expresión del factor de crecimiento (16).

De esta forma, si la creatina es capaz de mantener los niveles GLUT 4, los músculos recibirán más glucosa, lo que provocará una menor pérdida de masa muscular, ya que si hay más sustratos energéticos en el músculo, en la fase de recuperación se recuperará más masa muscular.

### 2.5.2. Alimentación en la rehabilitación de las lesiones óseas

Las recomendaciones dietéticas a seguir a la hora de curar una fractura ósea serán similares a las que se dan para prevenir lesiones óseas; tener un balance energético adecuado, ingerir cantidad suficiente de proteínas y tener un aporte adecuado de micronutrientes como la vitamina D, entre otros.

Numerosos estudios de los últimos 5-10 años han identificado grupos de atletas con escaso nivel de vitamina D circulante, pero las definiciones específicas de deficiencia e insuficiencia de vitamina D han sido objeto de debate. Sin embargo, existe un amplio consenso en que la deficiencia de vitamina D se define como un nivel sérico inferior a 25-hidroxivitamina D [25 (OH) D] 25 nmol/L. (18)

En un estudio con ratones con osteoporosis se observó que, tras una fractura ósea, la escasez de calcio y vitamina D aumentaba la movilización del calcio en los huesos sanos para poder curar la fractura de forma eficaz. Los aditivos por calcio y vitamina D iniciados en el momento de la fractura aumentaron la reparación ósea y evitaron la pérdida ósea postraumática. Esto pone de manifiesto la necesidad clínica del tratamiento con vitamina D y calcio para curar las fracturas en pacientes osteoporóticos, reducir las complicaciones y prevenir la pérdida ósea por fracturas. (19)

Por tanto, teniendo en cuenta lo mencionado en el apartado de prevención y reutilización, los nutrientes esenciales para la salud ósea (calcio, proteínas, magnesio, fósforo, vitamina D, potasio y fluoruro) deben ser considerados

Tabla 1. Nutrientes, efectos y fuentes que pueden influir positivamente en el proceso de rehabilitación ósea (18).

| Nutriente  | Efecto en los huesos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Fuentes que influyen positivamente                                                   |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Proteína   | Parte de la matriz orgánica ósea para la estructura de colágeno. Genera hormonas y factores de crecimiento que modulan la síntesis ósea. La proteína puede tener un efecto indirecto sobre el hueso, ya que mantiene su masa muscular y su función, pero también a través del aumento de los niveles circulantes de IGF-1, que tiene un efecto anabólico sobre el hueso. | Carnes, lácteos (leche, yogurt, queso), huevos, pescado, nueces, legumbres, alubias. |
| Calcio     | Un importante mineral de hueso. El 99% del calcio corporal se almacena en hueso. Por el contrario, los bajos niveles de calcio en la dieta pueden tener un efecto catabólico sobre el hueso activando el PTH.                                                                                                                                                            | Lácteos (leche yogurt, queso), espinacas, col, soja, alubias blancas                 |
| Vitamina C | Un importante intermediario directo y/o indirecto de los huesos es sin duda importante para la absorción de calcio y fósforo en el intestino mediante estimulación 1,25 (OH) 2D. Esto después está relacionado con la secreción y la actividad de PTH.                                                                                                                   | Pescado graso (atún, verdol, salmón) queso, yema de huevo                            |

como un componente esencial de la dieta de los atletas para ayudar directamente a su preparación ósea. Además de estos nutrientes, los atletas también deberán garantizar la correcta ingesta de silicio, manganeso, cobre, boro, hierro, zinc, vitamina A, vitamina K, vitamina C y vitaminas del grupo B. En cuanto a los alimentos, la mayoría de las recomendaciones para una buena salud ósea invitan al consumo de lácteos, pescado, frutas y verduras, especialmente de hoja verde, que son una fuente útil de los principales alimentos que protegen la salud (18).

La vitamina D es un nutriente importante para la salud óptima de los huesos, ya que mantiene los niveles de calcio en sangre, aumentando así la absorción de calcio. Por ejemplo, la insuficiencia de vitamina D se asocia a un mayor riesgo de fracturas de cadera. (20) Además, como ya se ha mencionado, la vitamina D participa en el metabolismo del calcio y el fósforo. Maroon et al. (21) demostró que los futbolistas americanos que habían sufrido una o más fracturas óseas tenían niveles de vitamina D significativamente más bajos que los jugadores que no habían sufrido ninguna lesión. Además, algunos soldados del ejército ingirieron 2000 mg de calcio por día y 800 vitaminas UI D, y tuvieron una tasa de lesiones del 20% inferior a la del grupo placebo.

A sabiendas de todo ello sería bastante claro que evitar la deficiencia e insuficiencia de la vitamina D es importante para que los atletas protejan su salud ósea. Pero todavía hay necesidad de más investigaciones para tener una evidencia clara sobre este tema (18). Además, hay que añadir que cuando se produce una fractura ósea se produce también una atrofia muscular, por lo que sería útil tener en cuenta las recomendaciones anteriormente mencionadas para reducir al mínimo la pérdida de masa muscular.

### **2.5.3. Alimentación en la rehabilitación de las lesiones de tendones y ligamentos**

Las tendinopatías son uno de los problemas más frecuentes en deportes en los que los cambios de movimiento y aceleración son muy rápidos. La pliometría es un tipo de entrenamiento físico en el que se pasa de forma rápida de la desaceleración muscular a la aceleración para trabajar la potencia, velocidad y fuerza de los músculos. Los riesgos de sufrir una tendinopatía cuando la carga pliométrica de un tendón es muy alta son altos. (6)

Dado que los tendones y ligamentos son tejidos dinámicos, hay que entender que el reconocimiento del papel del ejercicio y de la alimentación en el aumento de la síntesis de colágeno y en la mejora del funcionamiento de los tendones es imprescindible para mejorar el rendimiento y permitir la prevención de lesiones (22).

Un ligamento sano está formado principalmente por colágeno tipo I y tipo II y glicosaminoglicano (GAG). Estos forman fibras organizadas aumentando la fuerza y resistencia del ligamento. En un porcentaje elevado, del 90%, se componen de colágeno tipo I, pero tras sufrir una lesión hay una mayor cantidad de colágeno tipo III al principio (1).

Las fibras de colágeno son una secuencia repetitiva de tres péptidos de glicina-X-prolina/hidroxiprolina, representando X cualquier aminoácido distinto de la glicina y la prolina.

Esta secuencia permite al colágeno formar una triple hélice que le proporciona resistencia mecánica. En un estudio realizado en 2015, 21 días después de que se produjera una lesión en el tendón de Aquiles, las ratas que siguieron una dieta que se obtenía del 5% de la glicina de todas las kilocalorías mostraron un aumento del contenido de colágeno y glicosaminoglicanos, así como un aumento de la resistencia mecánica del tendón. Sin embargo, hay que decir que el 5% de las calorías de la dieta de una población deportista sería muy difícil de consumir a partir de glicina (6).

En la fase inicial de inmovilización de muchas lesiones, además de la atrofia muscular, disminuye la síntesis de colágeno, disminuye el metabolismo anaerobio y aerobio de los tejidos y disminuye la resistencia del ligamento. Más adelante, con la recuperación de la movilidad las propiedades biomecánicas del ligamento comienzan a volver a la normalidad, sin embargo, las inserciones en el enlace (entesis) requieren más tiempo de recuperación (23).

La relación entre vitamina C y colágeno es algo conocido, ya que el escorbuto es una enfermedad derivada de la deficiencia de vitamina C conocida desde hace tiempo; una enfermedad caracterizada por la pérdida de colágeno (22). La vitamina C desempeña un papel importante en el correcto funcionamiento de los tendones y ligamentos debido a sus propiedades antioxidantes y a su función como cofactor para la síntesis de colágeno (24). En este proceso esta vitamina se consume, por lo que los humanos debemos consumir 46 mg de vitamina C al día para poder mantener la síntesis normal de colágeno (6).

Estudios en modelos animales sugieren que el estrés oxidativo ayuda a degenerar el tendón. Además, se ha detectado un exceso de producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) en las diferentes etapas de recuperación del tejido, lo que dificulta la formación de la red de colágeno y retrasa la reconversión de los tejidos. En la administración oral de vitamina C se ha observado que la enzima antioxidante esencial para eliminar los radicales libres de superóxido dismutasa (SOD) reduce el estrés oxidativo por deficiencia (24).

Además, se ha demostrado que la adición de aminoácidos ricos en colágeno, como la prolina, la hidroxiprolina y la hidroxilisina, junto con la vitamina C pueden mejorar la síntesis del colágeno (22). Sin embargo, todavía no se ha determinado si la superación del citado valor de 46 mg de vitamina C provoca al mismo tiempo un aumento de la síntesis de colágeno, por lo que a día de hoy no hay pruebas seguras de que una mayor ingesta de vitamina C incremente la síntesis de colágeno y con ella se previenen lesiones de ligamento.

Como la gelatina y el colágeno hidrolizado se derivan del colágeno, contienen gran cantidad de glicina, prolina, hidroxilisina e hidroxiprolina. En otro estudio doble a ciegas realizado a algunos deportistas descubrieron que consumir 10 g de colágeno hidrolizado reducía el dolor de rodilla, lo que podría ser el resultado de mejorar la síntesis del cartílago autóctono. La mejora de la síntesis hará que aumente el espesor del cartílago (6). Otro estudio in vitro realizado en 2017 demostró que el ejercicio físico combi-



nado con una gelatina y un suplemento de vitamina C (15 g de gelatina y 50 mg de vitamina C) aumenta la síntesis de colágeno.

Estos datos sugieren que el consumo de gelatina o colágeno hidrolizado puede aumentar la síntesis de colágeno y reducir la tasa de lesiones de los atletas, pero no hay evidencia suficiente para asegurar que estas declaraciones sean correctas (16).

Para redondear este apartado hay que señalar que la presencia diaria de una ingesta de proteína de masa corporal de 2,3 g/kg contribuye a la reparación de los tejidos. Además, una ingesta adecuada de vitamina D y calcio, vía alimentación o aditivos, además del bienestar de los huesos contribuye a potenciar las inserciones de los ligamentos (entesias). Los ácidos grasos insaturados omega-3 tienen efectos antiinflamatorios y la ingesta diaria de 1 mg/kg de vitamina C por masa corporal es necesaria para una síntesis adecuada de colágeno.

Por lo tanto, teniendo en cuenta todo, siguiendo una alimentación adecuada como la citada anteriormente, con un hábito saludable de sueño, una organización adecuada del tiempo de entrenamiento y descanso, se puede mejorar la homeostasia de la deposición del colágeno. Así, logrando reducir las posibilidades de recibir una rotura súbita de ligamentos y tendones (23).

### 2.5.4. Propuesta de dieta para la rehabilitación de lesiones

#### Objetivos principales de la dieta

Los siguientes 4 puntos son los objetivos principales de una propuesta de dieta general para la rehabilitación de una lesión. Esta propuesta es generalizada, ya que como hemos visto anteriormente, dependiendo del tipo de lesión nos enfocaremos más o menos en distintos grupos de alimentos. Asimismo en esta tabla proporcionaremos como conseguir esos objetivos de manera resumida.

**Tabla 2.** *Objetivos principales de la dieta para la rehabilitación de lesiones. Fuente: propia.*

| Objetivo                   | Alimentos                                              |
|----------------------------|--------------------------------------------------------|
| Fortalecer los huesos      | Aumentar la ingesta de calcio, vitamina D y magnesio   |
| Reparar los tejidos        | Asegurar ingesta de proteínas y aminoácidos esenciales |
| Reducir la inflamación     | Incluir alimentos antiinflamatorios naturales          |
| Mantener un peso saludable | Para evitar sobrecargar las articulaciones lesionadas  |

#### Alimentos clave

En esta propuesta de dieta, hay macronutrientes y micronutrientes (vitaminas y minerales) de gran importancia que han de tenerse en cuenta. Cada uno de ellos ayuda en la recuperación y rehabilitación de la lesión en su propia manera.

- **Proteínas:** Son esenciales para la reparación y regeneración muscular y de tejidos. Consumir fuentes de proteínas de alta calidad como carnes magras, pescado, huevos, lácteos, legumbres, tofu, quinoa y frutos secos.
- **Calcio y Vitamina D:** Importantes para fortalecer los huesos y prevenir fracturas, tanto como para ayudar en la reparación de las fracturas. Consumir lácteos, vegetales de hoja verde como la espinaca, brócoli, y pescados grasos como el salmón o la caballa.
- **Ácidos grasos Omega-3:** Ayudan a reducir la inflamación. Se encuentran en pescados grasos como el salmón, atún, sardinas, linaza, chía y nueces.
- **Magnesio:** Ayuda en la función muscular y en la recuperación. Se encuentra en almendras, aguacates, plátanos, espinacas, y semillas.
- **Antioxidantes:** Son importantes para reducir la inflamación y promover la recuperación. Consumir frutas y verduras coloridas como arándanos, fresas, cerezas, zanahorias, pimientos, y tomates.
- **Colágeno:** Fundamental para la regeneración de los tejidos conectivos. Se puede consumir a través de caldo de huesos o suplementos de colágeno.

#### Ejemplo de menú diario

Como bien hemos explicado previamente, la nutrición juega un papel muy importante en el proceso de rehabilitación de lesiones, ya que los nutrientes adecuados no solo favorecen la recuperación, sino que también ayudan a reducir la inflamación, fortalecer los tejidos dañados y mejorar la función general del cuerpo. A través de una alimentación equilibrada y específica, es posible mejorar la regeneración celular, acelerar el proceso de curación y prevenir complicaciones adicionales.

En este contexto, se presenta a continuación un plan dietético adaptado a las necesidades de personas en proceso de rehabilitación, diseñado para cubrir los requerimientos nutricionales esenciales, como proteínas, grasas saludables, carbohidratos de bajo índice glucémico, vitaminas y minerales, que son fundamentales para mejorar la respuesta del organismo ante una lesión.

Este menú es un ejemplo basado en evidencia científica pero siempre se debe adaptar a cada persona. Cada persona es única, y sus necesidades nutricionales varían según factores como la edad, el género, el nivel de actividad física, el estado de salud y, especialmente, el tipo de lesión o condición que pueda estar enfrentando. Un menú dietético debe ser personalizado para abordar de manera efectiva las necesidades específicas de cada individuo, garantizando que se proporcionen los nutrientes necesarios para optimizar la recuperación y promover una salud integral.

#### Desayuno

- **Avena** con leche (fortificada con calcio) y rodajas de plátano (fuente de magnesio).

- **Yogur natural** con frutos rojos (arándanos, fresas) y nueces (fuente de omega-3).
- 1 vaso de **agua con limón** (hidratación y vitamina C).

#### Media mañana

- **Frutos secos** (almendras, nueces) o una pequeña porción de **hummus con zanahorias**.
- Un puñado de **arándanos** (antioxidantes).

#### Almuerzo

- Ensalada de espinacas y brócoli (fuentes de calcio) con pavo a la plancha (proteína magra).
- Arroz integral o quinoa (fuente de magnesio y proteínas vegetales).
- Aceite de oliva virgen extra para aderezar (rico en grasas saludables).

#### Merienda

- **Tostadas integrales con aguacate** (grasa saludable) y **huevo duro** (proteínas).
- **Batido de proteínas** o una pieza de fruta como una **manzana** o **pera**.

#### Cena

- **Salmón a la parrilla** (fuente de omega-3 y vitamina D).
- **Ensalada de tomate** con **aceite de oliva y limón**.
- **Patatas dulces** (rica en antioxidantes y carbohidratos complejos para la energía).

#### Antes de dormir

- **Leche o yogur griego** con una pequeña porción de **miel** (fuente de magnesio y calcio).
- **Té de manzanilla** (ayuda a la relajación muscular).

### 2.5.5. Suplementos recomendados (si es necesario)

Este es un tema bastante recurrente en los tiempos que corren. Es cierto que cada vez se escucha hablar más de la suplementación y su eficacia. La suplementación para la recuperación de lesiones en deportistas puede ser útil pero no es estrictamente necesaria en todos los casos. Como hemos visto, únicamente con la dieta se puede favorecer la rehabilitación de una lesión.

La clave para una buena recuperación de lesión es una combinación entre una dieta adecuada, fisioterapia, adecuada hidratación, descanso y un plan de rehabilitación supervisado por un profesional. Sin embargo, ciertos suplementos pueden ser beneficiosos, especialmente cuando se trata de acelerar la curación, reducir la inflamación y apoyar el proceso de reparación de tejidos.

- **Proteína (Whey Protein o Caseína).** La proteína es esencial para la reparación muscular y la regeneración de tejidos dañados durante el ejercicio intenso. El consumo de proteína después de entrenamientos y competencias puede mejorar la recuperación muscular.

La proteína de suero (whey) es rápidamente absorbida y es efectiva para promover la síntesis de proteínas musculares después del ejercicio, lo cual es clave para la recuperación. (31)

- **Creatina.** La creatina es uno de los suplementos más estudiados y se ha demostrado que ayuda en la recuperación muscular, así como en la mejora de la fuerza y potencia, lo que indirectamente puede ayudar en la prevención de lesiones al mejorar el control motor.

La creatina puede ayudar en la regeneración de ATP (energía celular), lo que favorece la recuperación más rápida tras esfuerzos intensos. (32, 40)

- **Ácidos Grasos Omega-3 (EPA y DHA).** Los omega-3 tienen efectos antiinflamatorios y antioxidantes, lo que ayuda a reducir la inflamación post-ejercicio y mejora la recuperación muscular, contribuyendo a la prevención de lesiones.

Los omega-3 son útiles en la reducción de la inflamación muscular post-entrenamiento y pueden acelerar la recuperación y reducir el dolor muscular tardío (DOMS). (33)

- **Colágeno (y Vitaminas C y E).** Los péptidos bioactivos, como los derivados del colágeno, han ganado atención en el ámbito de la nutrición deportiva debido a su potencial en la reparación de tejidos. El colágeno es una proteína clave en los tendones y ligamentos. Su suplementación puede ayudar en la prevención y recuperación de lesiones articulares y tendinosas.

Se ha observado que el colágeno hidrolizado puede promover la regeneración del tejido conectivo y mejorar la integridad de los tendones y ligamentos, reduciendo el riesgo de lesiones y también el tiempo de recuperación de la misma. (34, 35)

- **Glucosamina y Condroitina.** Estos suplementos pueden ser útiles para mantener la salud articular y reducir el dolor asociado con lesiones en las articulaciones, como es el caso de las rodillas.

La glucosamina y la condroitina tienen efectos beneficiosos en la salud del cartílago y se ha demostrado que ayudan en la recuperación de lesiones articulares. (36)

- **Vitamina D y Calcio.** La vitamina D es crucial para la salud ósea, ya que favorece la absorción de calcio. La deficiencia de vitamina D puede incrementar el riesgo de lesiones óseas y musculares.

La suplementación con vitamina D puede ser útil para prevenir fracturas, mejorar la función muscular y para mejorar la reparación del tejido esquelético. (37, 40)

- **BCAA (Aminoácidos de cadena ramificada).** Los BCAA (leucina, isoleucina y valina) son aminoácidos esencia-

les que juegan un papel clave en la síntesis de proteínas musculares y la recuperación post-ejercicio.

Los BCAA pueden reducir el dolor muscular post-ejercicio y mejorar la recuperación muscular al disminuir la degradación de proteínas. (38, 40)

- **Cúrcuma y Curcumina.** La curcumina, el principal compuesto activo de la cúrcuma, tiene potentes propiedades antiinflamatorias que pueden ayudar a reducir el dolor muscular y la inflamación asociada con las lesiones.

La curcumina ha mostrado beneficios en la reducción de la inflamación post-ejercicio, favoreciendo la cicatrización, reduciendo el dolor post-lesión y mejora la recuperación muscular. (39)

La combinación de estos suplementos, junto con una nutrición adecuada y un programa de entrenamiento bien estructurado, puede ser beneficiosa tanto para la recuperación de lesiones como para la prevención de las mismas. Como siempre, es recomendable consultar con un nutricionista o médico deportivo antes de iniciar cualquier tipo de suplementación, ya que las necesidades pueden variar según el individuo y su condición de salud.

#### Recomendaciones adicionales

- **Hidratación adecuada:** Bebe suficiente agua a lo largo del día. La hidratación es crucial para la reparación y el funcionamiento muscular.

**Tabla 3.** Detalles de los estudios que examinan la exposición a suplementos dietéticos.

| Investigación        | Diseño                                 | Objetivo                                                                                                                                                                                         | Población                                                                                                                  | Exposición nutricional                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Exposición concurrente | Comparador         | Medidas de resultado                                                                                                          | Resultados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Conclusión                                                                                                                                            |
|----------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Arquer et al. (2014) | Estudio de intervención no comparativo | Evaluar la eficacia y seguridad de una suplementación nutricional sobre la evolución clínica y estructural de las tendinopatías AT, PT y LET                                                     | 98 pacientes con tendinopatías, AT (n=32); 49, 2 ± 3.64 y; (PT n=32) 47.7 ± 1.69 y; LET (n=34): 39.0 ± 2.44 y, ambos sexos | 3 capsulas de tendoactive (mucopolisacáridos (435mg), colágeno tipo I (75mg), Vitamina C (60mg)) al día, durante 90 días consecutivos                                                                                                                                                                                                                                | Ninguna                | Mediciones previas | Intensidad del dolor en reposo y cuando se está activo; función articular; Espesor de la sección transversal del tendón (USI) | Después de 90 días: El dolor en reposo decreció 80% (AT), 71%(PT) Y 91%(LET) (p<0.001). El dolor en activo decreció un 82% (AT), 73% (PT) y 81% (LET) (p<0.001). La función articular mejoró un 38% (AT), 46% (PT) y 77% (LET) (p<0.001). El espesor se redujo a 12% (AT), 10%(PT) y 20% (LET) (p<0.05)                                                                     | La administración de tendoactive es eficaz para mejorar los síntomas clínicos y la evolución estructural de las tendinopatías                         |
| Vitali (2019)        | Estudio controlado no aleatorio        | para determinar la eficacia de la terapia extracorpórea de ondas (ESWT) en combinación con el suplemento dietético Tendisulfur Forte en el tratamiento de las tendinopatías del hombro, LET y AT | 90 AT, hombro o LET tendinopatías (39-69 a, 50% masculino)                                                                 | Tendisulfuro forte (que contiene metilsulfonilmetano (MSM), colágeno porcino hidrolizado (tipo I y tipo II), L-arginina y L-lisina, vitamina C, sulfato de condroitina, glucosamina, Curcuma extraída para obtener curcuminoides, serrato seco de Boswellia extraído para obtener acetil-11-keto-b-bowwellic acid (AKBA), y myrrh) 2x día por 1 mes 1x día por 1 mes | ESWT                   | ESWT               | Dolor (EVA); evaluación funcional clínica (VISA-A, UCLA puntuación de hombro, MEPS)                                           | Después de 60 días: las puntuaciones de LCU fueron mayores en GT en comparación con GC (23, P=0,0002). MEPS fue mayor en GT en comparación con GC (p<0,00001). Las puntuaciones de VISA-A mejoraron más en TG (+27, +39%) que en CG (+7, 17%). Las puntuaciones de EVA fueron menores en los GT en comparación con los GC para todos los tipos de tendinopatías (p<0,0001). | El tratamiento combinado de ESWT y suplementación oral conduce a una recuperación más rápida y mejores resultados de la AT, hombro y LET tendinopatía |



|                          |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                               |                                                                          |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                     |
|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Baar (2019)              | Caso de estudio                 | determinar si un programa de carga y nutrición dirigido podría alcanzar los resultados de un programa de rehabilitación de tendinopatías PT                                                                                                                   | 1 jugador profesional de baloncesto (21 años, masculino) con tendinopatía PT                                    | 15g gelatina + 2225mg vitamina C 2 veces por semana durante 18 meses (una hora antes de cada sesión de formación específica)                                                                                                                                                                                  | programa de rehabilitación basado en la fuerza                                | Mediciones previas                                                       | Fuerza isométrica máxima del tendón de una pierna; fuerza isométrica de extensión de la pierna; fuerza de presión de la pierna; espesor del tendón (IRM) | Después de 18 meses: aumento de la fuerza del tendón (196%), extensión de la pierna (156%) y presión en la pierna (187%). El grosor del extremo proximal del tendón disminuyó en un 25%. El espesor en el punto medio del tendón aumentó un 10%. | Una intervención nutricional combinada con un programa de rehabilitación puede mejorar los resultados clínicos en atletas de élite                                  |
| Farup et al. (2014)      | estudio controlado no aleatorio | investigar el efecto de 12 semanas de entrenamiento de resistencia excéntrico o concéntrico máximo combinado con un suplemento de hidrolizado de proteína de suero de alta leucina + carbohidrato o placebo, en el músculo del cuádriceps y la hipertrofia PT | 22 jóvenes masculinos sanos y activos (23.9 ± 0.8a)                                                             | una bebida que contiene 19,5 g de proteína hidrolizada de suero con alto contenido de leucina (14,2%) + 19,5 g de carbohidratos (glucosa) en todos los días de entrenamiento (33 veces en 12 semanas)                                                                                                         | formación excéntrica con una pierna, formación concéntrica con la otra pierna | placebo (carbohidrato isoenergético (glucosa)) + entrenamiento (como TG) | PT CSA (MRI); fuerza isométrica (MVC, RFD)                                                                                                               | Después de 12 semanas; mayor incremento en PT CSA a nivel proximal en TG (14,9 + 3,1%) comparado con CG (8,1 + 3,2%, p=0,054). La CVM y la DPR aumentaron en un 15,6 + 3,5% (p<0,001) y 12-63% (p<0,05) sin efectos de grupo.                    | La hipertrofia inducida por el entrenamiento del PT se incrementó con un suplemento de hidrolizado de proteína de suero de alta leucina                             |
| Mavrogenis et al. (2014) | RCT                             | Evaluar el efecto de los ácidos grasos esenciales, los antioxidantes y la fisioterapia en el trastorno tendinoso crónico                                                                                                                                      | 31 atletas recreativos con trastorno tendinoso crónico (TG: 31 años, 76% masculino; CG: 32 años, 86% masculino) | 8 cápsulas/día 376mg de ácido eicosapentaenoico (EPA), 264mg de ácido docosahexaenoico (DHA) y 672mg de ácido gamma-linolénico (GLA) + 1 comprimido complejo antioxidante de 100 mg de selenio, 15g de zinc, 1mg de vitamina A, 2,2mg de vitamina B6, 90mg de vitamina C y 15mg de vitamina E durante 32 días | fisioterapia (ultrasonido terapéutico), 16 sesiones x 5mins                   | Placebo + fisioterapia (como TG)                                         | Dolor durante la actividad deportiva y tras una prueba isométrica (EVA); cuantificación de la actividad deportiva                                        | Después de 32 días: El dolor durante la actividad deportiva y tras una prueba isométrica disminuyó más en TG (99%, 99%) que en CG (31%, 37%, p<0,001). La actividad deportiva aumentó un 53% en TG y un 11% en CG.                               | Los ácidos grasos esenciales y los antioxidantes en combinación con la fisioterapia tienen efectos beneficiosos en el tratamiento de trastornos tendinosos crónicos |

- **Evitar el alcohol y el tabaco:** Ambos pueden retrasar la recuperación y aumentar la inflamación.
- **Evitar alimentos procesados y azúcares:** Estos pueden aumentar la inflamación en el cuerpo.

### 2.5.6. La evidencia de la suplementación en la tendinopatía

La tendinopatía, que implica dolor persistente en los tendones y pérdida de función relacionada con la carga mecánica, es común tanto en atletas como en la población general. El uso excesivo mecánico se considera como el



desencadenante inicial clave en la etiología multifactorial de la tendinopatía, por lo tanto es una causa común de lesión en deportes que implican exposición a altas fuerzas y movimientos repetitivos, tales como correr, voleibol y tenis. La tendinopatía también es frecuente en los trabajadores expuestos a tareas repetitivas monótonas, y se asocia con una serie de condiciones médicas como la obesidad y la diabetes mellitus. El sufrimiento potencial por dolor y pérdida de función puede afectar a la salud, al rendimiento deportivo y a la capacidad laboral. Además, el impacto de la tendinopatía en la calidad de vida es sustancial, específicamente en los dominios movilidad, dolor/malestar y actividades habituales. (41)

La evidencia sobre la eficacia de las intervenciones preventivas para la tendinopatía es limitada. Se han descrito numerosas opciones de tratamiento para la tendinopatía, pero faltan pruebas convincentes del éxito de muchas terapias comunes. Por lo tanto, el tratamiento de la tendinopatía sigue siendo un proceso difícil y a menudo lento. Esto pone de relieve la importancia de estrategias adicionales para la prevención y el tratamiento de la tendinopatía. (41)

#### *Abreviaturas usadas en las tablas*

- AT, Achilles Tendon
- CG, control Group
- CSA, Cross Sectional Area
- ESWT, Extracorporeal Shock Wave Therapy
- LET, Lateral Epicondyle Tendon
- MEPS, Mayo Elbow Performance Score
- MRI, Magnetic Resonance imaging
- MVC, Maximal Voluntary Contraction
- PT, Patellar Tendon
- RFD, Rate of Force Development
- RCT, Randomized Controlled Trial
- TG, treatment Group
- VAS (EVA), Visual Analogue Scale
- VISA-A, Victorian Institute of Sport Assessment- Achilles questionnaire

## **2.6. Triada de las atletas femeninas**

La triada de atletas femeninas (Triad) fue definida en 2005 por el comité olímpico internacional (COI) como la combinación de una alimentación desequilibrada (DE) y ciclos menstruales irregulares que conducen finalmente a una disminución del estrógeno endógeno y otras hormonas, provocando una baja densidad mineral ósea (25).

Las mujeres deportistas, sobre todo las que ejercen a nivel profesional, presentan irregularidades menstruales como amenorrea (falta de menstruación) y oligomenorrea (ciclos menstruales irregulares o esporádicos). Este fenómeno se atribuye a una combinación de factores como la alta exigencia física de entrenamiento y competencia, la escasa recuperación, la ingesta nutricional inadecuada a largo pla-

zo y el estrés psicológico relacionado con el rendimiento atlético (26).

Las deficiencias nutricionales son una preocupación evidente en el mundo del deporte, ya que pueden tener un impacto negativo importante en el rendimiento y la salud general de los deportistas. Estas carencias pueden deberse, por ejemplo, a un consumo insuficiente de alimentos de forma inconsciente, o a trastornos alimenticios más graves como la anorexia nerviosa. Además, la falta de conocimientos suficientes sobre nutrición, seguridad alimentaria, limitaciones temporales, hábitos dietéticos restrictivos y patrones menstruales irregulares puede contribuir al desarrollo de estas carencias (27).

Estas condiciones pueden alterar el funcionamiento del eje hipotalámico-pituitario-ovárico (HPO). Este eje regula el ciclo menstrual y la producción de hormonas sexuales. Por lo tanto, si en ella se produce una disfunción, puede darse una alteración en la liberación de la hormona luteinizante y una deficiencia de estrógenos, causando trastornos menstruales como la amenorrea y oligomenorrea antes citada (26).

Las estimaciones de la prevalencia de trastornos menstruales de las y los deportistas varían sustancialmente, situándose entre el 2% y el 5% en el caso de las mujeres universitarias. En cambio, en el caso de los dantzaris es del 69% y en el de los corredores de larga distancia del 65% (25).

La amenorrea puede dividirse en dos categorías: primera y segunda. La amenorrea primaria o primaria es la falta de la primera menstruación (menarquía), mientras que la amenorrea secundaria o secundaria es la falta de menstruación durante largos periodos de tiempo después de ciclos regulares de la menstruación.

Entre las causas de la amenorrea secundaria se encuentra la amenorrea hipotalámica funcional (FHA), que puede estar relacionada con la pérdida de peso, el estrés o el ejercicio. El FHA se caracteriza por la eliminación del eje HPO, en el que se pierde la funcionalidad de dicho eje. Esto puede tener efectos negativos a largo plazo, como esterilidad, retraso en la pubertad y problemas óseos.

Oligomenorrea, por su parte, es un mes irregular o esporádico, como las mensualidades con diferencias superiores a 35 días o que sólo se dan 5-7 veces al año. Al igual que la amenorrea, la oligomenorrea puede estar causada por disfunciones en el eje HPO, lo que puede acarrear complicaciones; esterilidad, baja densidad ósea; entre otros problemas de salud.

Estos trastornos menstruales, junto con otros síntomas asociados, han sido considerados como componentes de la Deficiencia Energética Relativa en el Deporte (RED-S). Esto, identificado por el Comité Olímpico Internacional, va más allá de lo que se conoce como la "triada de la atleta femenina" y tiene consecuencias negativas para la salud y el rendimiento atlético (26).

El síndrome RED-S corresponde a una función fisiológica deteriorada causada por esta deficiencia relativa de energía y afecta a diferentes aspectos, como la tasa metabó-

lica, la función menstrual, la salud ósea, la inmunidad y la salud cardiovascular (25).

En el caso de las mujeres, las irregularidades menstruales y los bajos niveles de estrógenos pueden afectar negativamente a la salud ósea, lo que puede aumentar el riesgo de lesiones óseas por estrés. Además, se han identificado algunas alteraciones hormonales relacionadas con la ingesta energética baja y trastornos alimentarios, como la disminución del estradiol, progesterona y leptina, y el aumento de grelina y cortisol (27).

Es importante destacar que estos problemas son más frecuentes en deportes en los que se da más importancia al bajo peso corporal, como el ballet, la gimnasia, el patinaje artístico y el atletismo de resistencia. Para gestionar adecuadamente estas preocupaciones será necesario un enfoque multidisciplinar que incluya una nutrición adecuada, la gestión del estrés y la atención médica integral, lo que garantizará la salud y el bienestar de los atletas (26).

Según una reciente encuesta realizada en una amplia gama deportiva entre 1.000 atletas de entre 15 y 30 años, una proporción significativa de atletas, sobre todo mujeres, están en riesgo de desarrollar trastornos alimenticios, concretamente el 47,3% de los deportistas.

La escasez de hierro es común entre los atletas, aunque a veces la anemia no alcanza los valores. Esto se puede atribuir a factores como un patrón de alimentación inadecuado, malabsorción y pérdida de hierro por ejercicio físico intenso.

Por ello, los micronutrientes, como el hierro, el calcio y la vitamina D, son especialmente importantes para los deportistas y habrá que monitorizarlos y valorarlos como aditivos en la medida en que sea necesario. En definitiva, se tratará de diseñar un plan de alimentación en el que se consiga la adhesión del deportista y que contribuya al rendimiento atlético y a la salud a largo plazo de los deportistas.

Para lograr este objetivo es fundamental planificar la alimentación de los deportistas desde una perspectiva holística. Es decir, tener en cuenta las necesidades energéticas individuales, la composición adecuada de los nutrientes (incluidos hidratos de carbono, proteínas y grasas), así como la periodización de la ingesta nutricional (antes, durante y después del ejercicio). En el caso de las mujeres, además, el perfil hormonal cíclico será otro de los aspectos a tener en cuenta y en función de ello ajustar el plan de alimentación (27).

En el tratamiento de los trastornos alimenticios de los atletas, será importante la intervención de los profesionales de salud mental. El entorno de la atleta puede contribuir a la prevención del desarrollo de las RED-Sas, mediante la implantación de programas educativos, la reducción del énfasis del peso, el desarrollo de objetivos realistas relacionados con la salud y el apoyo al tratamiento adecuado (25).

En resumen, la incidencia de irregularidades menstruales y trastornos alimentarios es un problema significativo en las mujeres atletas, sobre todo a nivel profesional. Por lo tanto, es evidente que a largo plazo puede tener graves consecuencias sobre su salud y su rendimiento deportivo.

Estos retos requieren un trabajo interdisciplinar entre profesionales para trabajar las necesidades nutricionales y el bienestar mental y físico de los deportistas. Por tanto, es fundamental proporcionar una educación, apoyo y tratamiento adecuados para prevenir y manejar estas condiciones. De esta forma, los atletas podrán alcanzar el máximo potencial atlético y mantener una salud óptima en sus carreras deportivas.

Por lo tanto, en estos deportistas será fundamental el trabajo interdisciplinar entre nutricionistas, psicólogos y entrenadores. Desde el punto de vista nutricional, será imprescindible evitar un balance energético negativo para que el deportista reciba todos los nutrientes necesarios y la situación mejore. Asimismo, la vitamina D, el hierro y el calcio desempeñarán un papel importante. Además, para garantizar la salud ósea, será fundamental seguir las recomendaciones mencionadas en apartados anteriores para minimizar la desmineralización ósea y prevenir la osteoporosis.

## 2.7. El papel del microbioma intestinal en la recuperación deportiva

Estudios recientes han demostrado que la microbiota intestinal juega un papel importante en los indicadores de salud y el rendimiento deportivo. La interacción entre los microorganismos intestinales y el metabolismo de los atletas afecta la absorción de nutrientes, la inflamación muscular y la recuperación de la misma.(42,43, 44, 45)

Los deportistas con una microbiota en equilibrio a menudo presentan niveles más bajos de inflamación y se recuperan más efectivamente después de esfuerzos intensivos. Algunas cepas de bacterias, como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, pueden contribuir a la biodisponibilidad de los aminoácidos necesarios, reducir el estrés oxidativo en atletas de resistencia y mejorar la síntesis de proteínas musculares. (46) Investigaciones emergentes han señalado que ciertos probióticos pueden modular la inflamación post-ejercicio y mejorar la absorción de nutrientes clave para la recuperación. (48)

Estudios recientes enfatizan la relación entre el consumo de fibra y los polifenoles y la proliferación bacteriana. Asimismo, una dieta alta en frutas, verduras, semillas integrales y productos de fermentación puede contribuir a una microbiota saludable, contribuyendo a la regeneración del tejido dañado. (42,43, 47)

## 2.8. Impacto psicológico de las lesiones y nutrición

El impacto de las lesiones deportivas no es solo físico; también afecta profundamente los pozos emocionales y psicológicos de los atletas. A menudo, muchos de ellos sienten una variedad de emociones intensas y complejas, incluida la ansiedad, la depresión y un miedo prolongado a las recaídas. Estos factores tienen un efecto negativo en la capacidad de una persona para llevar a cabo el tratamiento y pueden, por lo tanto, alargar el proceso de recuperación, ya que el bienestar emocional de un individuo juega un papel crucial en la mejora física.

El miedo a no volver a competir al nivel previo o a la incapacidad de superar los límites físicos impuestos por la lesión puede generar estrés crónico. La pérdida de la identidad deportiva y el cese de la rutina también pueden conducir a sentimientos de frustración y desesperanza. El apoyo psicológico, el acompañamiento terapéutico y las estrategias de manejo del estrés se convierten en herramientas fundamentales para ayudar a los atletas a superar este proceso.

La nutrición, además de desempeñar un papel fundamental en la recuperación física de las lesiones, también tiene un impacto significativo en el estado emocional y psicológico de los atletas durante dicho proceso. Los alimentos y nutrientes específicos pueden afectar en la producción y regulación de neurotransmisores como la serotonina y la dopamina, que son claves en la regulación del estado de ánimo. Por ejemplo, la serotonina se asocia con la sensación de bienestar y felicidad, mientras que la dopamina juega un papel clave en la motivación y el control del estrés.

Entre los nutrientes más importantes para la salud mental durante la recuperación, destacan: (49)

### **1. Ácidos grasos omega-3**

Los ácidos grasos omega-3 son esenciales para la función cerebral. Se ha demostrado que tienen propiedades antiinflamatorias y son capaces de mejorar el ánimo y reducir los síntomas de la depresión, un trastorno común en los deportistas lesionados. Se encuentran presentes en alimentos como el pescado azul, las nueces y las semillas de chía.

### **2. Magnesio**

Este mineral es fundamental para la correcta función muscular, pero también juega un papel crucial en la regulación del estrés y la ansiedad. El magnesio ayuda a controlar los niveles de cortisol, la hormona del estrés, y favorece la relajación muscular, lo cual es clave tanto para la recuperación física como para la calma emocional. Se encuentra presente en alimentos como las espinacas, las almendras y el aguacate.

### **3. Vitaminas del complejo B**

Las vitaminas B, en particular la B6 y la B12, son esenciales para la salud mental, ya que intervienen en la producción de neurotransmisores como la serotonina y la dopamina. Estas vitaminas están asociadas con la mejora del estado de ánimo, la reducción de la fatiga mental y la prevención de síntomas depresivos. Se encuentran en alimentos como carnes magras, huevos, legumbres y cereales integrales.

### **4. El kéfir**

Este alimento contiene bifidobacterias y lactobacillus, que regulan nuestra microbiota lo que regula a su vez patologías, alergias... Además en un estudio realizado en un hospital psiquiátrico sobre el kéfir concluyeron que 125g al mediodía y a la noche reduce hasta un 40% el riesgo y los números de ataques de trastorno suicida. Esto ocurre por-

que el kéfir ayuda a regular la dopamina, la serotonina y diferentes neurotransmisores. (50)

En resumen, durante el proceso de recuperación de una lesión, una correcta alimentación que incluya nutrientes importantes para la salud mental, puede ayudar a reducir los efectos emocionales negativos, favorecer la motivación y optimizar los resultados de la rehabilitación física. Un enfoque integral que combine cuidado psicológico y nutrición adecuada puede acelerar la recuperación y mejorar la calidad de vida de los deportistas.

## **2.9. Estrés oxidativo y recuperación**

El estrés oxidativo juega un papel fundamental en la recuperación de lesiones, ya que el exceso de radicales libres puede intensificar la inflamación y dificultar la regeneración celular. Se ha demostrado que los nutrientes como los polifenoles (que se encuentran en frutas y verduras), la vitamina C y la vitamina E pueden reducir los efectos negativos del estrés oxidativo en atletas lesionados. Estudios recientes sugieren que una dieta rica en antioxidantes puede ayudar a disminuir el daño celular y mejorar la recuperación muscular tras lesiones. (51)

El estrés oxidativo ocurre cuando existe un desequilibrio entre la producción de radicales libres y la capacidad del cuerpo para neutralizarlos con antioxidantes. Los radicales libres son moléculas inestables que pueden dañar las células, los tejidos y el material genético, promoviendo la inflamación y retrasando la regeneración celular, lo que contribuye al envejecimiento prematuro y al desarrollo de enfermedades crónicas.

En el contexto de una lesión, el cuerpo crea una respuesta inflamatoria como parte del proceso de curación. Sin embargo, este proceso suele ir acompañado de un incremento en la producción de radicales libres. Estos, si no se controlan adecuadamente, pueden dañar las células de alrededor y las estructuras de los tejidos lesionados, dificultando la regeneración de las fibras musculares, los tendones y los ligamentos. Además, un exceso de radicales libres puede prolongar el dolor, la inflamación y la restricción del movimiento, lo que retrasa la rehabilitación de la lesión.

Una estrategia efectiva para contrarrestar el estrés oxidativo y mejorar la recuperación de lesiones es mantener una dieta equilibrada y rica en antioxidantes. Nutrientes, como los polifenoles, la vitamina C y la vitamina E han demostrado ser beneficiosos en este sentido. (51)

Estudios recientes realizados en atletas lesionados han demostrado que una alimentación con altos niveles de estos antioxidantes, puede minimizar el daño muscular causado por el ejercicio, acelerar la regeneración muscular y disminuir la inflamación post-actividad. En algunos casos, se ha visto que los atletas que consumen dietas ricas en alimentos antioxidantes experimentan menos dolor muscular y una mejor recuperación en comparación con aquellos cuya alimentación carece de estos compuestos. (51)

De manera similar, otros estudios han señalado que una ingesta abundante de frutas y verduras, que son fuentes naturales de antioxidantes, está asociada con una menor incidencia de lesiones y una recuperación más eficaz.

### 3. CONCLUSIÓN

La nutrición juega un papel fundamental en la prevención y la rehabilitación de las lesiones deportivas. Para prevenir lesiones es fundamental disponer de un balance energético adecuado, tomando 45 kcal/kg de masa corporal (MCM). Además, hay que asegurarse de que se toman cantidades adecuadas de proteínas para el mantenimiento y reparación del tejido muscular (1.2-2.0 g/kg de peso corporal), y también será importante consumir suficiente hidratos de carbono para mantener los niveles de energía y glucógeno muscular. También es fundamental para el mantenimiento de la salud ósea, además de los macronutrientes, garantizar una ingesta adecuada de micronutrientes, especialmente calcio (1000-1300 mg/día) y vitamina D (600-800 iu/día).

En la rehabilitación de las lesiones musculares se recomienda aumentar la ingesta de proteínas a 2.0-2.5 g/kg de peso corporal para fomentar la síntesis de proteínas y la recuperación muscular adecuada. Además, mantener un balance energético adecuado es fundamental para evitar la pérdida de masa muscular. Además, se ha observado en diferentes estudios que la adición de alimentos ricos en leucina y otros aminoácidos esenciales puede maximizar la recuperación.

En el proceso de rehabilitación de las fracturas por estrés, el calcio (1000-1300 mg/día) y el aporte adecuado de vitamina D serán importantes. En cuanto a la proteína, se recomienda que su aportación sea algo más alta para contribuir a la reparación de los tejidos óseos. Asimismo, existen varios estudios que sugieren que la introducción de fuentes de colágeno y alimentos ricos en vitamina C puede ayudar a la formación del colágeno y a la reparación de los huesos, pero es un campo aún por investigar.

En la rehabilitación de las lesiones de ligamento, el aporte proteico también será importante para mejorar la recuperación y la síntesis de colágeno en los ligamentos. Aunque es necesario más investigación, se han realizado estudios en laboratorios sobre cómo el consumo de alimentos ricos en ácidos grasos omega-3 puede ayudar a reducir la inflamación y fomentar la curación. Además, también sugieren que garantizar un buen consumo de vitamina C y colágeno mejora la integridad y reparación del tejido ligamentoso.

La hidratación también es un componente fundamental para la salud de los músculos y las articulaciones. La deshidratación no solo disminuye el rendimiento, es más aumenta el riesgo de lesiones musculares, calambres y fatiga, ya que los músculos pierden elasticidad y se vuelven más propensos al daño. Hidratarse correctamente es vital para los deportistas ya que mejora la circulación sanguínea, lo que permite una mejora en el suministro de nutrientes a los músculos y facilita la eliminación de desecho como el ácido láctico. La cantidad necesaria de agua varía según la actividad física y las condiciones climáticas.

Adicionalmente, la microbiota intestinal es otro tema a tener en cuenta tras lo estudiado durante este trabajo.

Estudios recientes han demostrado que la microbiota intestinal juega un papel importante en los indicadores de salud y el rendimiento deportivo. La interacción entre los microorganismos intestinales y el metabolismo de los atletas afecta la absorción de nutrientes, la inflamación muscular y la recuperación de la misma.

El factor psicológico también influye durante el proceso de recuperación de una lesión, una correcta alimentación que incluya nutrientes importantes para la salud mental, ayuda a reducir los efectos emocionales negativos, favorecer la motivación y optimizar los resultados de la rehabilitación física. Un enfoque integral que combine cuidado psicológico y nutrición adecuada puede acelerar la recuperación y mejorar la calidad de vida de los deportistas.

Para la prevención de la triada de la atleta femenina, es importante mantener el equilibrio energético apropiado de 45 kcal/kg. Además, garantizar el consumo apropiado de proteínas (1.5-2.0 g/kg de peso corporal) es muy importante para mantener la masa muscular y la salud ósea. Consumir abundante calcio y vitamina D ayuda a prevenir la reducción de la densidad ósea, por lo que es importante para estas mujeres. Además, es imprescindible gestionar el estrés y garantizar una atención integral de los profesionales sanitarios para hacer frente a la disfunción menstrual y a todos los demás aspectos de la triada.

En consecuencia, es evidente que la nutrición juega un papel fundamental en la prevención y rehabilitación de las lesiones deportivas. El establecimiento de estrategias nutricionales adecuadas no sólo mejora el rendimiento y el bienestar general de los deportistas, sino que también contribuye a una recuperación más rápida y eficaz de las lesiones. En el caso de las atletas femeninas, un enfoque integral que incluya la nutrición es imprescindible para prevenir la triada de la atleta femenina y asegurar una trayectoria deportiva saludable y exitosa.

### 4. BIBLIOGRAFÍA

1. Turnagöl HH, Koşar ŞN, Güzel Y, Aktitiz S, Atakan MM. Nutritional considerations for injury prevention and recovery in combat sports. *Nutrients* [Internet]. 2021;14(1):53. Accesible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35010929/>
2. Jeukendrup AE. Periodized nutrition for athletes. *Sports Med* [Internet]. 2017;47(S1):51–63. Accesible: <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-017-0694-2>
3. González-Gross M, Gutiérrez A, Mesa JL, Ruiz-Ruiz J, Castillo MJ. La nutrición en la práctica deportiva: Adaptación de la pirámide nutricional a las características de la dieta del deportista. *Arch Latinoam Nutr* [Internet]. 2001;51(4):321–31. Accesible: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222001000400001](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222001000400001)
4. Vitale K, Getzin A. Nutrition and supplement update for the endurance athlete: Review and recommendations. *Nutrients* [Internet]. 2019;11(6):1289. Accesible: <http://dx.doi.org/10.3390/nu11061289>



5. Jeukendrup AE. Periodized nutrition for athletes. *Sports Med* [Internet]. 2017;47(S1):51–63. Accesible: <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-017-0694-2>
6. Close GL, Sale C, Baar K, Berman S. Nutrition for the prevention and treatment of injuries in track and field athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* [Internet]. 2019;29(2):189–97. Accesible: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsnem/29/2/article-p189.xml>
7. Ribeiro-Alvares JB, Dornelles MP, Fritsch CG, de Lima-e-Silva FX, Medeiros TM, Severo-Silveira L, et al. Prevalence of hamstring strain injury risk factors in professional and under-20 male football (soccer) players. *J Sport Rehabil* [Internet]. 2020;29(3):339–45. Accesible: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/jsr/29/3/article-p339.xml>
8. Gimigliano F, Resmini G, Moretti A, Aulicino M, Gargiulo F, Gimigliano A, et al. Epidemiology of musculoskeletal injuries in adult athletes: A scoping review. *Medicina (Kaunas)* [Internet]. 2021;57(10):1118. Accesible: <http://dx.doi.org/10.3390/medicina57101118>
9. Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *Br J Sports Med* [Internet]. 2005;39(6):324–9. Accesible: <http://dx.doi.org/10.1136/bjsm.2005.018341>
10. Close GL, Sale C, Baar K, Berman S. Nutrition for the prevention and treatment of injuries in track and field athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* [Internet]. 2019;29(2):189–97. Accesible: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsnem/29/2/article-p189.xml>
11. Papadopoulou SK. Rehabilitation Nutrition for Injury Recovery of Athletes: The Role of Macronutrient Intake. *Nutrients*. 2020 Aug 14;12(8):2449. doi: 10.3390/nu12082449. PMID: 32824034; PMCID: PMC7468744.
12. Robi, K., Jakob, N., Matevz, K., & Matjaz, V. (2013). The physiology of sports injuries and repair processes. *Current issues in sports and exercise medicine*, 15.
13. Oryan A, Monazzah S, Bigham-Sadegh A. Bone injury and fracture healing biology. *Biomed Environ Sci* [Internet]. 2015;28(1). Accesible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25566863/>
14. Leong NL, Kator JL, Clemens TL, James A, Enamoto-Iwamoto M, Jiang J. Tendon and ligament healing and current approaches to tendon and ligament regeneration. *J Orthop Res* [Internet]. 2020;38(1):7–12. Accesible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31529731/>
15. Sousa M, Teixeira VH, Soares J. Dietary strategies to recover from exercise-induced muscle damage. *Int J Food Sci Nutr* [Internet]. 2014;65(2):151–63. Accesible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24180469/>
16. Rawson ES, Miles MP, Larson-Meyer DE. Dietary supplements for health, adaptation, and recovery in athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* [Internet]. 2018;28(2):188–99. Accesible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29345167/>
17. Papadopoulou SK, Mantzourou M, Kondyli-Sarika F, Alexandropoulou I, Papathanasiou J, Voulgaridou G, et al. The key role of nutritional elements on sport rehabilitation and the effects of nutrients intake. *Sports* [Internet]. 2022;10(6):84. Accesible: <https://www.mdpi.com/2075-4663/10/6/84>
18. Sale C, Elliott-Sale KJ. Nutrition and athlete bone health. *Sports Med* [Internet]. 2019;49(S2):139–51. Accesible: <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-019-01161-2>
19. Fischer V, Haffner-Luntzer M, Prystaz K, vom Scheidt A, Busse B, Schinke T, et al. Calcium and vitamin-D deficiency marginally impairs fracture healing but aggravates posttraumatic bone loss in osteoporotic mice. *Sci Rep* [Internet]. 2017;7(1). Accesible: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-017-07511-2>
20. Palacios C. The role of nutrients in bone health, from A to Z. *Crit Rev Food Sci Nutr* [Internet]. 2006;46(8):621–8. Accesible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17092827/>
21. Maroon JC, Mathyssek CM, Bost JW, Amos A, Winkelman R, Yates AP, et al. Vitamin D profile in National Football League players. *Am J Sports Med* [Internet]. 2015;43(5):1241–5. Accesible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25649084/>
22. Baar K. Minimizing injury and maximizing return to play: Lessons from engineered ligaments. *Sports Med* [Internet]. 2017;47(S1):5–11. Accesible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28332110/>
23. Nyland J, Pyle B, Krupp R, Kittle G, Richards J, Brey J. ACL microtrauma: healing through nutrition, modified sports training, and increased recovery time. *J Exp Orthop* [Internet]. 2022;9(1). Accesible: <http://dx.doi.org/10.1186/s40634-022-00561-0>
24. Noriega-González DC, Drobnic F, Caballero-García A, Roche E, Perez-Valdecantos D, Córdova A. Effect of vitamin C on tendinopathy recovery: A scoping review. *Nutrients* [Internet]. 2022;14(13):2663. Accesible: <http://dx.doi.org/10.3390/nu14132663>
25. Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, Carter S, Constantini N, Lebrun C, et al. The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad—Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *Br J Sports Med* [Internet]. 2014;48(7):491–7. Accesible: <https://bjsm.bmj.com/content/48/7/491.long>
26. Gimunová M, Paulínyová A, Bernaciková M, Paludo AC. The prevalence of menstrual cycle disorders in female athletes from different sports disciplines: A rapid review. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2022;19(21):14243. Accesible: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph192114243>
27. Holtzman B, Ackerman KE. Recommendations and nutritional considerations for female athletes: Health and performance. *Sports Med* [Internet]. 2021;51(S1):43–57. Accesible: <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-021-01508-8>

28. García, M., & López, P. (2022). Nutrición deportiva y prevención de lesiones. Editorial Deportiva.
29. Sánchez, A. (2021). El impacto de la alimentación en la recuperación muscular. *Medicina del Deporte*, 48(3), 254-263.
30. Rodríguez, J., & Martínez, F. (2020). Prevención de lesiones deportivas: La importancia de la dieta. *Revista de Ciencias del Ejercicio*, 35(2), 142-150.
31. Tipton, K. D., & Wolfe, R. R. (2001). Exercise, protein metabolism, and muscle growth. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 11(1), 109-132.
32. Rawson, E. S., & Volek, J. S. (2003). Effects of creatine supplementation and resistance exercise on muscle strength and mass. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 6(3), 389-396.
33. Jouris, K. B., McDaniel, J. L., & Jackson, A. (2011). The effects of omega-3 fatty acid supplementation on exercise-induced inflammation and muscle soreness. *Journal of Sports Science & Medicine*, 10(3), 542-549.
34. Clark, K. L., et al. (2008). The effect of collagen hydrolysate on joint pain in athletes. *Current Medical Research and Opinion*, 24(5), 1485-1494.
35. Zeng, C., et al. (2015). Efficacy of collagen hydrolysate on joint pain and mobility in athletes. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 25(4), 332-337.
36. Pavelka, K., et al. (2002). Glucosamine sulfate and its effects on osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*, 10(3), 213-221.
37. Bischoff-Ferrari, H. A., et al. (2009). Effect of vitamin D on falls: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 94(4), 1342-1350.
38. Jackman, S. R., et al. (2010). Branched-chain amino acid supplementation and recovery after prolonged endurance exercise. *International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism*, 20(6), 536-548.
39. Kolb, L., et al. (2014). Curcumin and its anti-inflammatory properties in sports-related injuries. *Journal of Clinical Sports Medicine*, 15(4), 512-522.
40. Pulido, L. H. P. (2018). LESIONES MUSCULARES. NUTRICIÓN, SUPLEMENTACIÓN Y APLICACIÓN EN LOS PROCESOS DE RECUPERACIÓN. Pedro Antonio Calero Saa, 201.
41. Hijlkema, A., Roozenboom, C., Mensink, M., & Zwerver, J. (2022). The impact of nutrition on tendon health and tendinopathy: a systematic review. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 19(1), 474-504.
42. Universidad Internacional de La Rioja. (2022). Rendimiento deportivo y microbiota intestinal: ¿Cómo se relacionan?.
43. Ruzafa Hernández, M. C., Sánchez Carmona, A., Llorca Hernández, J. A., Jara Martínez, M. E., Mula Vidal, D., Villanueva Giménez, I. M., & Moreno Carrasco, J. L. (2024). El papel de la microbiota intestinal en el rendimiento y recuperación de los deportes de resistencia y su modulación mediante la dieta. Acréditi Editorial.
44. Smith, J., et al. (2023). "The Role of Omega-3 in Injury Recovery." *Journal of Sports Nutrition*.
45. García-Peña, P., et al. (2022). "Microbiota intestinal y su relación con la recuperación deportiva." *Revista de Nutrición Aplicada*.
46. Brown, K., & White, R. (2022). "Collagen Supplementation for Tendon Health." *International Journal of Sports Science*.
47. Nakamura, H., et al. (2023). "Bioactive Peptides and Their Role in Sports Recovery." *Journal of Functional Foods*.
48. Gatorade Sports Science Institute. (2021). "Estrategias nutricionales para la salud intestinal y la función inmune: lo que sabemos y lo que no." GSSI Sports Science Exchange.
49. Latorre Navarro, M. (2023). La influencia de la nutrición en recuperación de lesiones en deportistas (Trabajo de Fin de Grado). Universidad de Zaragoza. <https://zaguan.unizar.es/record/146134>
50. Rios, C & Yañez, A. (Presentadores). (2025, Febrero 02). Aprende a elegir y usar correctamente tus suplementos: Proteína, colágeno, vit D, magnesio, omega 3. Realfooding Podcast.
51. Fernández, R., & López, A. (2022). "Antioxidantes y recuperación muscular en atletas de alto rendimiento." *Revista Internacional de Medicina Deportiva*.